

LES BIOPESTICIDES EN LUTTE ANTIACRIDIEENNE

par My Hanh Launois-Luong, Tahar Rachadi et Jacques Deuse

Parmi les dix mille espèces acridiennes recensées dans le monde, plusieurs dizaines d'entre elles ont une certaine importance économique, mais seulement quelques unes sont de véritables ravageurs des cultures et des pâturages. Les autres vivent discrètement et participent au fonctionnement des écosystèmes en jouant leur rôle dans les chaînes alimentaires.

La problématique de la lutte antiacridienne dépend des caractéristiques des cibles :

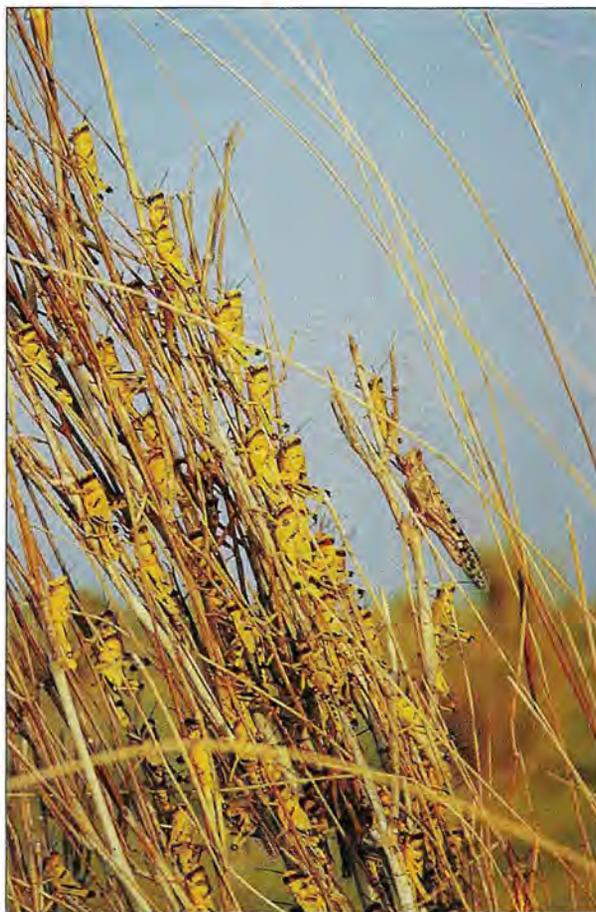
- les criquets sont-ils des locustes ou des sauteriaux ? *
- dans quelle zone climatique vivent-ils ?
- menacent-ils les cultures ou les pâturages extensifs ?

Répondre à ces questions, c'est aussi cerner les modalités des interventions antiacridiennes, leurs conséquences sur l'environnement et les risques pour les populations humaines.

La problématique de la lutte antiacridienne

Nous prendrons trois exemples pour illustrer ces cas de figures : un locuste redouté, le Criquet pèlerin, *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) vivant en zone désertique chaude en phase solitaire, deux sauteriaux, l'un d'envergure régionale en zone sahélienne, *Oedaleus senegalensis* (Krauss, 1877) et l'autre, sédentaire, vivant en zone tropicale humide, *Zonocerus variegatus* (Linné, 1758). Lutter préventivement contre le Criquet pèlerin, c'est intervenir principalement dans des zones arides, très éloignées des zones urbaines, sur des effectifs acridiens extrêmement mobiles. Les interventions sont

* Les locustes sont des acridiens grégariaptés, capables, sous certaines conditions de groupement, de se présenter sous une forme grégaire (fortes densités) ou sous une forme solitaire (individus isolés, faibles densités). Les sauteriaux quant à eux, peuvent aussi pulluler mais sans jamais changer de phase. Ils restent identiques à eux-mêmes sur les plans biologiques et morphologiques. Cependant, leur comportement peut évoluer.



■ Bande larvaire de Criquet pèlerin ; *Schistocerca gregaria* (Cliché M. Launois - CIRAD/GERDAT/PRIFAS)

intermittentes et se situent souvent en régions péri-désertiques pouvant toucher des populations nomades de pasteurs. Les pulvérisations d'acridicides sont effectuées par un personnel qualifié, averti des risques et normalement habitué à la manipulation des appareils et des produits. Les épandages, effectués par voie terrestre ou aérienne, se font avec des formulations huileuses en ultra-bas-volume (UBV) (1 à 2 l/ha), ce qui limite notablement les quantités de pesticides utilisées (moins de pertes liées aux volumes plus importants de liquide pul-

vérisé). Les progrès en lutte antiacridienne et singulièrement contre le Criquet pèlerin résident dans la détection précoce des zones à risque afin d'intervenir sur des surfaces restreintes, ce qui diminue encore les quantités de pesticides utilisées et, par voie de conséquence, les risques d'impact négatif sur l'homme et son environnement. Par contre, une fois les bandes larvaires et les essaims constitués, la situation prend une toute autre dimension. La grande tolérance écologique des espèces grégaires leur permet de déborder au nord en zone méditerranéenne comme au sud dans le Sahel, menaçant les plantations d'Afrique du nord et les cultures vivrières sahéliennes. La campagne de lutte, engagée dans ces circonstances d'urgence, implique la participation du plus grand nombre possible d'opérateurs, parfois avec une rigueur et une discipline martiale, souvent dans la plus grande confusion. Les surdosages, les épandages intempestifs pour juguler au plus vite le fléau conduisent à des excès et des risques énormes pour l'environnement, sur des surfaces considérables.

Le Criquet sénégalais (*Oedaleus senegalensis*) est un ravageur plus ou moins endémique des cultures céréalières du Sahel. Ses pullulations sont étroitement dépendantes des conditions écométéorologiques. Elles peuvent se produire dans n'importe quelle partie de son aire d'habitat située en zone sahélienne. Ses déplacements, bien plus modestes que ceux du Criquet pèlerin, peuvent néanmoins l'amener à coloniser des aires écologiquement complémentaires, distantes de quelques

centaines de kilomètres les unes des autres (Launois, 1978). Au sud, l'espèce se maintient en zone sahélo-soudanienne dans les formations herbeuses naturelles et dans les cultures en début et en fin de saison des pluies ; au nord elle se limite aux pâturages sahélo-sahariens à l'apogée de la saison des pluies. La lutte contre *Oedaleus senegalensis*, après détection des principales pullulations, est réalisée par les services nationaux de protection des végétaux, éventuellement aidés par les brigades villageoises qui ont reçu une formation préalable adéquate. La protection contre les pullulations concerne surtout les cultures menacées qui, en zones sahélienne et soudano-sahélienne, sont situées à proximité des habitations. Elles ont lieu régulièrement tous les ans, pour limiter aussi l'expansion d'autres acridiens commensaux. Les risques pour la santé humaine sont réels, soit directement lors des épandages sur les cultures, soit indirectement sur le bétail et ses sources d'approvisionnement en eau.

Le dernier exemple cité concerne le Criquet puant, *Zonocerus variegatus*, acridien héliophile, vivant dans les clairières des forêts tropicales humides d'Afrique de l'ouest. Cet acridien se rencontre toute l'année, sous forme larvaire ou imaginaire. Il peut s'attaquer aux cultures maraîchères à proximité des villages et aux plantations industrielles qui sont créées après déforestation. La lutte contre le Criquet puant relève typiquement de la défense rapprochée des cultures, avec assez souvent une participation spontanée des paysans qui sont les premiers à détecter les regroupements denses de femelles au moment de la ponte, les éclosions et les jeunes larves qui restent très longtemps groupées. La lutte est donc souvent curative, ponctuelle, mais aussi presque toujours nécessaire à cause de l'évidence des risques pour les cultures.

Les candidats possibles en lutte biologique

Les acridiens sont la proie de très nombreux ennemis naturels qui s'attaquent à tous les états et stades biologiques. Il s'agit pour la grande majorité de parasitoïdes, insectes parasites ou prédateurs d'acridiens (Greathead, 1963a, 1992), de quelques oiseaux et de petits mammifères ou de reptiles. Leur impact sur les populations acridiennes, toujours très difficile à évaluer, est parfois important, régulièrement localisé et difficilement prévisible. Farrow (1977, 1982a), en étudiant quantitativement le rôle des ennemis naturels sur les pullulations du Criquet australien, *Chortoicetes terminifera*

(Walker) a conclu que la mortalité était maximale si les criquets étaient sédentarisés ou si les générations se chevauchaient. Leur importance diminue au moment des départs d'invasions et augmente au cours de leur déclin, précipitant l'effondrement des populations acridiennes.

Les criquets sont aussi victimes de maladies. Des épizooties foudroyantes ont éliminé des populations entières de locustes et de sauteriaux. Les agents pathogènes sont des protozoaires, des virus, des bactéries ou des champignons.

Parmi les protozoaires, *Nosema locustae* est surtout connu pour réduire la fécondité et la longévité des acridiens. Il est employé avec un succès variable contre les espèces sédentaires des prairies nord-américaines sous forme d'appât. Le délai d'action est de 2 à 3 semaines, avec possibilité de transmission ovarienne du protozoaire à la descendance. Expérimenté en Afrique de l'ouest, les résultats sont peu concluants car la mobilité des populations cibles semble les mettre à l'abri de l'action de ce pathogène.

La plupart des virus isolés des criquets sont des entomopox. Ils infectent surtout le corps gras. Les criquets contaminés tombent dans un état léthargique qui ralentit considérablement leur développement. La mortalité immédiate est relativement faible ; elle est ensuite plus importante. Les virus ne peuvent être retenus comme agents pathogènes en lutte antiacridienne car ils résistent très mal aux rayons Ultra Violet et tuent très lentement. De plus, ayant besoin de cellules vivantes pour se reproduire, ils ne peuvent être cultivés sur des milieux artificiels.

Des bactéries comme *Bacillus thuringiensis* et *Bacillus sphaericus*, qui sont couramment utilisées pour tuer des chenilles, des larves de moustiques ou celles de certains Coléoptères offrent peu de possibilités en lutte antiacridienne car l'endotoxine de *Bacillus thuringiensis* incluse dans un cristal, n'est soluble qu'en milieu alcalin, alors que le milieu intestinal des acridiens est acide. D'autres bactéries infectant le Criquet pèlerin ont été identifiées, mais elles sont aussi pathogènes pour les mammifères, y compris l'homme. Des recherches se poursuivent sur le terrain pour trouver d'autres souches infectieuses pour les criquets, car certaines bactéries ont l'avantage d'être hautement spécifiques, très fortement toxiques, facilement biodégradables (1 à 4 jours après épandage). Elles peuvent être aisément produites industriellement, ce qui en ferait un matériel de choix en lutte biologique.

Les champignons sont des entomopathogènes fréquents en zone tropicale humide, qui éliminent parfois localement des populations entières d'acridiens. Trois champignons sont principalement étudiés, un Entomophthorale *Entomophaga grylli* et deux Deutéromycètes : *Metarhizium flavoviride* et *Beauveria bassiana*.

Entomophaga grylli est très bien étudié et largement répandu dans le monde.

Il s'agit en fait de plusieurs souches ou d'espèces qui s'attaquent aux locustes et aux sauteriaux et provoquent des épidémies. Ce sont des parasites obligatoires. Jusqu'à très récemment, on n'a pas réussi à les cultiver complètement *in vitro*. *Metarhizium* et *Beauveria* sont déjà utilisés comme biopesticides contre les insectes par épandage en UBV et à grande échelle (Prior & Greathead, 1989). Sur les acridiens, une souche de *Metarhizium flavoviride*, découverte au Niger par le PRIFAS sur un sauteriau, s'est révélée expérimentalement très toxique sur les locustes dont le Criquet pèlerin (Prior, 1991). De son côté, *Beauveria bassiana*, testé sur le Criquet sénégalais aux Iles du Cap-vert dans des parcelles en plein air, a également donné de très bons résultats. Les spores agissent par contact au bout d'une semaine environ. Lorsqu'elles sont épandues en formulation huileuse, elles restent efficaces en conditions arides sur les cibles acridiennes (Bateman & al, 1991). De par la faible taille des spores, il est possible d'utiliser les pulvérisateurs rotatifs habituellement employés en lutte antiacridienne.

Cependant, les champignons qui constituent un large groupe d'entomopathogènes (Goettel, 1991) sont limités dans leur action par :

- l'inactivation de leur virulence par la lumière du soleil ;
- le dessèchement des spores ;
- la nécessité de bénéficier d'une ambiance thermo-hydrrique minimale pour permettre la germination des spores.

Si à l'heure actuelle, des résultats encourageants ont été obtenus dans l'usage des mycopesticides contre les acridiens, l'étape essentielle qui reste à franchir consiste à les essayer en situation réelle d'intervention antiacridienne. Pour les ravageurs intermittents majeurs comme le criquet pèlerin, dont la stratégie de survie en milieu désertique est une très grande mobilité, il est d'autant plus nécessaire d'épandre massivement des agents pathogènes pour créer une mortalité quantitativement importante, mais qui reste localisée. Le problème de la rémanence de la matière active reste entier. Le champignon n'a que peu de chance

de se multiplier puis de contaminer un congénère à cause de l'ambiance climatique trop aride. Les espèces vivant en zone tropicale humide, et relativement sédentaires comme le Criquet puant, pourraient constituer des cibles mieux adaptées aux caractéristiques des mycopesticides.

Le bref recensement des candidats possibles en l'état actuel des recherches met en évidence les chances de deux champignons : *Metarhizium flavoviride* et *Beauveria bassiana* en lutte biologique comme solution alternative à la lutte chimique.

Les risques potentiels de l'usage des biopesticides en lutte antiacridienne pour l'homme et son environnement

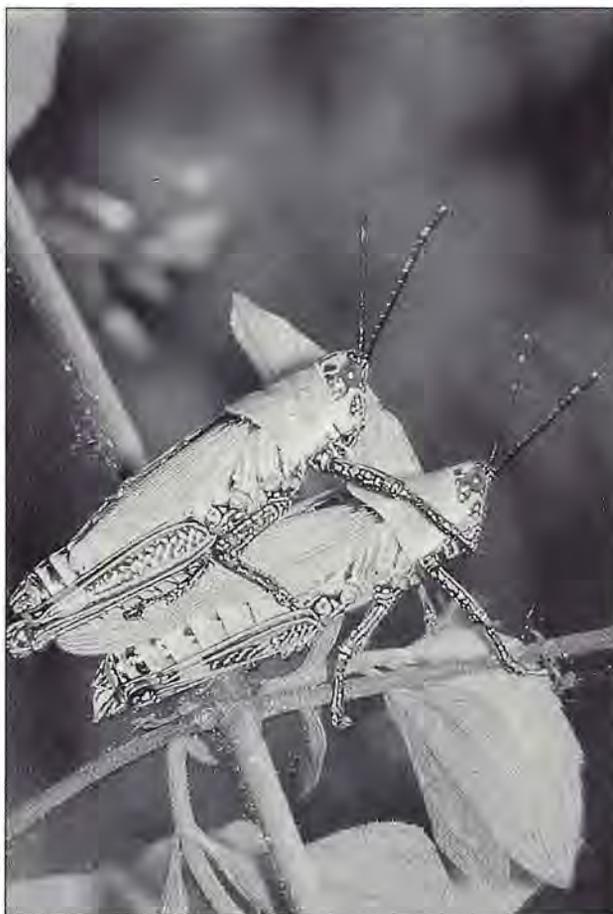
Si l'on considère le trajet suivi par un biopesticide depuis sa production jusqu'à son épandage sur le terrain, on peut dresser la liste des différentes étapes où les hommes et les animaux domestiques sont les plus exposés aux effets indésirables de ces agents pathogènes.

On peut supposer que la production en masse de spores fongiques serait confiée à un personnel qualifié, travaillant dans des enceintes contrôlées et bénéficiant de mesures de sécurité et d'hygiène par un suivi médical minimal. La stricte observation des règles d'hygiène est aussi garante du succès de la productivité des cultures de champignons. La manipulation de biopesticides, le conditionnement et le transport des spores pourraient par contre être effectués par une main-d'œuvre locale non-spécialisée qui serait plus facilement exposée aux risques directs d'éruption cutanée, de rhinite, ou de conjonctivites d'origine allergique, manifestations connues pour les sujets sensibles. Quant à l'épandage sur le champ d'opération, il est souvent effectué par les agents de protection des végétaux mais aussi par les brigades villageoises ou par les paysans eux-mêmes.

Une information et un encadrement adéquat sont évidemment à prévoir pour veiller à ce que les normes de sécurité soient respectées.

Hormis les personnes impliquées dans les opérations de lutte, les populations humaines supposées être bénéficiaires peuvent également être exposées aux pesticides :

- les sédentaires, si les traitements ont lieu à proximité des habitations au cours des interventions en protection rapprochée des cultures (contre les sauteriaux) ;
- les nomades, s'il s'agit de traiter les aires



■ Accouplement de Criquet puant, *Zonocerus variegatus* (Cliché G. Galat-CIRAD/GERDAT/PRIFAS)

sachant que toutes les cinq générations de culture en milieu artificiel, il est nécessaire de vérifier la pathogénicité de la souche en inoculant le champignon sur des criquets sains ?

- les essais des mycopesticides sur les acridiens ont provoqué jusqu'à 95% de mortalité, ce qui les classe parmi les très bons acridicides. Cependant, il reste toujours 5% qui en réchappent. Est-ce un phénomène de résistance de la part de quelques individus, et, compte tenu du grand pouvoir de multiplication des acridiens, n'y a-t-il pas de risque de sélectionner des souches acridiennes résistantes ?

Pour une lutte raisonnée

L'idée de chercher une alternative à la lutte chimique pour tuer les criquets est très ancienne puisqu'en Chine on utilisait déjà il y a plusieurs centaines d'années des oiseaux comme auxiliaires. Les pesticides, avec le DDT, ont fait dans les années 40 une œuvre salutaire et remarquable en défense des cultures, mais leur usage abusif et intempestif a fini par sensibiliser l'opinion publique sur les effets indésirables sur l'environnement. Depuis quelques années, différents programmes de recherche en lutte biologique ont conjugué leurs efforts et le choix actuel s'est porté sur deux champignons, *Metarhizium flavoviride* et *Beauveria bassiana*. Il semble justifié par leur très haute virulence contre les acridiens, mais aussi parce qu'il est possible de les produire en masse. L'idée de confier directement aux pays utilisateurs des unités de production de champignons pour les rendre moins dépendants de l'approvisionnement extérieur en pesticides est bonne sur le plan du principe, mais elle présente quelques risques en pratique. Il faut mettre l'accent sur les possibilités de dérive des souches fongiques. On n'a que peu de connaissances précises des effets sur l'homme, les animaux domestiques et l'environnement en général car il n'y a actuellement ni suffisamment de recul ni même d'épandages effectués en

grégarigènes en zones désertiques (pâturages et oasis).

Les populations sont généralement averties avant les traitements antiacridiens, et sont invitées à se mettre à l'abri, à couvrir les récipients d'eau et à déplacer les animaux domestiques et le bétail des zones de traitement. Cependant, il arrive que les gens saisissent cette opportunité pour faire traiter leurs troupeaux contre leurs parasites. Les détournements d'usage des pesticides ne sont pas rares dans des pays à grande détresse médicale. Ils sont alors utilisés comme substituts médicamenteux à usage domestique, ou pour lutter contre les moustiques, puces, tiques, etc.

Les interrogations

A ce stade des connaissances des mécanismes d'action des agents fongiques, il reste des questions que l'on peut se poser lorsque l'on passe de l'étape expérimentale à celle de l'homologation puis de l'utilisation en condition normale de terrain :

- que sait-on de la spécificité des souches pathogènes, des hôtes de substitution connus et surtout inconnus ?
- quelle est la durée de survie des spores durant le stockage puis sur le terrain, leur dégradabilité ?
- quels sont les risques de dérive génétique,

grandeur réelle et en conditions habituelles de terrain. Les études de Goettel & Johnson (1991) laissent penser que ces champignons présentent de faibles risques pour l'homme et son environnement à cause de leur étroite spécificité d'hôtes et de leur biodégradabilité, tout en attirant l'attention sur les lacunes des connaissances sur les mécanismes en cas d'épizootie. Il est raisonnable de penser qu'un suivi minutieux du devenir des agents biologiques devrait solliciter les compétences de spécialistes en acridologie, en écologie, mais aussi en médecine humaine et vétérinaire pour offrir les meilleures garanties de sécurité d'usage des biopesticides sur les organismes non-cibles.

Les auteurs

My Hanh Launois-Luong : CIRAD(1)/GERDAT(2)/PRIFAS(3)
 Tahar Rachadi : CIRAD/GERDAT/PRIFAS
 Jacques Deuse : CIRAD/CA(4)

(1) CIRAD - Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement - Avenue du Val de Montferrand - B.P. 5035 - 34032 Montpellier Cedex 1 - France)

(2) GERDAT - Département de Gestion, Recherche, Documentation et Appui Technique.

(3) - PRIFAS - Acridologie opérationnelle - Ecoforce Internationale.

(4) CA - Cultures Annuelles.

Pour en savoir plus

◆ **Bateman R.P. & al**, 1991 - Development of novel field bioassay technique for assessing mycopesticide ULV formulations. *In* Biological control of locusts and grasshoppers. Proceedings of a workshop held at the IITA, Cotonou, Bénin, 29 april-1 may 1991 : pp255-262.

◆ **Goettel M.S. & Johnson D.L.**, 1991 - Environmental impact and safety of fungal biocontrol agents in Biological control of locusts and grasshoppers. Proceedings of a workshop held at the IITA, Cotonou, Bénin, 29 april-1 may 1991 : pp356-360.

◆ **Greathead D.J.**, 1992 - Natural enemies of tropical locusts and grasshoppers : their impact and potential as biological control agents. pp105-121 in Lomer & Prior Biological control of locusts and grasshoppers. Wallingford, CAB International.

◆ **Launois M.**, 1978 - Modélisation écologique et simulation opérationnelle en acridologie : application à *Oedaleus senegalensis* (Krauss, 1877). Ministère de la coopération et GERDAT (Paris) : 214p.

◆ **Prior C.**, 1991 - Discovery and characterisation of fungal pathogens for locust and grasshopper control in Biological control of locusts and grasshoppers. Proceedings of a workshop held at the IITA, Cotonou, Bénin, 29 april-1 may 1991 : pp158-180.

L'OPIE ORGANISE UN STAGE D'INITIATION À L'ENTOMOLOGIE

Le stage se déroulera sur deux journées :

le samedi 30 avril 1994

● Initiation à la systématique - Biologie - Place des insectes dans les milieux naturels.

le samedi 7 mai 1994

● Sortie sur le terrain aux étangs du Val d'Or - Déterminations - Elevages.

Accueil à partir de 9h - Repas à prévoir - Tenue de terrain recommandée - Participation de 450 F pour les deux journées ou de 250 F pour une seule journée - Réduction pour les jeunes et les étudiants.

Le stage, animé par Gérard Blondeau, s'effectuera à la maison de l'OPIE à la Minière (78280 Guyancourt).

Pour tous renseignements ou réservation, s'adresser à :
OPIE - BP n°9 - 78041 Guyancourt Cedex.