

PARCE qu'il s'était opposé plusieurs fois au départ des Hébreux opprimés, le Tout-Puissant éprouva le pharaon au cœur dur en frappant l'Égypte de dix plaies. Parmi elles, les sauterelles : « L'Éternel dit à Moïse : "Étends ta main sur le pays d'Égypte, pour faire venir les sauterelles, et qu'elles montent sur le pays d'Égypte, et dévorent toute l'herbe de la terre, tout ce que la grêle a laissé." Moïse étendit donc sa verge sur le pays d'Égypte ; et l'Éternel amena sur le pays, tout ce jour-là et toute la nuit, un vent d'Orient ; le matin vint, et le vent d'Orient avait apporté les sauterelles. Les sauterelles montèrent sur tout le pays d'Égypte, et s'abattirent dans tout le territoire de l'Égypte, en très grand nombre. Il n'y en avait jamais eu autant avant elles, et il n'y en aura jamais autant après elles. Elles couvrirent la face de tout le pays, et le pays en fut obscurci ; elles dévorèrent toute l'herbe de la terre, et tout le fruit des arbres, que la grêle avait laissé ; et il ne resta aucune verdure aux arbres, ni aux herbes des champs, dans tout le pays d'Égypte. »

Responsables d'effrayantes famines

La Bible n'est pas seule à mentionner ce fléau ; le Coran y fait allusion. Par ailleurs, des peintures, des sculptures d'Irak, d'Égypte, du Mexique et d'autres pays d'anciennes civilisations représentent ces ravageurs, ce qui atteste qu'ils constituaient une préoccupation dès la plus haute antiquité.

L'apparition des sauterelles (1) sur la planète est bien antérieure à celle de l'homme, puisque l'on constate leur présence dans des terrains jurassiques qu'elles occupaient il y a environ 150 millions d'années.

Un dessin se rapportant sans doute à l'une des espèces nuisibles, le Criquet pèlerin, celui de la Bible, précisément, a été trouvé à Thèbes, sur la paroi d'une tombe qui remonte aux environs de 1400 avant Jésus-Christ. En Chine, au dernier millénaire, on a compté plus de 200 invasions de sauterelles ; certaines d'entre elles sont responsables d'effrayantes famines, de la mort de millions d'êtres humains.

Il y a environ deux mille ans, ces redoutables déprédateurs auraient pro-

(1) Dans le langage courant, les termes : acridien, locuste et criquet, se rapportent au même type d'insectes.

L'invasion des sauterelles

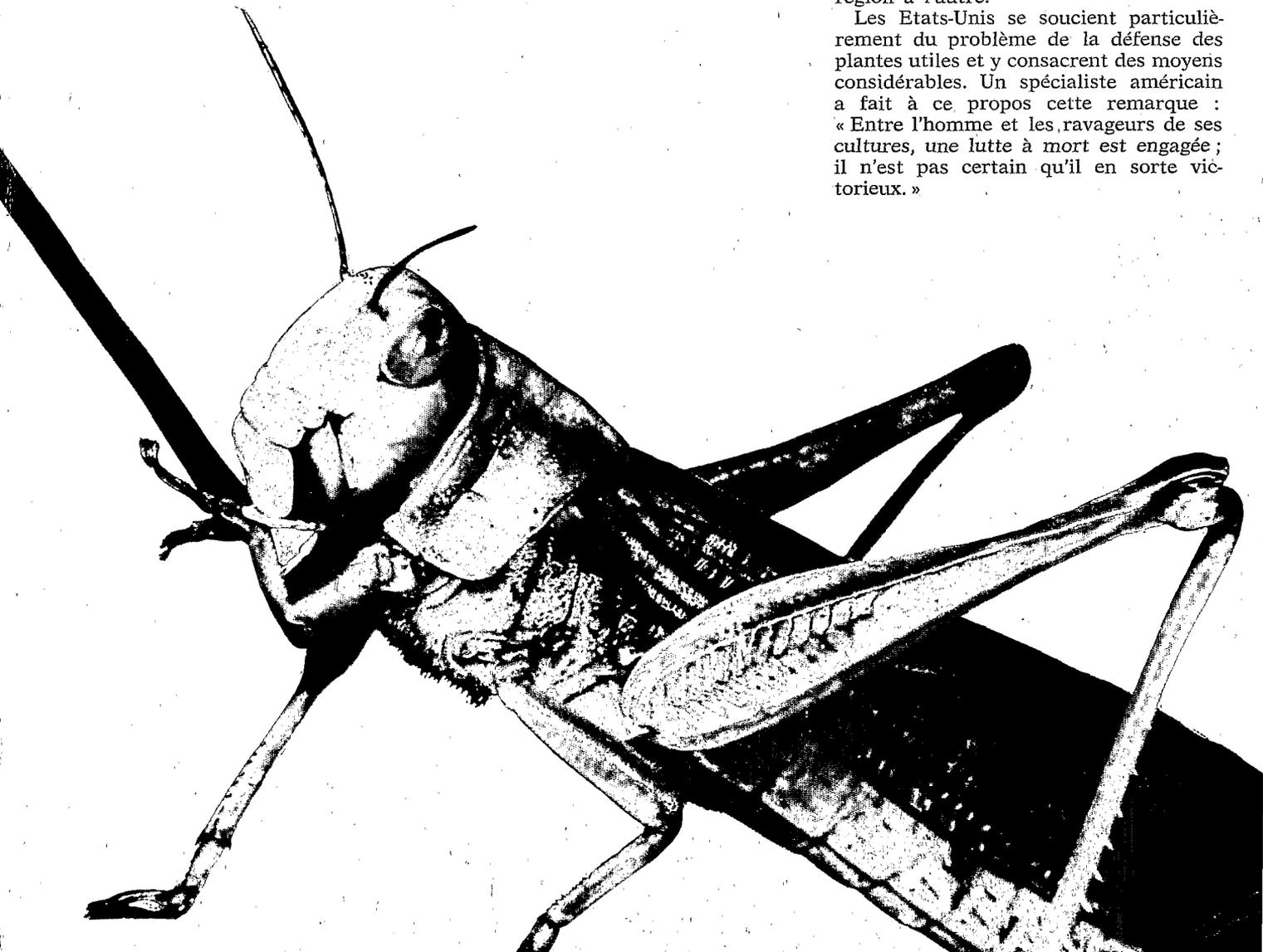
Gilbert Bouriquet
de l'Académie des Sciences d'Outre-Mer

Redoutables dévoreurs de cultures, les criquets, ou acridiens, ou sauterelles, seraient toujours un fléau pour l'humanité si la science n'avait fourni des armes pour les combattre. Le docteur Gilbert Bouriquet, membre de l'Académie des Sciences d'Outre-Mer, fait ici l'exposé des remarquables découvertes qui permettent enfin de guérir cette "plaie d'Égypte"

voqué en Cyrénaïque la mort de près d'un million de personnes, conséquence de la faim et de maladies de carences. Pour certains auteurs, les sauterelles seraient, dans une certaine mesure, à l'origine de migrations humaines, voire de l'anéantissement de certaines civilisations.

Les hécatombes qu'elles ont provoquées ne sont, hélas ! pas l'apanage de l'Antiquité. En 1932, dans le cercle de Niamey, on a déploré la mort d'environ 30 000 Africains, après destruction des récoltes. Aujourd'hui, la lutte contre les ennemis des cultures — et les acridiens sont parmi les plus redoutables — a pris une acuité particulière, car la population s'accroît à un rythme alarmant, les sols se dégradent pour aboutir parfois à la stérilité, le perfectionnement des transports favorise l'extension des parasites, et les agents de maladies des plantes se développent d'un continent à l'autre, d'une région à l'autre.

Les Etats-Unis se soucient particulièrement du problème de la défense des plantes utiles et y consacrent des moyens considérables. Un spécialiste américain a fait à ce propos cette remarque : « Entre l'homme et les ravageurs de ses cultures, une lutte à mort est engagée ; il n'est pas certain qu'il en sorte victorieux. »





 Aire d'invasion du criquet migrateur malgache



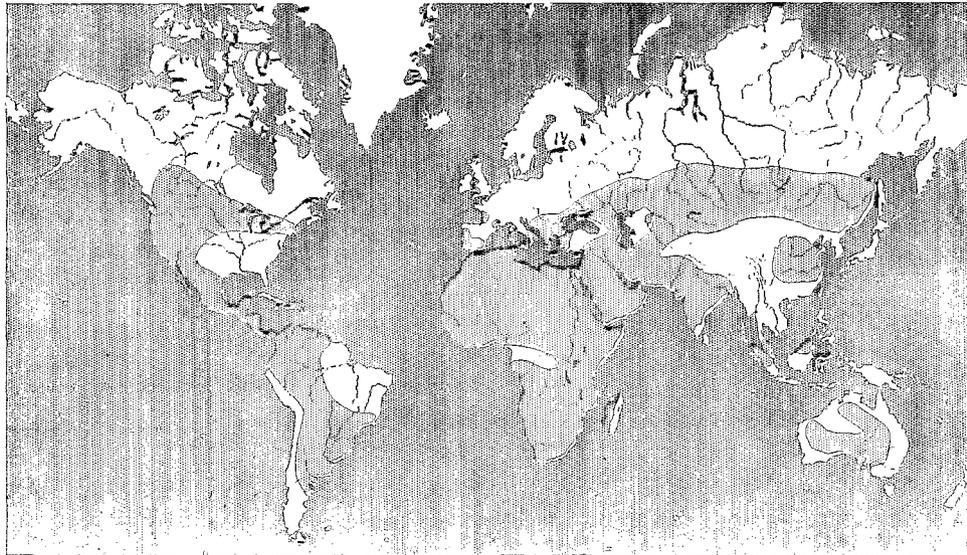
 Aire d'invasion du criquet nomade



 Aire d'invasion du criquet migrateur africain



 Aire d'invasion du criquet pèlerin



Carte indiquant la répartition des acridiens grégaires dans le monde (d'après P. T. Haskel)

Bien qu'il soit difficile de chiffrer les dégâts dus à ces redoutables ennemis de l'homme, on dispose néanmoins de quelques chiffres. D'après des statistiques réunies en 1938 pour la période de 1925-1934, le coût des invasions de sauterelles dans le monde pour ces dix années s'élève à plus de dix milliards de francs au cours de 1938. Au Maroc, en 1954, dans la riche vallée du Souss, le criquet pèlerin détermina des dégâts et des frais de lutte de l'ordre de quatre milliards d'anciens francs.

Pour comprendre l'importance du fléau acridien, il faut considérer le pouvoir de pullulation de ces insectes et leur voracité. De l'éclosion à l'âge adulte, l'insecte subit en une quarantaine de jours cinq mues, c'est-à-dire un changement de

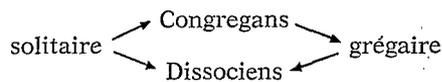
téguments, ce qui permet de distinguer 5 âges. Avant le dernier stade, caractérisé notamment par l'existence d'ailes fonctionnelles permettant le vol, il s'agit de larves qui se déplacent en marchant et en sautant, ce sont les criquets.

L'évolution du criquet pèlerin, exposée ci-dessus, donne le schéma de celle des espèces voisines. Les œufs sont pondus agglutinés en masse de 50 à 100 unités environ dans des endroits propices à la ponte ; ils sont placés dans le sol à 7 ou 15 cm de profondeur. Chaque femelle dépose de 3 à 4 pontes ; au cours de sa vie, elle peut ainsi déposer 10 groupes d'œufs ou oothèques. L'incubation dure de 3 à 15 jours ; à la fin, c'est l'éclosion. A ce stade, notons-le, ils sont très vulnérables aux insecticides de synthèse,

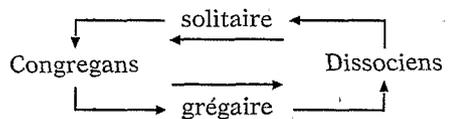
Cycle de transformation

Le passage d'une forme à l'autre s'opère graduellement, au cours des cinq mues de l'animal. C'est ce que l'on appelle la forme *Transciens*. La transformation vers la forme grégaire est appelée *Transciens Congregans* ; inversement, le retour à la forme primitive est appelé *Transciens Dissociens*.

Le cycle peut être ainsi schématisé :



Ce cycle n'est pas forcément complet ; il peut ne pas aboutir aux stades extrêmes : solitaires et grégaires ; cela sous l'influence de conditions naturelles ou de l'intervention de l'homme. La grégarisation peut alors être ascendante ou descendante. La représentation du cycle doit alors être modifiée.



Qu'il soit nomade, pèlerin ou migrateur, le criquet doit ces épithètes suggestives à l'étrange mutation qu'accomplit ce solitaire lorsque, d'inoffensive sauterelle, la raréfaction de la nourriture le pousse à devenir grégaire. D'immenses essaims d'une densité, d'un poids, d'une puissance de vol terrifiants survolent alors des dizaines de kilomètres carrés et s'abattent sur les cultures qui sont dévorées en un moment. Les cartes montrent les aires d'invasion du criquet migrateur malgache, du criquet nomade, du criquet pèlerin et du criquet migrateur africain (ci dessous, de haut en bas les trois derniers).

type Hexachlorocyclohexane (H CH). Ils vivent en bandes.

Lorsque l'insecte pourra voler, il formera des essaims. Un essaim de ces insectes de densité moyenne peut comporter cent millions d'individus au kilomètre carré et peser 300 tonnes ; or les essaims d'une seule invasion sont très nombreux et ceux-ci peuvent couvrir plusieurs kilomètres carrés. Une sauterelle consomme chaque jour une quantité de nourriture égale à son poids (2 g environ). On conçoit facilement les dégâts qu'elles peuvent faire subir aux récoltes, aux graminées de préférence, et aux pâturages.

Sauterelles ou criquets grands migrateurs

Le Kenya, en 1954, a subi une cinquantaine de vols couvrant une superficie totale de 800 kilomètres carrés approximativement. Le poids total des insectes était de l'ordre de 100 000 tonnes. Une quantité équivalente de feuilles ont ainsi été dévorées chaque jour pendant plusieurs semaines. Dans ce pays, les terres cultivées étant de l'ordre de 3% seulement du total de la superficie, on imagine facilement le désastre qui aurait pu en résulter si les moyens dont on dispose aujourd'hui et qui ont été mis en œuvre n'avaient pas permis de détruire presque totalement ces redoutables ravageurs.

Ces moyens, qui vont être maintenant succinctement exposés, sont une acquisition assez récente de la science et de la technique, acquisition qui est incontestablement l'un des plus beaux résultats de science pure et appliquée obtenus en entomologie économique.

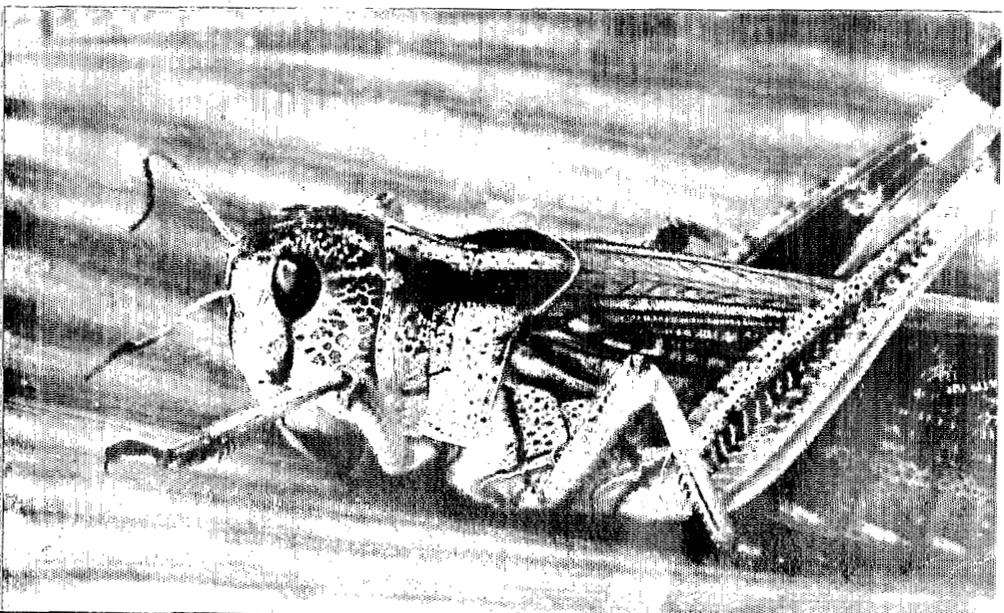
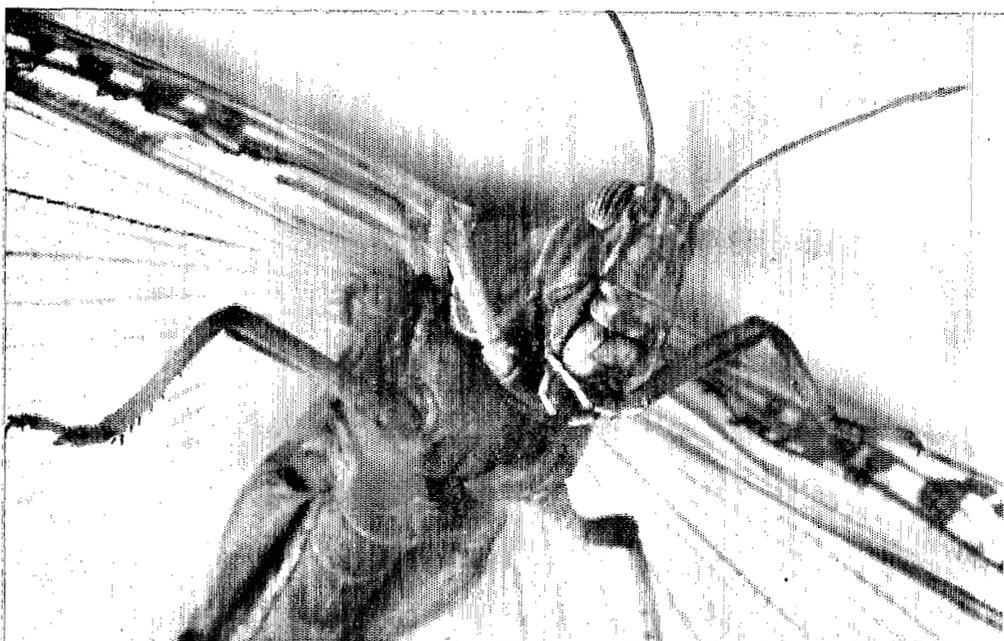
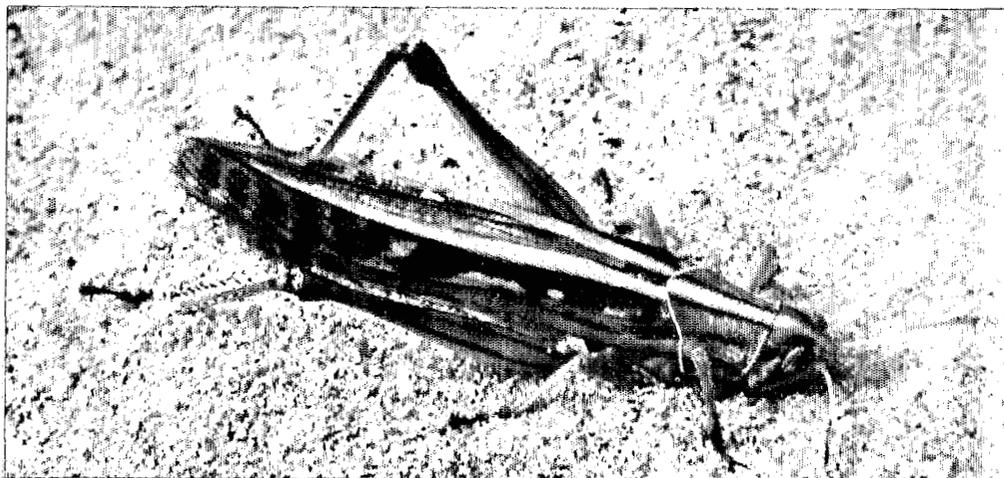
Avant 1921, on ignorait l'origine des vols des acridiens, grands migrateurs. Se basant sur les caractères extérieurs, les entomologistes avaient donné la description de plusieurs insectes différents, scindant parfois en deux une seule et même espèce. Quatre de ces espèces d'orthoptères seront ici rapidement passées en revue :

— le criquet pèlerin ou criquet du désert, celui de la Bible et du Pharaon ; il est particulièrement vorace et s'attaque même au feuillage des arbres ;

— le criquet migrateur et une forme voisine vivant à Madagascar ;

— le criquet nomade, également très vorace, que l'on trouve habituellement dans l'Est africain et à Madagascar ;

— le criquet marocain, qui sévit notamment en Corse, dans le midi de la France, ainsi d'ailleurs que le criquet



La Bible se fait l'écho de la terreur qu'inspirait ce fléau qui s'abat sur un pays, y détruit tout ce qui pousse, et réduit ses habitants à la famine et à la mort. Ce dessin (ci-dessous), extrait de la « Bible de Noailles », école française du XII^e siècle, montre des insectes à quatre pattes au lieu de six. Considérée comme un châtiment de Dieu, véritable « plaie » infligée à l'Égypte pour la punir, la sauterelle est, convenablement grillée, appréciée comme une gourmandise par les Malgaches et se vend sur les marchés, comme le montre la photographie (ci-dessous, en bas), prise à Tananarive. On voit ici une oothèque (ci-dessous) où les œufs sortent de la coque, ils donneront plus tard des larves. Ci-contre, une larve du criquet migrateur africain.



migrateur qui a manifesté une certaine activité dans les Landes et la Gironde en 1946 et 1947.

Les archives d'Arles comportent des documents relatifs aux déprédations de ce dernier autour de la ville en 1364 ; il exerça aussi ses ravages de 1611 à 1617 en Camargue : « En l'année suivant 1613, augmentèrent lesdites sauterelles en si grand nombre que, par les lieux où elles estoient, à peine l'on pouvait marcher sans l'y passer dessus, et à toutes les terres où elles passaient, vous eussiez dit que le feu l'y eust passé, ainsi laissent la terre noire, sauf aux bleds, qui estoient un peu durs, lesquels ne pouvoient endommager. Monseigneur l'Archevêque d'Arles, assisté des Consuls, en procession avec la grant esglise, alla jusques au demy chemin de Fourques, fere d'abjurations à ce meschant bestail. L'abondance fut sy grande que, après avoir les aisles sur le midy voltigeant par l'air, elles rendoient le soleil tout nébuleux. En après avoir fet leur œufs, alloient mourir dans les roubines et fossez, que l'eau en estoit toute couverte, causant une grosse puanteur. »

Lors d'une invasion plus récente, en 1720, devant la calamité, les pouvoirs publics s'émurent et en mai de cette année, la municipalité d'Arles édicta des mesures : « Les propriétaires et fermiers des mas doivent faire quitter toute œuvre à leurs valets, hors le fauchage des prés dont les foins approcheront de leur maturité, pour les employer uniquement à la cueillette des sauterelles qui se trouveront dans leurs propriétés. Les paysans travailleurs et autres gens de campagne doivent aussi faire la même chose, à peine tant contre les rentiers et propriétaires des mas de 300 francs d'amende et contre les valets des mas et autres gens de campagne qui seront insolubles de peine afflictive. »

Solitaires et grégaires une même espèce

C'est à un grand savant d'origine russe, le docteur B. Uvarow, que revient le mérite d'avoir démontré, en 1921, que les essaims dévastateurs résultaient de la transformation de sauterelles solitaires et inoffensives sous des influences créant pour elles des conditions précaires. C'est un remarquable phénomène favorable à la survivance de l'espèce menacée. Ces transformations sont d'ordre morphologique et psychique ; les insectes sont alors susceptibles de se déplacer en



masse considérable. C'est la fameuse théorie des phases.

Cette découverte a permis d'exercer une action infiniment plus efficace et moins onéreuse que l'action directe sur les essaims en cours de déplacement. En effet, jadis, la lutte était empirique, illusoire ou d'un effet très limité.

Au XII^e siècle, à Chypre, des icônes étaient transportées en procession à la rencontre des essaims et, en 1411, un prêtre fut ainsi étouffé par l'un d'eux. On creusait aussi des fossés vers lesquels on dirigeait les jeunes sauterelles; ces fossés étaient réunis par des tôles. Une fois rassemblées, on les détruisait par un moyen quelconque. Enfin, on intervenait à l'aide d'appâts, du son par exemple, empoisonné à l'aide d'un sel d'arsenic.

La découverte d'Uvarow, qui bouleversa le problème en cause est la suivante : les espèces considérées peuvent se présenter sous deux formes distinctes, morphologiquement et psychiquement : la forme solitaire et la forme grégaire.

Pour chaque espèce, la forme solitaire se trouve dans des régions déterminées que l'on appelle habitat permanent, où sont situés les foyers de grégarisation. C'est là que, sous l'influence de certaines conditions climatiques, elles subissent des transformations profondes pour prendre le type grégaire. C'est pour cette raison que le même insecte a pu être rangé, au début, dans deux espèces différentes.

Les solitaires vivent dispersées dans

les savanes isolées, loin des cultures, tandis que les grégaires constituent des vols compacts qui parcourent de très grandes distances, ravageant tout sur leur parcours.

Fait extrêmement important, on a pu déterminer, en partie, les causes de la grégarisation : elle est déclenchée par la densité des solitaires à l'unité de surface qui, elle-même, dépend des conditions météorologiques; une saison anormalement pluvieuse qui favorise la végétation spontanée, aliment des sauterelles, favorise aussi leur multiplication; si une telle saison est suivie d'une période sèche particulièrement marquée qui entraîne la disparition de l'herbe en dehors des zones habituellement humides, les sauterelles vont se rassembler dans ces dernières. Alors l'action de masse agira, les insectes seront contraints de se mouvoir plus intensément; leur morphologie se transformera et, si ces conditions persistent, on arrivera à la forme grégaire, à la formation des essaims de départ des vols de ces foyers où la nourriture se raréfie et les insectes se reproduiront le long de leur parcours, dans des lieux favorables à la ponte.

Ce phénomène a pu être reproduit expérimentalement en élevage, et la théorie des phases a été corroborée par un disciple d'Uvarow à Madagascar, le docteur M. B. Zolotarevsky, quelques années plus tard.

Du point de vue acridien, Madagascar présentait un cas schématique par rapport à l'Afrique infiniment plus étendue.

Dans la Grande Ile sévit une espèce très voisine du criquet migrateur africain; les foyers permanents se trouvent dans l'extrême sud et les vols, lorsqu'ils se forment, se propagent dans toute l'île, à l'exclusion des régions forestières humides du nord-ouest et de l'est (cf. carte page 36).

Surveillance incessante du comportement

Ces connaissances étant acquises, il fut dès lors possible d'intervenir préventivement pour éviter la formation des vols.

Pour cela, il convient de surveiller, d'une façon permanente, le comportement de l'espèce redoutée dans les foyers grégarigènes lorsqu'ils ont été déterminés.

L'un des grands mérites de Zolotarevsky est d'avoir créé en 1932 et organisé le premier centre préventif acridien du monde, à Betsioly précisément. Chargé ensuite d'une mission franco-anglaise en Afrique, après de longues et pénibles prospections, il créa alors avec des confrères britanniques, le centre africain de lutte préventive dans les zones d'inondation du Niger, foyer permanent du criquet migrateur, à quelque distance de Bamako, à Kara. C'est l'Organisation internationale de lutte contre le criquet migrateur africain (O.I.C.M.A.) qui groupe tous les pays intéressés.

Quel est le rôle de ces centres qui doivent disposer d'un personnel compétent et d'un matériel considérable? C'est



d'abord d'assurer un rôle de surveillance du comportement des sauterelles et d'intervenir rapidement lorsqu'il y a tendance à la grégarisation précédée elle-même de la pullulation. Cela demande de nombreux postes d'observation, une signalisation bien organisée et sur le plan international, les ravageurs en cause ne connaissant pas de frontière politique.

Lorsque la grégarisation est en marche, il faut, par les moyens les plus efficaces, détruire le maximum d'insectes.

Au début de la création de ces centres, on ne disposait que des anciens moyens :

fosses et barrages, appâts empoisonnés.

Aujourd'hui, des insecticides puissants comme la dieldrine (1), conservant longtemps leur pouvoir destructeur, sont répandus par divers moyens : appareils à main, sur camions et surtout par avion, qui permettent de détruire de grandes quantités de sauterelles en peu de temps. Ainsi, il est possible de contrecarrer l'évolution naturelle vers la grégarisation, la formation des vols, et de ren-

(1) L'Hexachloroepoxyoctohydro-endo, exodimethanonaphtalène des chimistes.

verser le phénomène. En cas d'échec, les mêmes moyens sont appliqués aux vols.

Les déprédations dues aux acridiens, qui privent l'homme de ressources alimentaires considérables, constituent l'un des principaux soucis d'une grande instance internationale : l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture, généralement désignée par le sigle F.A.O. Cette organisation comprend plus de cent pays membres, utilise un personnel de spécialistes et peut intervenir très efficacement pour coordonner les actions contre ce péril.



Les deux photographies de ces pages ont été prises au Maroc lors de l'invasion qui s'est abattue sur ce pays en 1954. Si l'on songe qu'un essaim comporte en moyenne cent millions d'insectes au kilomètre carré, et pèse jusqu'à trois cents tonnes, qu'une invasion comprend un grand nombre d'essaims qui peuvent couvrir plusieurs kilomètres carrés, qu'une sauterelle consomme chaque jour une quantité de nourriture égale à son poids, soit deux grammes, le nuage sombre présage autant de destructions qu'une retombée atomique. Les insectes au sol qui ont été écrasés par les voitures sont aussitôt dévorés par les survivants.



Actuellement, il existe plusieurs organisations antiacridiennes et des centres de recherches, nationaux et internationaux, pour chaque espèce migratrice.

Centres antiacridiens lutte biologique

L'Antilocust Research Centre de Londres, qui rassemble toutes les observations acridiennes du monde, mérite une mention spéciale et dispose de grands moyens. Pour sa part, la France intervient dans cette œuvre, à une échelle

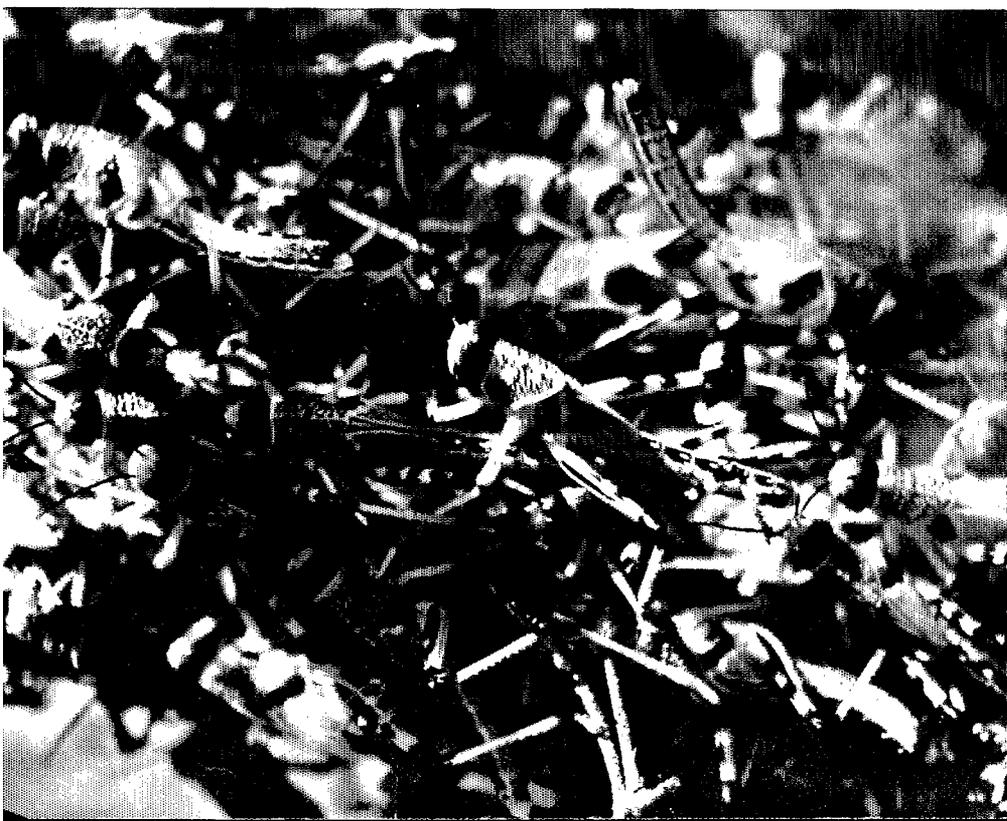
moins étendue, en particulier par un concours du Laboratoire d'Entomologie Générale et Appliquée du Muséum de Paris et par une Section de Recherche, dans le sud de Madagascar. Par ailleurs, elle prend des dispositions pour la formation de nouveaux spécialistes, ce qui est particulièrement urgent.

Ces organisations, d'importance économique et sociale considérable pour de nombreux Etats africains notamment, sont l'un des dons précieux des pays « colonisateurs », bien que certains se soient crus obligés de dire beaucoup de

mal de ce qui a été fait avant l'indépendance, cette indépendance dont les fruits n'ont pas toujours été meilleurs.

Pour maintenir ces organisations en activité, corriger leurs insuffisances et les perfectionner, il faudra longtemps, très longtemps, compter sur l'aide étrangère sous diverses formes.

Les nouveaux insecticides ne sont malheureusement pas sans défauts ; quelques-uns sont dangereux pour les opérateurs et les animaux domestiques. Certains gouvernements s'opposent à leur emploi, dans les foyers permanents,



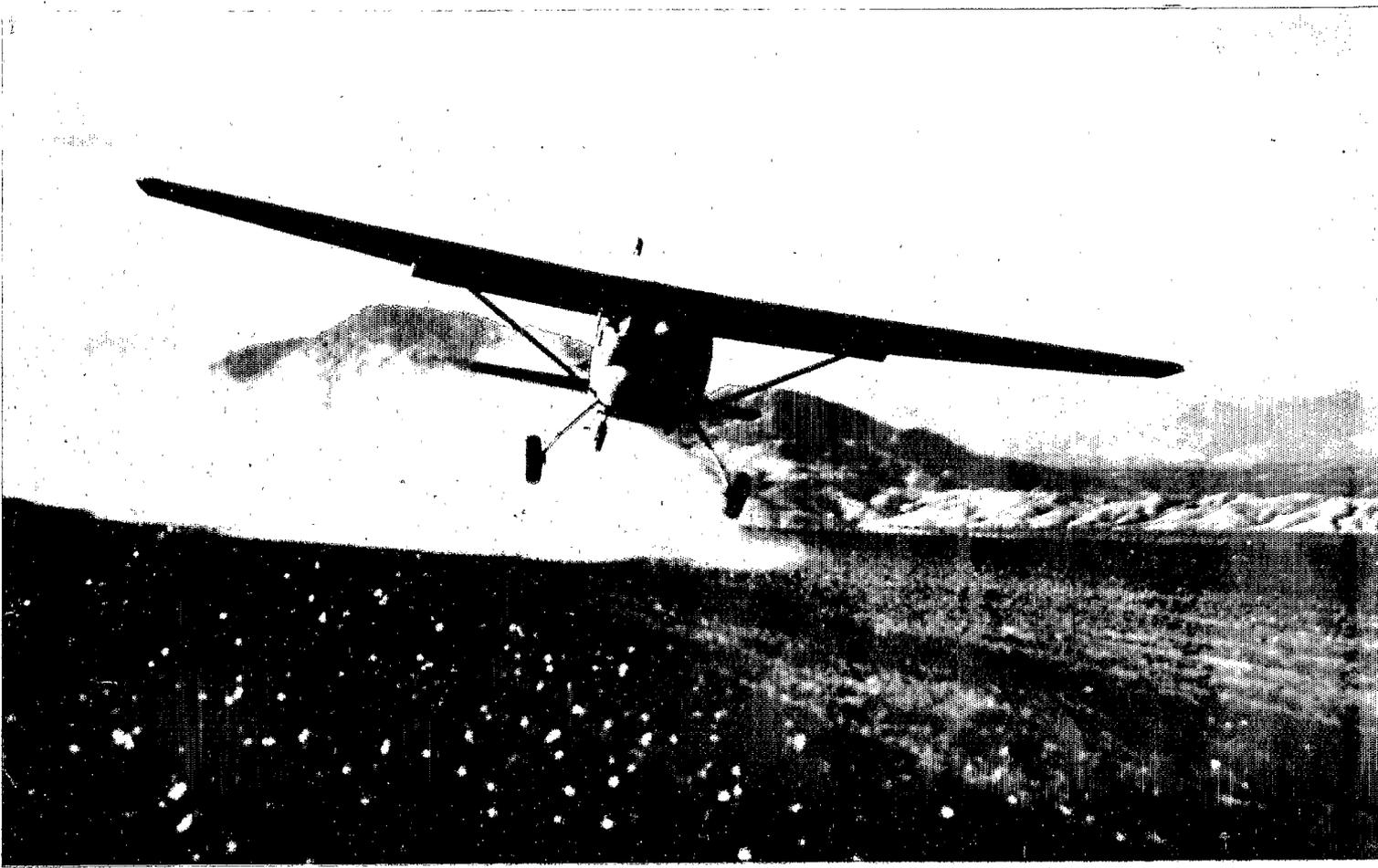
lorsque ces gouvernements ne sont pas exposés aux dégâts des sauterelles. Cela peut inciter à rechercher d'autres moyens d'action. Pour le moment, il est possible d'en citer deux : modification des conditions écologiques favorisant la grégari-sation et lutte biologique.

Appels de frayer aux ultrasons

Dans le premier cas, l'homme pourrait agir par exemple par l'aménagement d'un fleuve, l'irrigation, le drainage.

En ce qui concerne la lutte biologique, il convient de rappeler que l'utilisation de certains ennemis naturels d'insectes nuisibles donnent, dans certains cas, des résultats remarquables. Or, les acridiens en comptent de nombreux, aussi bien sur les adultes que sur les œufs, parmi lesquels on a pu relever des bactéries, des champignons microscopiques, des Rickettsies, des protozoaires, des arachnides, des insectes.

L'étude scientifique des mœurs de ce redoutable insecte dont les larves envahissent les arbres, comme le montrent les deux photographies de la page ci-contre, a permis d'inventer des traitements préventifs antiacridiens. Ci-dessous, un avion de reconnaissance est utilisé au repérage des essaims en formation en Afrique du Nord. Maintenant que l'on sait pourquoi la sauterelle, inoffensive lorsqu'elle est isolée, devient grégaire, on peut modifier les conditions écologiques qui favorisent cette mutation. La lutte biologique consiste à utiliser des ennemis naturels du criquet pour détruire ses œufs et la lutte chimique peut s'attaquer aux larves.



Il ne faut pas non plus oublier les oiseaux qui jouent un rôle important. Ce sont sans doute certains de ces agents, les champignons notamment, qui interviennent efficacement pour interdire la vie des migrateurs de la zone humide et anéantissent les vols qui les abordent. Cette méthode pourrait être associée à la lutte chimique; on serait alors en présence de ce que l'on a appelé pour d'autres problèmes la « lutte intégrée ».

On a songé aussi, il y a quelques années, aux méthodes de protection acoustique qui, pour certains animaux, orthoptères et oiseaux, ont donné lieu à des expériences très spectaculaires.

De nombreux animaux, on le sait, disposent d'un véritable langage sonore. Chez les insectes, il s'agit souvent d'ultrasons, inaudibles pour l'oreille humaine. Ces sons peuvent être enregistrés et reproduits. Parmi ces sons, certains sont des appels susceptibles d'attirer les espèces considérées, d'autres sont des signaux de danger et peuvent, au contraire,

les éloigner. On peut aussi, soit les attirer dans des pièges, soit les faire fuir d'une région donnée.

Au terme de cet exposé succinct d'un problème complexe qui appelle encore des recherches pour le mieux résoudre, on peut se livrer à quelques réflexions. L'apparition des sauterelles en des temps géologiques très anciens explique peut-être les particularités étranges de ces animaux, dont l'adaptation aux climats désertiques ou subdésertiques est très poussée.

Particularités étranges transformation profonde

Au cours de millions d'années d'existence, l'espèce a dû subir des influences diverses, des mutations variées, qui ont abouti à des particularités étranges, cette faculté de transformation profonde devant des conditions nouvelles rendant la vie habituelle impossible.

Il a fallu la patience, le don d'observation et d'interprétation d'un grand savant au cours de recherches dites fondamentales pour en saisir l'existence et le mécanisme. Cette découverte a permis une action, une application des plus bénéfiques, la lutte préventive des espèces sur des espaces relativement très restreints, ce qui doit inciter, comme le faisait Louis Pasteur, l'un des plus grands savants qui aient jamais existé, à ne pas séparer la recherche de l'application.

Si cette optique est admise et adoptée, alors qu'elle est encore parfois rejetée, on peut espérer, dans un avenir prochain, des perfectionnements notables qui permettront d'intervenir avec plus d'efficacité encore pour contribuer à résoudre l'un des plus préoccupants problèmes de notre temps : la lutte contre la faim.

GILBERT BOURIQUET
docteur ès sciences