

11307

PROJET DU FONDS SPECIAL DES NATIONS UNIES RELATIF AU CRIQUET PELERIN

Rapport sur l'avancement des travaux  
No. UNSF/DL/RFS/3

SERVICES NATIONAUX DE SIGNALISATION ET DE PREVISION

RAPPORT SUR DES VOYAGES D'INFORMATION

AU PAKISTAN ET EN INDE

Juillet-août 1963

par

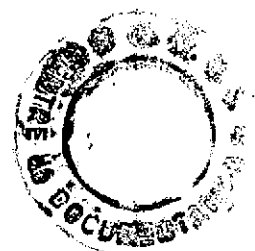
R. C. Rainey  
Service de renseignements sur le criquet  
pèlerin  
Anti-Locust Research Centre, Londres



Division de la production végétale et de la protection des plantes  
Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture  
Rome, Italie

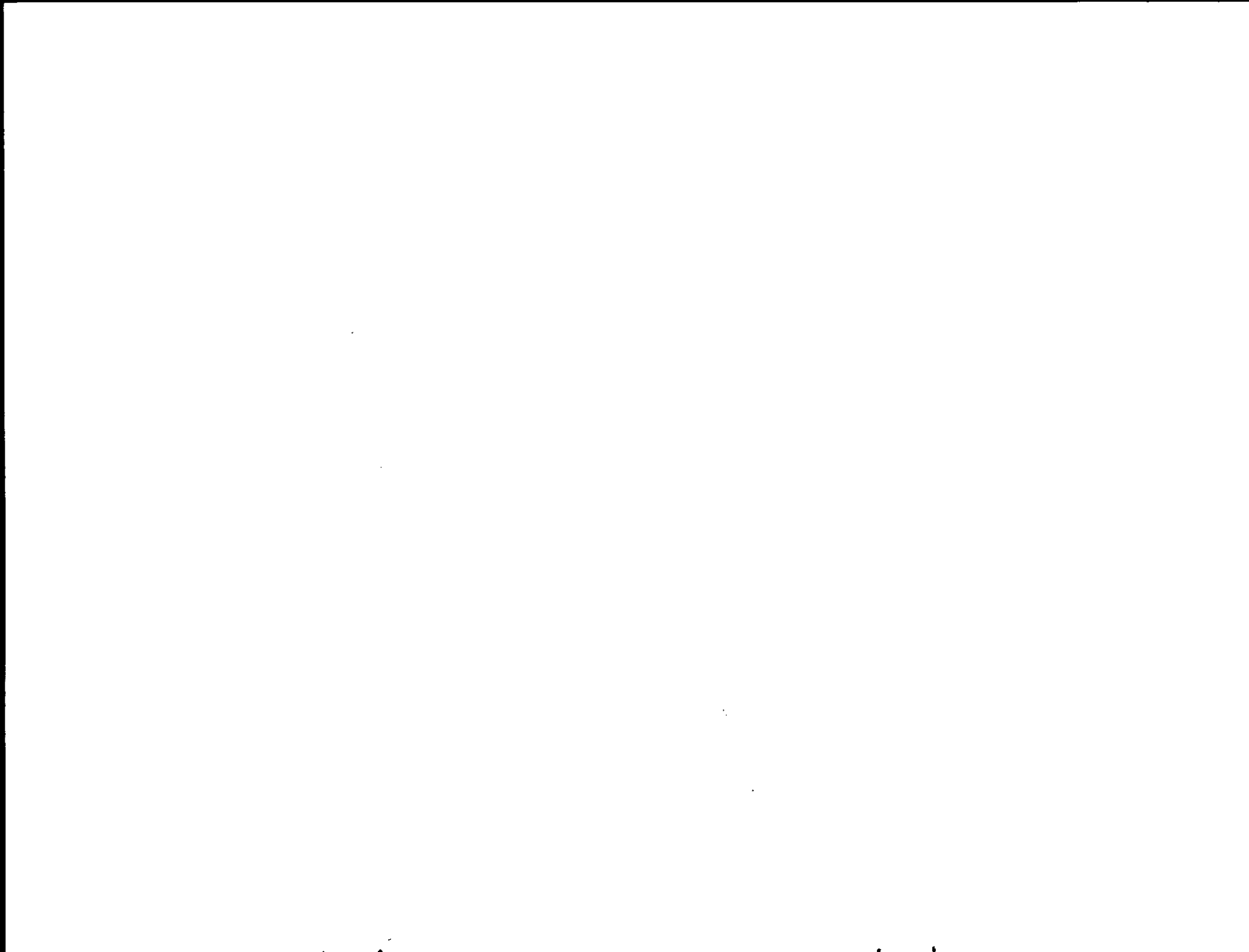
Avril 1965

50511.



## TABLE DES MATIERES

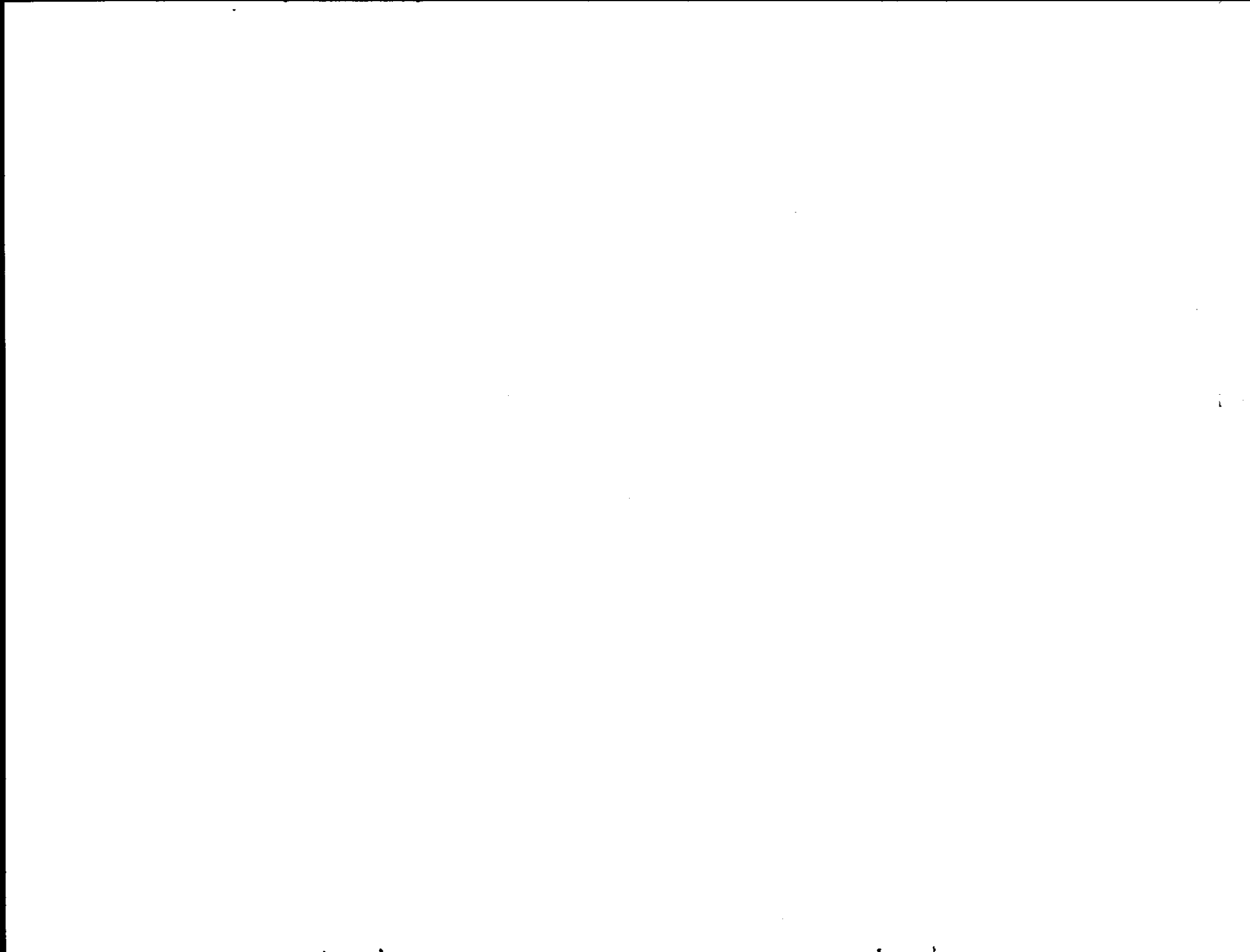
	<u>Page</u>
INTRODUCTION .....	2
VISITE AU PAKISTAN .....	3
VISITE EN INDE .....	7
CONCLUSIONS GENERALES .....	14
REMERCIEMENTS .....	17
OUVRAGES CITES .....	17
CARTES, PHOTOGRAPHIES .....	20-22



## INTRODUCTION

Après les visites faites en février et mai 1962 (5) pour étudier l'organisation de la signalisation et de la prévision acridiennes en République arabe unie, au Soudan, en Ethiopie, au Liban et en Iran, et à la suite du voyage que R.M. Skaf a fait en Arabie saoudite en décembre 1962-janvier 1963 (8), des visites analogues ont été effectuées au Pakistan et en Inde, en juillet et août 1963. L'accord portant création du Service de renseignements sur le criquet pèlerin (DLIS) de l'Anti-Locust Research Centre dans le cadre du Projet du FSNU relatif au criquet pèlerin dispose que le DLIS doit utiliser plus largement les données météorologiques pour interpréter la situation acridienne du moment et pour prévoir son évolution future, et le Comité consultatif technique de la FAO pour la lutte contre le criquet pèlerin, à sa dixième session (para. 80 b du rapport), a invité le DLIS "à se charger de la coordination des recherches sur les criquets et les conditions météorologiques, en coopération avec les autres organisations intéressées". L'application de la météorologie aux problèmes de la prévision acridienne a été examinée de façon suivie, et l'auteur a fait de courtes visites à l'Organisation météorologique mondiale à Genève, à l'aller et au retour, pour s'occuper de la préparation d'une étude complète à ce sujet (publiée depuis conjointement par l'OMM et l'Anti-Locust Research Centre", en octobre 1963, sous la double cote "WMO Technical Note No. 54" et "Anti-Locust Memoir-No. 7") (17), et de l'organisation sur ce même thème d'un séminaire OMM/FAO qui a eu lieu ultérieurement à Téhéran, en novembre-décembre 1963, et dont l'auteur était co-directeur. L'OMM a pris à sa charge les dépenses supplémentaires occasionnées par ces visites à Genève.

La rédaction du présent rapport s'est trouvée retardée en raison des autres obligations de l'auteur, parmi lesquelles de nouvelles visites d'information en Irak, en Jordanie et en Turquie et une période de détachement auprès de l'Organisation de lutte contre le criquet pèlerin dans l'Est africain pour l'aider à exécuter des reconnaissances aériennes. Il est tenu compte ici des aspects de ces activités ultérieures qui sont pertinents aux fins du présent rapport et des faits nouveaux importants qui se sont produits en 1964 dans la situation acridienne globale au Pakistan et en Inde. Des mesures provisoires, indiquées dans le texte, ont déjà été prises pour donner suite à un certain nombre des recommandations formulées.



### VISITE AU PAKISTAN

1. L'auteur, qui avait déjà fait en 1950 une brève visite au Service de protection des plantes du Pakistan, a examiné lors de ce voyage les problèmes relatifs à la signalisation et à la prévision acridiennes, avec des fonctionnaires supérieurs du Ministère de l'agriculture, du Service de météorologie et du Département de l'agriculture du Pakistan occidental; il tient à remercier chaleureusement les nombreuses personnes qui ont collaboré avec lui durant sa mission et qui lui ont donné des conseils et une aide fort utiles.
2. En 1963, l'organisation de la lutte antiacridienne a subi de profondes modifications, qui ont eu des répercussions sur le système de signalisation. Ces modifications résultaient d'une réorganisation générale de l'administration du pays: le siège du gouvernement central a été transféré temporairement de Karachi à Rawalpindi et finalement dans la nouvelle capitale voisine d'Islamabad, tandis que certains pouvoirs passaient du gouvernement central aux administrations provinciales du Pakistan occidental et du Pakistan oriental, dont les capitales respectives sont Lahore et Dacca. Dans le domaine de la lutte antiacridienne, cette réorganisation a eu pour effet de confier à l'administration provinciale du Pakistan occidental, à Lahore, la responsabilité de la plus grande partie des opérations de lutte au sol et, partant, des opérations de signalisation, le Service de protection des plantes du gouvernement central, encore largement concentré à Karachi, restant responsable d'une réserve stratégique représentée surtout par le groupe aérien du service, ainsi que des activités internationales telles que la participation aux campagnes communes en Arabie saoudite et les rapports avec la FAO et les autres institutions internationales.
3. Cette réorganisation a posé inévitablement de nombreux problèmes de coordination dont certains intéressent l'organisation des reconnaissances acridiennes, le traitement des signalisations et les mesures à prendre pour leur donner des suites appropriées. Même en tenant compte des effets inévitables mais temporaires du régime transitoire à l'époque de la visite, il apparaissait clairement que les nouvelles dispositions continueraient à exiger une coopération très active pour assurer une efficacité et une économie de fonctionnement maximums.
4. Cette réorganisation a aussi posé de nouveaux problèmes au DLIS, car la plupart des signalisations de criquets émanent désormais des services provinciaux, de sorte que des faits nouveaux importants peuvent être mentionnés dans le rapport ordinaire bimensuel du service provincial avant d'être signalés dans le rapport correspondant du service central, voie officielle par laquelle parviennent au DLIS les renseignements sur la situation acridienne au Pakistan. Comme le service central et les services provinciaux publient tous deux leur rapport bimensuel à la même date (au milieu et à la fin de chaque mois), les informations contenues dans le rapport du service central peuvent parvenir au DLIS avec quinze jours de retard. Dans l'intérêt général, il est donc recommandé d'avancer de quelques jours (vers le 10 et le 25 du mois) les dates de publication des rapports bimensuels des services provinciaux, de manière que le rapport du service central puisse être établi sur la base de rapports à jour desdits services.
5. Le groupe aérien du Service de protection des plantes mérite une mention particulière. En effet, l'expérience a montré non seulement que l'utilisation accrue des avions met davantage à contribution les services de signalisation et de prévision, mais aussi

que les reconnaissances aériennes fournissent des renseignements importants et d'un type entièrement nouveau sur les déplacements, les effectifs et la dimension des essaims (voir p.ex. WMO Tech. Note No. 54, fig. 2 et 8-16), et aident indirectement mais efficacement à localiser des populations de criquets ne formant pas d'essaims (voir par. 31). En outre, c'est en facilitant les opérations aériennes et notamment la mise au point de techniques pour établir et maintenir le contact avec les essaims, avec les économies directes qui en résultent, que la météorologie peut rendre les services les plus immédiats dans la lutte antiacridienne.

6. Créé en 1953, le groupe aérien a entrepris des reconnaissances en Arabie saoudite en 1956-57, préfiguration des opérations inter-territoriales actuellement envisagées sous les auspices de la commission récemment créée par la FAO pour combattre le criquet pèlerin dans la partie orientale de son aire de distribution dans le sud-ouest de l'Asie. Pour ces premiers vols de reconnaissance en Arabie, le groupe aérien a utilisé les mêmes avions légers Auster, fournis par la FAO, que l'"East African Desert Locust Survey" avait déjà employés au Kenya, en Ouganda, au Soudan, en Ethiopie, en Somalie et au Tanganyika en 1953-55, période durant laquelle les appareils avaient établi le contact avec les criquets dans 6 territoires différents, durant 26 mois sur 28 successifs.

Les opérations du groupe aérien pakistanais en Arabie ont montré qu'une bonne partie du Grand Nefoud avait été exempte de criquets en mai-juin 1956 et en avril 1957, et ont permis d'acquérir une expérience pratique d'une valeur incalculable dans une zone désertique d'accès notoirement difficile par la voie terrestre et d'importance majeure comme aire de reproduction à pareille époque, en 1953 par exemple.

7. Le groupe aérien, renforcé par l'armée de l'air pakistanaise, a entrepris des opérations très actives contre des infestations massives de criquets survenues au Pakistan en 1961, mais il semble avoir obtenu à l'époque des résultats limités, à cause des préparations insecticides alors disponibles, en particulier des émulsions aqueuses, dont les insuffisances comme insecticide de contact contre les essaims ont été démontrées, par exemple au Maroc en 1954 (11).

8. A la fin de 1962, grâce aux nouveaux progrès réalisés touchant les méthodes et le matériel de pulvérisation, le groupe aérien a remporté un succès stratégique qui est peut-être l'un des plus grands acquis à ce jour dans la lutte globale contre le criquet pèlerin. En 1962, la reproduction estivale en Inde et au Pakistan, relativement modérée durant la première partie de la saison dans certaines des zones les plus fréquemment infestées du Sind, du Bahawalpur et du Rajasthan occidental, avait pris par la suite des proportions anormales: elle s'étendait jusqu'au 81°E, et les pontes, exceptionnellement prolongées, avaient été enregistrées dans 37 "degrés carrés" au total; ce chiffre était le plus élevé des trente dernières années. De plus, en juillet, une série d'observations au radar (par. 34 à 37) avait montré clairement que la superficie de certains des essaims parentaux dépassait parfois 1 000 km<sup>2</sup>, rien que dans un rayon de 100 km autour de Delhi, avec des densités de l'ordre de 100 millions de criquets au km<sup>2</sup>. Au début de septembre, les jeunes adultes de la nouvelle génération étaient pareillement répandus sur de vastes territoires, mais, sous l'influence des vents fortement convergents d'une profonde dépression qui s'était déplacée vers l'ouest à partir du Golfe du Bengale entre le 7 et le 12 septembre (Fig. 1), une partie considérable de ces criquets s'est concentrée dans les zones à relief difficile du Tharparkar, en bordure du Rann of Kutch. Ils se sont reproduits dans cette région à la faveur des fortes pluies accompagnant la dépression (par ex.



25 cm en un seul jour à Hyderabad), provoquant une infestation d'une ampleur qui n'a été établie qu'un mois après, quand les larves avaient déjà atteint le quatrième stade, et trop tard pour nourrir aucun espoir de lutte efficace avec des moyens terrestres.

9. Le groupe aérien pakistanais a combattu l'infestation en appliquant sur une échelle sans précédent la nouvelle méthode des pulvérisations à la dérive, en volume ultra-réduit. Des appareils équipés d'atomiseurs rotatifs et volant à une soixantaine de mètres de hauteur ont répandu perpendiculairement au vent, sur des bandes de terrain écartées de 0,8 à 1,6 km, de la dieldrine en solution huileuse concentrée spéciale, à raison de 8 g seulement à l'hectare. Le groupe aérien de recherche opérationnelle de la FAO avait effectué en Inde, deux mois auparavant, des démonstrations limitées sur l'utilisation de cette technique mise au point d'après les résultats d'expériences faites antérieurement en Afrique de l'ouest et de l'est - ref. 6, 7 (voir Fig. 2, qui montre aussi comment les données sur la fréquence des pontes sont utilisées pour établir les plans de recherche opérationnelle; le lieu de cette expérience réalisée en août 1962 est indiqué sur la carte montrant la fréquence des infestations larvaires en août des années précédentes, carte fournie par le DLIS au groupe de recherche opérationnelle en avril 1962). Le groupe aérien a traité de cette façon une superficie de 6 000 km<sup>2</sup>, et l'infestation a été entièrement éliminée en l'espace d'une semaine.

10. Le succès de la campagne dans le désert du Tharparkar a été rendu possible non seulement par la mobilité des appareils, leur faculté d'adaptation au terrain et le pouvoir de destruction considérable de la nouvelle technique de pulvérisation, mais aussi par le fait que l'objectif était concentré - par comparaison avec la zone étendue d'où provenaient les essaims parentaux - en raison des vents convergents qui ont caractérisé la dépression de septembre. Il est indispensable d'atteindre un degré d'efficacité comparable dans les autres opérations de lutte contre le criquet pèlerin si l'on veut maintenir les infestations à un bas niveau à l'avenir. De toute évidence, il faut, à cet effet, non seulement que les organismes de lutte soient suffisamment intégrés et souples pour pouvoir entreprendre des opérations avec un court préavis, mais aussi que la qualité des services de signalisation et de prévision permette de déceler l'apparition de telles situations.

11. Le 31 juillet, durant un vol de Karachi à Sukkur à travers les fortes averses du front intertropical jusque dans le ciel de Sukkur, brumeux mais sans nuage, puis au cours d'une brève reconnaissance de la zone entourant Kathore - où le dernier des jeunes essaims issus de la reproduction de printemps de 1963 avait été signalé 8 jours auparavant - l'auteur a pu se faire une idée rapide mais très utile des possibilités que le groupe aérien offre dans le domaine de la reconnaissance. Les conditions dans l'après-midi se prêtaient fort bien, par rapport à celles qui règnent généralement en Afrique de l'est, au dépistage aérien des essaims éventuels, avec une visibilité de 30 à 50 km, une température extérieure de 35 à 37° à une trentaine de mètres de hauteur et une faible nébulosité à basse altitude. Elles contrastaient nettement avec celles qui avaient été signalées le mois précédent, durant une reconnaissance aérienne de la région de Multan: à ce moment, on avait observé d'épais nuages de poussière et des températures de l'air atteignant des maximums de l'ordre de 45°. En 1953-55, des reconnaissances aériennes effectuées, par des températures à peu près aussi élevées, en vue de dépister des essaims dans la haute vallée du Nil, au Soudan, avaient donné des résultats tout aussi décevants, que l'on avait attribués à une certaine réduction du vol des criquets, à de telles températures. Plus tard dans le courant de l'année, des

essaims avaient toutefois été repérés par avion avec succès, dans la région moins chaude du Soudan occidental. D'autre part, dans des conditions comparables à celles de la reconnaissance de Kathore, on a pu, en Afrique de l'est, repérer à contre-jour, jusqu'à 10 km de distance, des essaims même petits (moins d'un dixième de km<sup>2</sup>) volant à basse altitude, et observer contre le ciel, jusqu'à 100 km de distance, de gros essaims de l'ordre de 100 km<sup>2</sup>, se déplaçant à grande altitude. On peut donc considérer que, durant un survol d'une heure de la région de Kathore, à une hauteur de 30 m environ, la recherche des petits essaims a porté sur une superficie pouvant atteindre 2 000 km<sup>2</sup> et celle des gros essaims sur une superficie de l'ordre de 20 000 km<sup>2</sup>.

12. On n'a aperçu aucun criquet, mais la zone reconnue à la recherche de petits essaims, durant cette heure de vol, ne représentait naturellement qu'un échantillon de l'ordre de 1 pour cent de la superficie sur laquelle s'étaient égaillés les quelques essaims signalés depuis la fin juin, et l'essaim aperçu à Kathore pouvait fort bien s'être déplacé de plusieurs centaines de kilomètres durant les 8 jours d'intervalle, ce qui souligne la nécessité capitale non seulement de transmettre rapidement les signalisations mais aussi de leur donner avec célérité les suites appropriées. A une certaine distance du canal de Nara s'étend une vaste région <sup>de dunes</sup> où la population est clairsemée, ce qui explique de façon assez plausible l'absence de signalisations ultérieures émanant de cette zone, elle-même comprise dans une zone plus vaste qui s'étend des deux côtés de la frontière et qui semble avoir été à nouveau incomplètement "couverte" par les signalisations l'année suivante (par. 53).

13. Le groupe aérien pakistanais, qui compte actuellement 17 avions Beaver, est probablement l'équipe aérienne la plus importante dont dispose l'un quelconque des gouvernements engagés dans la lutte contre le criquet pèlerin. L'auteur et les autres visiteurs qui sont venus à Karachi en 1963 et qui avaient déjà participé à des opérations aériennes contre les criquets ont été très impressionnés par les qualifications professionnelles du personnel d'entretien et des pilotes, comme en témoigne le fait qu'en 10 ans d'activité on n'a enregistré aucun accident imputable à l'erreur d'un mécanicien et que l'on exige des pilotes désireux d'entrer dans l'équipe un brevet de pilote commercial reconnu sur le plan international et un minimum de 500 heures de vol. Les avions sont aussi très demandés pour des pulvérisations sur les cultures, au Pakistan oriental comme au Pakistan occidental, et, rien que pour les cultures de riz, les opérations de cet ordre ont porté en 1962 sur plus de 100 000 ha. Mais, à l'origine, le groupe aérien a été constitué principalement pour la lutte antiacridienne et, à la lumière de ce que l'on sait maintenant sur la nature du problème acridien (par. 49, etc.), il est recommandé de prendre des dispositions bien précises pour assurer que deux appareils au moins resteront toujours disponibles, dans les 12 heures par exemple, pour des opérations de reconnaissance et de lutte antiacridiennes - si possible non seulement au Pakistan mais aussi en dehors du pays, sous les auspices de la nouvelle commission de lutte contre le criquet pèlerin dans l'Asie du Sud-Ouest. Les avions sont déjà bien équipés, étant dotés de radio à haute fréquence et à très haute fréquence et des dispositifs standard d'aide à la navigation (ADF/VOR); il est recommandé de prendre des dispositions (peut-être au titre du Projet) pour les doter en temps utile de nouveaux instruments, tels que les installations miniaturisées à effet Doppler pour la détection des vents, actuellement mises au point pour les hélicoptères, qui semblent devoir élargir les possibilités de la reconnaissance aérienne dans la lutte antiacridienne.

14. A la suite de la publication par l'auteur d'une étude montrant l'influence, sur l'émigration des criquets, de la zone de convergence intertropicale (ZCIT), entre les

vents de mousson et les vents alizés qui prennent naissance de part et d'autre de l'Equateur, M. Mohamed Shabbar, du Service météorologique du Pakistan, a entrepris en 1952 les premières études locales sur les rapports entre la ZCIT et la situation acridienne au Pakistan et en Inde. M. Shabbar a effectué récemment au DLIS, avec le professeur R.S. Scorer, à Londres, des recherches complémentaires sur cette question, dans le cadre d'une étude mathématique sur d'autres aspects de la convergence des vents et sur la formation des cyclones tropicaux. Il s'est particulièrement intéressé aux différences entre la situation (déjà étudiée) de 1952 - année où la mousson s'est terminée de bonne heure, où il n'y a pas eu de seconde génération de reproduction estivale et où les essaims ont quitté rapidement le sous-continent en septembre -, et la situation de 1962 - année où les pluies ont été tardives, la reproduction continue et les migrations retardées.

15. Au séminaire récemment organisé à Téhéran par l'OMM et la FAO, à l'intention de météorologistes provenant des pays engagés dans la lutte contre le criquet pèlerin, le Pakistan était représenté par M. Siddiqi, Directeur adjoint du Service de météorologie, qui a pris une part très active aux débats, en particulier sur la situation régnant à la fin de juin 1961. Cette situation, qui avait déjà fait, au DLIS, l'objet d'une étude détaillée (à paraître prochainement) de M. J.A. Cochemé, a été caractérisée par une invasion exceptionnellement tardive mais forte du Pakistan et de l'Inde par des essaims venant de l'ouest, invasion qui semble avoir été aggravée par la concentration en nouveaux essaims, sous l'influence des vents convergents associés avec un cyclone tropical à l'échelle synoptique et moyenne, de criquets disséminés de provenance locale.

16. M. Naqvi, Directeur du Service météorologique du Pakistan, s'intéresse vivement aux possibilités d'application de la météorologie au problème de la lutte antiacridienne, et le Service a constitué aux fins d'étude un stock de criquets vivants. Le Pakistan ne manque donc pas de météorologistes possédant une expérience qui permet de resserrer la collaboration dans la lutte et la recherche antiacridiennes.

17. Au Pakistan - et le cas n'est pas unique - certaines des zones les plus importantes du point de vue de la situation acridienne sont les zones peu peuplées et d'accès difficile qui s'étendent des dunes du Sind et du Bahawalpur jusqu'aux montagnes escarpées du Kalat; il est donc absolument nécessaire d'améliorer les communications. Le Comité consultatif technique de la FAO a déjà approuvé l'achat, avec les fonds du Projet du FSNU relatif au criquet pèlerin, de huit autres postes de radio qui seront installés à Gwadar, Pasni, Kharan, Khuzdar, Jubo, Islamgarh et Chachro (avec un poste de réserve), et qui viendront s'ajouter aux postes déjà en service à Karachi, Panjgur et Quetta.

18. On trouvera à la rubrique "Conclusions générales" (par. 42-55), des observations sur diverses autres questions intéressant l'organisation de la lutte antiacridienne aussi bien au Pakistan qu'en Inde.

#### VISITE EN INDE

19. L'auteur, qui s'était déjà rendu en Inde en qualité de délégué à la Conférence internationale sur les criquets, tenue à New Delhi en 1950, a examiné lors de la visite rapportée ici les problèmes relatifs à la prévision et à la signalisation acridienne dans ce pays, avec de hauts fonctionnaires de la Direction de la lutte antiacridienne et de la protection des plantes, du Service indien de météorologie, de l'Institut indien de recherche agronomique

et du Centre international d'études de l'Océan indien. Il tient à remercier chaleureusement les nombreuses personnes qui ont collaboré avec lui durant sa mission et qui lui ont donné des conseils et une aide fort utiles.

20. En Inde, les archives concernant les infestations par des essaims de criquets remontent à 1803. L'histoire de la situation acridienne dans le sous-continent a été étudié en détail et publié sous une forme résumée par Ramchandra Rao (24) pour la période allant jusqu'à 1939 et par Hem Singh Pruthi (13) pour la période 1939-46. Ce dernier a aussi dressé un tableau sommaire de la situation en 1949-50 (14). Les relevés détaillés dont on dispose pour les quatorze années qui se sont écoulées depuis constituent une mine exceptionnelle de renseignements qui demande à être encore exploitée. Le report de ces données sur des cartes, leur analyse et leur interprétation constituent peut-être une des activités qui, dans le vaste domaine des recherches sur le criquet pèlerin, présentent manifestement le plus d'intérêt immédiat - non seulement parce qu'elle enrichirait la connaissance générale du problème acridien dans le sous-continent, mais aussi parce qu'elle entraînerait directement des améliorations dans l'organisation et l'économie des opérations de lutte (voir aussi par. 43-49). Pour ce travail, il ne faut pas se borner à suivre les méthodes appliquées à l'étude des périodes antérieures, mais bien tenir pleinement compte des progrès réalisés depuis dix ans vers une compréhension plus profonde des rapports entre migrations des criquets et facteurs météorologiques ainsi que de la dynamique des infestations.

21. Cette visite a été trop courte pour que l'auteur puisse soumettre les données à l'examen attentif qui aurait été nécessaire pour formuler des recommandations complètes et détaillées à cet égard. Toutefois, on trouvera dans la note technique No. 54 de l'OMM une description détaillée des méthodes mises au point - en se fondant sur les importants travaux cartographiques antérieurement effectués à l'ALRC et sur l'expérience acquise sur le terrain - pour la cartographie et l'analyse des données acridiennes et météorologiques, dans le cadre d'un projet de recherche\* très comparable, par son ampleur et à d'autres égards, à celui qui est suggéré ici; cette note technique examine également de manière approfondie les possibilités et les limitations de ce système de relevés réguliers des données sur les acridiens. Il est recommandé d'utiliser en Inde une méthode analogue: transcription des données sur des cartes détaillées, avec toute la précision possible (échelle suggérée 1/1 000 000 ou plus grande), puis report sur des cartes au 1/4 000 000 environ montrant, pour chaque période de 5 jours, la présence ou l'absence de criquets (avec leur stade de maturité), à chaque date et dans chaque carré d'1/4 de degré de côté, de façon à obtenir des données objectives non seulement sur les variations dans la répartition des populations de criquets, mais aussi sur les cas également importants où la répartition des criquets peut demeurer statique à l'échelle géographique.

---

\* Comparaison détaillée de toutes les signalisations de criquets pèlerins et de toutes les observations météorologiques émanant de tous les pays intéressés durant la période mai 1954-mai 1955 - "The geographical distribution and movements of Desert Locusts during 1954-55 in relation to the corresponding synoptic meteorology", par R. C. Rainey et C. I. H. Aspiden, Note technique No. 54 de l'OMM, p. 54-103, fig. 17-24.

22. A l'heure actuelle, l'un des problèmes les plus importants, en matière de lutte et de recherche antiacridiennes, est celui de l'importance relative, comme source potentielle d'infestation future, des criquets formant des essaims et des criquets qui n'en forment pas, ou, en d'autres termes, le problème des rapports entre les modifications phasaires et la dynamique des infestations. Depuis les travaux de Ramchandra Rao et de ses collègues, qui ont fait oeuvre de pionnier dans ce domaine il y a une trentaine d'années, une série de relevés sur les apparitions de criquets dispersés ne formant pas d'essaims a toujours été régulièrement tenue dans le sous-continent, sur la base des informations fournies par 55 postes avancés répartis, en Inde, dans les "Scheduled Desert Areas" du Rajasthan, du Gujarat et du Punjab oriental, et par 13 autres postes situés au Pakistan. Cinq prospections sont entreprises chaque semaine à partir de chaque poste, sauf durant la période de reproduction active où le personnel exécute des opérations de lutte. Trois de ces cinq prospections sont faites à pied chaque jour, dans différentes directions, dans un rayon de 5 à 8 km autour du poste. Une autre prospection est faite dans un rayon de 16 à 24 km, et durant la cinquième, faite en jeep, on échantillonne toute la zone dont le poste a la responsabilité. L'ensemble de la "Scheduled Area" couvre une superficie de l'ordre de 200 000 km<sup>2</sup>, de sorte que la superficie moyenne confiée à chaque poste est de 3 600 km<sup>2</sup> environ, soit un carré de 60 km de côté.

23. La méthode de prospection utilisée s'inspire des principes exposés à la troisième Conférence internationale sur les criquets, tenue à Londres en 1934. Chaque membre de l'équipe de prospection note le nombre total des criquets aperçus en suivant une ligne droite de longueur connue, contre le vent, à un moment du jour déterminé où les criquets solitarigestes sont facilement dérangés par le bâton de 1,50 m que porte chaque agent. Les résultats sont exprimés en nombre de criquets au km<sup>2</sup>, en supposant que les criquets aperçus représentent le nombre total des criquets présents dans une bande de terrain de 1,70 m de part et d'autre de l'agent quand il traverse à pied une végétation épaisse, de 3,40 m quand la végétation est clairsemée et de 6,70 m quand l'agent se déplace à dos de chameau. Ces hypothèses se fondaient à l'origine sur l'observation directe du comportement des criquets. Il est recommandé de contrôler maintenant l'exactitude de ces chiffres, à diverses reprises et dans des conditions représentatives, en utilisant les méthodes plus précises mais plus fatigantes dont on dispose aujourd'hui pour déterminer le nombre total des criquets présents, par marquage et recapture (25).

L'utilité potentielle de ces prospections est reconnue depuis longtemps. En fait, la fourniture de pedomètres et de jumelles supplémentaires, surtout pour faciliter ces observations en Inde, a été l'une des premières propositions approuvées au titre de ce chapitre du Projet.

24. Par exemple, c'est grâce à ces observations qu'il a été démontré pour la première fois que les criquets pèlerins solitarigestes émigraient régulièrement sur des distances considérables. Cependant, plus encore que les observations correspondantes relatives aux criquets formant des essaims, ces observations doivent encore être pour la plupart reportées sur des cartes et analysées. Il est donc recommandé d'étudier les possibilités de le faire, en examinant en détail les données journalières relatives à une période limitée riche en informations sur les criquets dispersés mais exempte d'essaims.

25. En examinant de plus près les possibilités d'interprétation, d'utilisation et d'intensification de ces signalisations de criquets disséminés, non seulement pour prévoir à l'avance les évolutions dangereuses de la situation acridienne, mais aussi, de façon plus

générale, aux fins de la recherche, il faut tenir compte des constatations qui se sont déjà dégagées de ces recherches et d'un certain nombre de conclusions résultant de recherches effectuées dans d'autres directions.

26. Nous pouvons d'abord considérer les chiffres comme des estimations de l'ordre de grandeur des effectifs des criquets ne formant pas d'essaims qui sont présents dans cette zone. En l'absence d'essaims, les chiffres les plus élevés enregistrés dans la "Scheduled Area" chaque mois ont été généralement de l'ordre de quelques milliers de criquets au  $\text{km}^2$ , parfois de quelques centaines seulement. En revanche, quand il s'agissait d'essaims, le nombre des criquets était de l'ordre d'une centaine de millions au  $\text{km}^2$ : les dénombrements de cadavres effectués à la suite de pulvérisations intensives de zones échantillons, les observations photographiques et la série d'observations faite à l'aide du radar sur des essaims survolant Delhi en juillet 1962 (par. 34-36) concordent sur ce point. Un seul  $\text{km}^2$  d'essaims comprend donc assez de criquets pour peupler de 500 individus en moyenne chaque  $\text{km}^2$  de l'ensemble de la "Scheduled Area", ou assez de criquets disséminés pour qu'ils soient qualifiés d'innombrables (plus de 20 000 environ au  $\text{km}^2$ ) sur une superficie de 5 000  $\text{km}^2$ , ou encore un nombre suffisant d'individus pour assurer la présence de 3 criquets disséminés au  $\text{km}^2$ , dans toute l'aire d'invasion de l'espèce, de l'Assam à l'Atlantique. Les effectifs d'un seul essaim, même petit, équivalent donc à ceux d'une population exceptionnellement abondante de criquets solitarigestes, et, rétrospectivement du moins, il est facile de se rendre compte de la gravité de la menace que faisaient peser les deux petits essaims signalés près de la frontière indo-pakistanaise, en juin-juillet 1964.

27. Le fait, déjà mentionné, que les criquets solitarigestes émigrent régulièrement sur de grandes distances constitue sans doute la principale des observations effectuées dans le cadre de ces relevés. Inversement, ni dans le désert indien ni ailleurs, on n'a encore trouvé aucun secteur hébergeant une population permanente de criquets pèlerins solitarigestes, et le Groupe d'experts FAO a conclu en 1956 (4) que l'opinion admise auparavant et selon laquelle les infestations de criquets pèlerins naissaient dans quelques zones statiques grégarigènes était indéfendable.

28. Considérant le rôle futur de cette Organisation de prévisions acridiennes, à la lumière des indications qui se sont dégagées des données dont elle dispose elle-même et des recherches effectuées ailleurs au cours des trente dernières années, il est recommandé que son objectif principal soit d'aider à maintenir le contact le plus étroit possible avec la proportion maximum de la population acridienne totale présente en Inde, en tenant compte de ce que nous savons sur la mobilité et la nature fuyante des populations de cette espèce.

29. A l'heure actuelle, il ressort par exemple du programme officiel de prospection (voir par. 22) que 60 pour cent des parcours à pied sont effectués dans un rayon de 8 km autour de chaque poste, c'est-à-dire dans 5 pour cent seulement de la zone totale dont le poste est chargé. Il est recommandé d'assouplir à l'avenir les méthodes de prospection, en commençant par utiliser au maximum toutes les données météorologiques disponibles, en particulier sur les pluies et les vents, pour aider à délimiter, en vue d'un échantillonnage intensif, les zones les plus susceptibles de contenir des criquets.

30. En outre, il est recommandé d'installer le plus tôt possible des pièges lumineux dans tous les postes avancés, car on a constaté, au cours des opérations entreprises dans la région de Bikaner en 1963 avec le concours de l'équipe de prospection écologique

de la FAO, que ces pièges pouvaient révéler la présence de populations de criquets plus nombreuses qu'on n'aurait pu le supposer d'après les dénombrements correspondants effectués sur place.

31. Enfin, l'expérience de l'équipe de prospection écologique et du groupe aérien de recherche opérationnelle de la FAO, en septembre-octobre 1963, a aussi montré que, même si aucun criquet n'a en fait été aperçu au Rajasthan lors des vols effectués durant cette période, des observateurs terrestres expérimentés (appartenant à la FAO et à l'organisation locale) ont été en mesure de repérer depuis l'avion une zone (Sri Kolayatji) qui a été soumise ensuite à une prospection terrestre et où des criquets disséminés étaient présents en nombre supérieur à ceux qu'avaient permis de déceler partout ailleurs les dénombrements usuels effectués au cours de la même période. Il est recommandé d'étudier de plus près cette possibilité d'utilisation indirecte des avions pour aider à localiser les principales populations de criquets épars.

32. Il est en outre recommandé de modifier la procédure actuellement suivie pour enregistrer les criquets disséminés, en s'inspirant de l'imprimé IDLIS/3 (approuvé par le Comité consultatif technique à sa huitième session) afin de conserver une partie des renseignements potentiellement utiles, mais actuellement perdus, sur la distribution et la position relative des criquets effectivement repérés par les agents de prospection. A l'heure actuelle, on estime directement le nombre des criquets au km<sup>2</sup>, d'après le chiffre des criquets effectivement aperçus, de sorte qu'un chiffre de 150 criquets au km<sup>2</sup>, mentionné par exemple dans le rapport mensuel de l'organisation aux pays voisins et au DLIS, peut signifier - ce sont là les deux possibilités extrêmes - qu'une demi-douzaine de criquets ont été aperçus en des points éloignés l'un de l'autre de 1 km en moyenne, ou qu'on a vu un seul groupe de six criquets ensemble, signe possible de la présence d'une concentration plus importante au voisinage. Il est donc particulièrement recommandé de faire une distinction entre les criquets isolés d'une part et les groupes (plusieurs criquets aperçus ensemble) d'autre part, car cette distinction donne une idée approximative de la densité minimum critique à laquelle les criquets peuvent commencer à éprouver des stimulations mutuelles. Il faut aussi que les agents de prospection reçoivent instruction de consigner des renseignements additionnels sur l'étendue et la densité des principales concentrations aperçues, en s'inspirant des exemples cités au verso de l'imprimé IDLIS/3.

33. Sur les 55 postes avancés de l'Organisation de prévisions acridiennes, 39 sont équipés de radio-téléphones, ce qui constitue sans doute le réseau de communications radio le plus dense dont dispose une organisation de lutte contre le criquet pèlerin. Pourtant, ce réseau n'est pas encore parfait et des négociations sont en cours pour obtenir une aide du Projet du FSNU dans ce domaine, étant donné l'importance de cette région pour l'ensemble de la situation acridienne. Il est recommandé d'envisager en particulier l'établissement de liaisons terrestres mobiles avec les avions, pour aider à intégrer plus étroitement les opérations aériennes dans les opérations de lutte, de reconnaissance et de recherche antiacridiennes en Inde.

34. L'Inde a récemment recueilli des données précieuses sur les populations de criquets en utilisant une méthode très différente mais complémentaire: le radar. La première observation d'un essaim de criquets sur un radar a été faite fortuitement par un navire de guerre dans le Golfe Persique (15); toutefois, c'est par une série de photographies d'essaims faites dans la région de Delhi du 26 au 29 juillet 1962 (19) qu'ont été démontrées en pratique les possibilités exceptionnelles du radar pour fournir des données objectives

sur les effectifs des criquets (question étudiée du point de vue théorique au Deuxième colloque de la FAO organisé à Rabat - réf. 6a), ainsi que sur la structure et le comportement des essaims en vol. Prises sur l'initiative du "Rain and Cloud Physics Research Centre" de l'"Indian National Physical Laboratory", ces photographies ont été portées à la connaissance des spécialistes participant au Colloque OMM/FAO (Téhéran, novembre 1963) par S. Mazumdar, du Service de météorologie indien, qui participait au Séminaire en qualité de consultant pour la météorologie synoptique. L'auteur remercie vivement M. V. Ramana Murty de l'avoir autorisé à inclure deux de ces photographies dans le présent rapport (fig. 3).

35. Les images ont été obtenues avec un radar japonais à micro-ondes qui est normalement employé dans les recherches sur la physique des nuages et sur la production des pluies (y compris l'évaluation des expériences d'"ensemencement" des nuages). L'examen des photographies au "Rain and Cloud Physics Research Centre" a permis d'établir la présence de criquets volants, dans un rayon de 100 km autour de Delhi, sur une superficie totale de l'ordre de 900 km<sup>2</sup>, le 27 juillet, et de 1 400 km<sup>2</sup>, le 28 du mois. En outre, on a estimé approximativement la densité par unité de volume ou l'espacement des criquets en vol, en considérant comme raisonnable une valeur de 1 cm<sup>2</sup> pour la section transversale réfléchissante d'un criquet. En fait, cette valeur est en complète harmonie avec les résultats inédits des expériences effectuées directement en laboratoire au "Royal Radar Establishment" de Malvern (10), pour le compte de l'ALRC, résultats que les chercheurs de Delhi ne connaissaient pas encore à l'époque. Les densités ainsi calculées étaient de 0,07 et 0,13 criquet au m<sup>3</sup>, les 26 et 27 juillet respectivement. Des photographies des zones plus denses de la partie supérieure des essaims volant à grande altitude en Afrique orientale (18) ont donné des valeurs analogues.

36. Les observations radar faites à Delhi (Fig. 3b) montrent que les criquets appartenant à ces essaims volaient depuis le niveau du sol jusqu'à une altitude atteignant souvent 1 500 m. D'après les densités volumiques calculées, cette hauteur de vol donne une densité de 150 millions de criquets environ au km<sup>2</sup>, abstraction faite des criquets temporairement posés qui se trouvent généralement au-dessous des essaims en vol, ainsi que des densités supérieures déterminées à proximité du sol par la présence de criquets prenant leur vol. Il convient de noter avec satisfaction la concordance d'ordre de grandeur entre ce chiffre de 150 millions de criquets au km<sup>2</sup> et celui de 100 millions de criquets au km<sup>2</sup> obtenu en Afrique de l'est par la méthode entièrement différente des dénombrements de cadavres après pulvérisation détrempante sur des bandes-échantillons à travers des essaims posés (16). Si l'on considère que les chiffres indiqués à Delhi pour la densité volumique et la hauteur du vol sont probablement assez représentatifs de l'ensemble de la zone où des criquets en vol avaient été détectés par les photographies au radar (sur lesquelles ne figurent probablement pas tous les criquets volant à basse altitude dans les parties les plus éloignées du champ couvert par le radar), le nombre des criquets dans un rayon de 100 km autour de Delhi doit avoir été de l'ordre de 100 milliards (10-11), les 27 et 28 juillet 1962.

37. S. Mazumdar (12) a étudié les conditions météorologiques au moment des observations au radar, en tenant compte des rapports correspondants régulièrement établis par l'organisation de lutte antiacridienne. Cependant, on est loin d'avoir épuisé les possibilités d'utilisation de cette série exceptionnelle de photographies, aux fins de recherches conjointes des trois organisations intéressées sur la structure et les déplacements de ces essaims en fonction des facteurs météorologiques et topographiques correspondants. La



Direction de la protection des plantes et le Service de météorologie indien ont déjà pris des dispositions pour permettre d'alerter et d'utiliser à cet effet le service de radar météorologique de l'aéroport de Safdarjung, à Delhi, quand des déplacements d'essaims sont prévus ou signalés dans le rayon d'action de ce service.

38. Des recherches concernant les effets des conditions météorologiques sur la répartition, les déplacements et la concentration des criquets en Inde ont été entreprises par Ramchandra Rao durant les années trente et ultérieurement (20-24), par D.R. Bhatia (1), par le même auteur et par Mital (2) et par G.N. Bhatia (3). Plus récemment, B.K. Varma a effectué, avec le concours de K.S. Venkatraman, qui avait représenté l'Inde au Séminaire FAO/OMM sur la météorologie et le criquet pèlerin (Téhéran, novembre 1963), une étude sur l'apparition d'un essaim en Inde en juin 1964, à la suite du passage d'une dépression cyclonique. S. Mazumdar (11a) a effectué une étude détaillée sur la formation du cyclone observé en Arabie en 1963(6b), en utilisant les données provenant de l'expédition internationale dans l'océan Indien, y compris les observations faites par un avion de reconnaissance météorologique qui a pénétré pour la première fois dans un cyclone de l'océan Indien.

39. Le Service indien de météorologie comprend une section de météorologie agricole qui a mis sur pied un service spécial de prévision météorologique régionale s'occupant de chacune des nombreuses régions agricoles du pays. Depuis de nombreuses années, la section de météorologie agricole s'intéresse aussi particulièrement aux facteurs météorologiques influant sur l'apparition des parasites et des maladies des cultures, et l'auteur remercie spécialement le Directeur général des observatoires qui lui a permis de faire, devant les membres de la Société indienne de météorologie et de hauts fonctionnaires du Service de protection des plantes, à New Delhi, ainsi que devant le personnel du Service de météorologie, à Poona, des conférences sur les applications de la météorologie à la lutte antiacridienne.

40. Le Service de protection des plantes possède un groupe aérien doté d'un équipement analogue à celui du groupe aérien pakistanais et présentant avec celui-ci divers points communs. En Inde, le premier repérage aérien d'un essaim posé a été effectué en 1944 par un avion volant à 60 m, et en 1964 on a entrepris au Rajasthan des reconnaissances aériennes pour dépister les essaims qui auraient pu s'échapper. D'énergiques opérations de lutte aérienne ont été menées à bien dans la région de Kutch à la fin de 1962 contre des essaims temporairement retenus dans cette zone, probablement par la convergence, le long d'un front côtier, entre la brise de mer et le vent de terre (note technique OMM No. 54, p. 90), et des destructions de criquets particulièrement impressionnantes ont été obtenues par l'emploi des préparations huileuses spéciales fournies dans le cadre du Projet du FSNU relatif au criquet pèlerin.

41. Les études morphométriques peuvent fournir des informations d'un grand intérêt sur les antécédents et l'origine possibles des spécimens. Par exemple, en été 1963, la découverte de criquets grégairiformes disséminés en divers points du Rajasthan a montré indirectement jusqu'où les criquets s'étaient propagés à partir des aires de reproduction printanière du Pakistan septentrional. En dehors des aspects phasaires de la morphométrie (16a), les mensurations morphométriques ont permis de constater des différences considérables entre des essaims d'origine différente et entre diverses populations solitaires; on a également relevé des différences légères mais significatives du point de vue statistique entre des essaims formés à la même époque et dans les mêmes zones de reproduction générale (16b). Il est recommandé de poursuivre dans ces directions l'étude des

matériaux recueillis en Inde; on pourrait aussi utiliser à cette fin les spécimens de criquets qui ont été ramenés d'Arabie par les missions indiennes au Hasa et à Koweït ces dernières années et qui se trouvent à la station de recherches sur les criquets pèlerins de Bikaner. Quant au traitement statistique de ces données, il convient de rappeler que Misra, Nair et Roonwal ont été, en 1952, les premiers à appliquer en Inde (12a) la méthode de la fonction discriminante à l'analyse morphométrique des criquets.

### CONCLUSIONS GENERALES

42. Les organisations antiacridiennes de l'Inde et du Pakistan présentent beaucoup de traits communs, qu'il s'agisse de leur origine, de leurs problèmes ou de leurs perspectives. La coopération entre les deux organisations est extrêmement étroite et efficace, et les considérations qui suivent s'appliquent à toutes les deux.

43. Dans ce sous-continent, avec ses zones complémentaires de reproduction hivernale et surtout estivale (fig. 4), le criquet pèlerin fait peser une menace directe sur un nombre de personnes plus grand que partout ailleurs. Dans toute l'aire d'invasion de cet acridien, il n'existe donc probablement aucune autre organisation comparable aux deux organisations indienne et pakistanaise en ce qui concerne les effectifs du personnel, l'expérience collective et la durée des services de spécialistes. La partie du sous-continent exposée aux invasions des criquets pèlerins a aussi fait l'objet d'observations d'une portée sans pareille concernant non seulement les criquets mais aussi les conditions atmosphériques. Les recherches de longue haleine sur les problèmes acridiens ont commencé dans cette région il y a plus de trente ans.

44. Les organisations antiacridiennes de l'Inde et du Pakistan ont déjà beaucoup fait pour déterminer la répartition saisonnière caractéristique des zones de reproduction et des migrations des criquets dans toute l'aire d'invasion, ainsi que la corrélation avec les facteurs météorologiques correspondants. En outre, les deux pays possèdent des services de météorologie modernes et efficaces. Voilà plusieurs dizaines d'années que l'on applique, en Inde, les données météorologiques aux problèmes agricoles, et c'est au Pakistan qu'ont été faites certaines des premières études locales sur les rapports entre la convergence des champs de vent et la distribution des essaims. En outre, le Séminaire récemment organisé à Téhéran par l'OMM et la FAO a accru le nombre des météorologistes indiens et pakistanaïses possédant une expérience approfondie de l'application de la météorologie aux problèmes de la lutte antiacridienne.

45. Il apparaît donc que les organisations antiacridiennes des deux pays auraient intérêt à tirer davantage parti de leurs services météorologiques nationaux, et en particulier des avis de spécialistes qu'ils peuvent leur fournir. Les spécialistes acridiens intéressés pourront ainsi acquérir une connaissance pratique des aspects pertinents de la météorologie synoptique, un peu comme les aviateurs professionnels apprennent à utiliser dans leur travail les ressources de la science météorologique. Le prochain Séminaire FAO/OMM, qui doit se tenir en septembre 1965 à Asmara, est justement destiné à donner aux spécialistes acridiens ce genre d'introduction à la météorologie.

46. Il convient d'ajouter qu'en plus de son importance pour la lutte antiacridienne la météorologie synoptique a un rôle à jouer dans d'autres problèmes agricoles; il a été démontré par exemple que la connaissance des champs de vent existant dans des cas déterminés peut fournir des indications utiles sur la propagation par le vent des spores de la rouille du blé (*Puccinia*) (9).

47. L'attention a déjà été appelée (par. 20) sur les possibilités d'utiliser, pour la recherche, les observations enregistrées sur l'évolution passée de la situation acridienne dans la région. Les recherches biogéographiques poursuivies depuis plus de trente ans sur le criquet pèlerin à l'"Anti-Locust Research Centre" et l'expérience acquise sur le terrain ont clairement montré qu'il fallait considérer ces observations à la fois d'un oeil critique et avec respect: d'un oeil critique, en reconnaissant le caractère inévitablement incomplet des relevés usuels d'essaims et de larves, même dans les zones les mieux documentées; et avec respect, en reconnaissant la nécessité d'apprécier à sa juste valeur chaque signalisation, en particulier pour ce qui concerne les dates et la situation géographique exactes, et, inversement, en reconnaissant que toute tentative de récapitulation sommaire de signalisations distinctes se traduit nécessairement par la perte de renseignements utiles. Par exemple, quand un tableau résumé des pontes survenues dans un certain nombre de districts d'un Etat durant la première quinzaine du mois est préparé à partir de plusieurs signalisations de ponte, on ne peut retrouver dans ce tableau une grande partie des renseignements qui figuraient dans les signalisations originales au sujet de la répartition, des déplacements et de la dimension des essaims et l'on ne peut s'en servir pour estimer la date et la distribution des éclosions et de l'apparition éventuelle de jeunes ailés avec la précision que les signalisations primitives auraient consentie.

48. Dans l'intérêt général, il est donc instamment recommandé de transmettre au DLIS, qui les utilisera pour interpréter la situation acridienne globale et prévoir son évolution future, une proportion beaucoup plus grande des renseignements acridiens détaillés extrêmement utiles qui sont en fait disponibles dans ces pays. On devrait s'attacher particulièrement à obtenir des renseignements complémentaires sur la reproduction: dates et lieux précis de toutes les signalisations de ponte et de toutes les signalisations ultérieures de larves, avec des précisions sur les stades observés.

49. Le moment paraît venu de faire le point des recherches effectuées jusqu'à présent sur la biogéographie et la dynamique des infestations de criquets pèlerins, non seulement en Inde et au Pakistan, mais aussi ailleurs, en vue de réorienter éventuellement dans une certaine mesure la politique de recherche et de lutte. La nécessité de cette réorientation est ressortie d'abord des constatations faites en 1956 par le Groupe d'experts FAO sur la lutte à long terme contre le criquet pèlerin. Ce groupe d'experts, dont faisaient partie Shri Ramchandra Rao (Inde) et Afsal Husain (Pakistan), a appelé l'attention notamment sur l'absence de centre grégarigène permanent du criquet pèlerin et sur les preuves de la présence constante de populations essaimantes en un point ou un autre de l'immense aire d'invasion de cet acridien, même durant une grande partie des périodes de rémission. L'expérience ultérieure a montré que, s'il convenait de ne pas négliger l'importance potentielle des criquets solitarigèstes, il importait encore plus, durant les périodes de rémission, d'accorder l'attention voulue à l'apparition de populations essaimantes - comme celles qui sont apparues en juin et juillet 1964 en Inde et au Pakistan.

50. Il faut donc s'attacher particulièrement à relever la présence de tous les essaims, même si on leur a parfois attribué dans le passé une importance relativement secondaire du point de vue tant des opérations de lutte - qui à l'époque visaient essentiellement les larves - que de l'apparition d'une nouvelle calamité, l'attention se portant alors sur les criquets solitarigèstes. De nouveaux problèmes concernant la localisation et l'évaluation des essaims ainsi que le maintien du contact avec eux se posent maintenant à ces deux points de vue. En juin 1963, par exemple, le contact semble avoir été temporairement perdu avec les rares essaims issus de la reproduction du printemps de 1963 dans le nord

du Pakistan occidental, aucun essaim n'ayant été signalé, ni en Inde ni au Pakistan, entre le dernier rapport annonçant que des essaims étaient encore présents dans les zones de reproduction le 19 juin et la première des diverses signalisations faites dans la région de Jaisalmer, le 28 juin, à 330 km environ des zones de reproduction.

51. Il faut donc tenir compte des nouveaux renseignements que les groupes aériens des deux services de protection des plantes peuvent fournir sur les déplacements des essaims dans ces pays, informations qui faciliteraient l'interprétation détaillée des signalisations terrestres actuelles et passées et pourraient compléter très utilement les renseignements figurant dans ces dernières. En préparant ces opérations aériennes, il faut tenir pleinement compte des effets connus du comportement des criquets et des conditions atmosphériques sur l'efficacité des reconnaissances aériennes entreprises pour dépister des essaims.

52. En outre, s'il est vrai qu'ailleurs c'est surtout en localisant et en suivant les essaims que les avions ont permis de compléter les signalisations terrestres, la recherche aérienne des larves peut aussi présenter de l'intérêt, même dans des zones de reproduction aussi bien prospectées que celles de l'Inde et du Pakistan. Par exemple, alors que, selon le Groupe aérien de recherche opérationnelle de la FAO opérant au Rajasthan en août 1962, "la prospection aérienne n'est applicable qu'aux larves des derniers stades car elles seules sont visibles dans les conditions rencontrées, bien que des observateurs, dans d'autres circonstances (par exemple en Tripolitaine en mai 1957) aient pu apercevoir depuis les airs des larves du premier stade", on a annoncé en même temps que "des bandes de larves du quatrième stade ont été très nettement discernées depuis les appareils utilisés qu'il s'agisse d'hélicoptères ou d'avions Auster ou Beaver. On a vu simultanément jusqu'à dix bandes, ce qui indique que la zone était fortement infestée. Pourtant, une équipe voyageant en jeep n'a aperçu dans la même région que huit bandes larvaires, au cours d'une prospection de 50 km".

53. Il serait peut-être particulièrement nécessaire de mieux "couvrir" les zones plus arides du désert du Rajasthan et les parties voisines du Pakistan, en particulier la région délimitée par Khairpur, Bahawalpur, Jaisalmer et Khipro, spécialement difficiles à reconnaître à cause de l'enchevêtrement des dunes non fixées. Mention a déjà été faite des lacunes apparentes dans les signalisations d'essaims dans cette zone, en juin-juillet 1963 (par. 12 et 50). Un an plus tard, deux signalisations de petits essaims, faites en juin-juillet 1964 dans cette région (de chaque côté de la frontière) ont été suivies de pontes d'une importance considérable si l'on tient compte de la rémission qui caractérise actuellement la situation acridienne globale. Une grande partie de ces pontes n'ont été découvertes qu'après les derniers stades de la transformation en jeunes aillés.

54. Il serait utile d'étudier les possibilités de stimuler, dans les universités et les autres établissements de recherche de l'Inde et du Pakistan, l'intérêt pour les recherches sur certains des problèmes très divers que posent la biologie du criquet pèlerin et la lutte contre cet acridien, dans le domaine non seulement de l'entomologie mais aussi de plusieurs autres disciplines.

55. On reconnaît depuis longtemps, en Inde et au Pakistan, la nécessité de confier à des spécialistes la direction et la surveillance techniques des travaux antiacridiens. Pour remporter sur le criquet pèlerin une victoire aussi complète et économique que les perspectives actuelles le laissent espérer, il faut poursuivre des recherches comportant une action conjuguée de plusieurs disciplines dans de nombreux domaines,

souvent en débordant largement le cadre traditionnel de l'entomologie appliquée. Il faut à cette fin disposer d'un personnel suffisamment initié aux autres disciplines en cause pour comprendre combien il est utile et nécessaire d'obtenir l'avis éclairé des spécialistes de ces disciplines, et en particulier pour être en mesure de poser à ces spécialistes des questions convenablement formulées (de façon plus générale, c'est peut-être la capacité de bien énoncer les questions qui constitue la forme la plus utile du savoir). Parmi ces domaines, il convient de mentionner particulièrement la météorologie et l'aviation. En Inde et au Pakistan, comme peut-être dans tous les autres pays où le criquet pèlerin est un sujet de préoccupation, il semble que les experts acridiens d'une part et les aviateurs professionnels et les météorologistes d'autre part, n'éprouvent pas encore suffisamment une estime réciproque fondée sur les compétences techniques et la valeur professionnelle.

### REMERCIEMENTS

L'auteur tient à exprimer sa vive gratitude aux membres de toutes les organisations de lutte antiacridienne et de tous les services météorologiques auxquels il a rendu visite, pour l'aide qu'ils lui ont apportée dans de nombreux domaines, notamment en le faisant profiter de leurs connaissances sur les criquets et la météorologie; aux fonctionnaires de la FAO qui, au Siège et dans les pays visités, l'ont aidé à résoudre des problèmes administratifs et autres, et enfin au personnel du DLIS et à d'autres collègues de l'"Anti-Locust Research Centre", qui l'ont aidé à établir le présent rapport. A ce propos, il tient à exprimer spécialement sa reconnaissance à Mlles Z. Waloff et E. Betts, ainsi qu'à MM. F. Bullen, C.F. Hemming et R.D. MacGuaig, qui lui ont fourni des renseignements recueillis durant leurs voyages plus récents dans ces pays; enfin, l'auteur remercie particulièrement Mlle A. Lumley qui, pendant qu'il se trouvait lui-même en Australie, a travaillé à la mise au point définitive du présent rapport.

### OUVRAGES CITES

1. Bhatia D.R., 1939 - The influence of dust-storms on the migration of the Desert Locust. Indian J. Ent., New Delhi, 1, p. 49-51.
2. Bhatia D.R. et Mital V.P., 1962 - Displacement of invading Desert Locust swarms during 1959 in India in relation to wind movements. Indian J. Ent. New Delhi, 23, (1961), p. 225-229, 1 carte.
3. Bhatia G.N., 1961 - Observations on concentrated solitary breeding of Desert Locust (Schistocerca gregaria Forsk.) in Rajasthan (India) during 1956. Indian J. Ent. 21, (1959), p. 77-81.
4. FAO, 1956 - Rapport du Groupe d'experts de la FAO sur une politique à long terme contre le criquet pèlerin, Londres, avril 1956. No. 1956/11. 27 pages.
5. FAO, 1962 - Voyage d'information en République arabe unie, au Soudan, en Ethiopie, au Liban et en Iran, février-mai 1962. UNSF/DL/RFS/1.
6. FAO, 1962a - Recherche opérationnelle - Mission au Pakistan et en Inde - juillet-septembre 1962, UNSF/DL/OP/1.

- 6a. FAO, 1963 - Rapport des premier et deuxième Colloques concernant la lutte contre le criquet pèlerin au moyen d'insecticides, Rabat (Maroc), mars 1963, UNSF/DL/M/3.
- 6b. FAO, 1963a - Rapport sur les levés aériens effectués dans la Péninsule arabique, juin-juillet 1963, UNSF/DL/OP/3.
7. FAO, 1963b - Lutte contre les larves au moyen d'applications d'insecticides sur la végétation - Pakistan et Inde, 1962, UNSF/DL/OP/2.
8. FAO, 1963c - Rapport sur un voyage d'échange à l'"Anti-Locust Research Centre" de Londres et sur un voyage d'information en Arabie saoudite, décembre 1962 - janvier 1963, UNSF/DL/RFS/2.
9. Gregory P.H., 1961 - The Microbiology of the Atmosphere, London, Leonard Hill.
10. Harper W.G., 1962 - in litt.
11. Lhéritier G., 1955 - Essais de moyens de lutte contre la sauterelle pèlerine (Schistocerca gregaria Forsk). Trav. Serv. Déf. Vég. Maroc, Rabat, No. 8, 20 pages.
- 11a. Mazumdar S. - Study of a cyclonic spell in the Indian seas. In WMO/FAO Seminar on Meteorology and the Desert Locust, Teheran, 1963 (sous presse).
12. Mazumdar S., Bhaskara Rao, N.S. et Gupta G.R. - Radar and synoptic study of a case of locust incidence at New Delhi (India). In WMO/FAO Seminar on Meteorology and the Desert Locust, Teheran, 1963 (sous presse).
- 12a. Misra S.D., Nair K.R. et Roonwal M.L., 1952 - Studies in intra-specific variation; Part VI. Indian J. Ent., New Delhi, 14, p. 95-151.
13. Pruthi H.S., 1951 - The Desert Locust cycle of 1940-46 in India; its progress and control. Mem. Ent. Soc. India, New Delhi, No. 2.
14. Pruthi H.S., 1951a - Origin of a fresh cycle of the Desert Locust and its progress in India (1949-50). Indian J. Ent., New Delhi, 13, p. 87-93.
15. Rainey R.C., 1955 - Observation of Desert Locust swarms by radar. Nature, London, 175, p. 77.
16. Rainey R.C., 1958 - The use of insecticides against the Desert Locust. J. Sci. Fd. Agric., 9, p. 677-692.
- 16a. Rainey R.C., 1962 - Some effects of environmental factors on movement and phase-change of locust populations in the field. Colloq. int. Cent. nat. Rech. Sci., Paris, No. 114, p. 175-199.
- 16b. Rainey R.C., 1962a - The mechanism of Desert Locust swarm movements and the migration of insects. 11th, Int. Congr. Ent., Vienna 1960, Vol. 3, p. 47-49.

17. Rainey R.C., 1963 - Meteorology and the Migration of Desert Locusts. WMO Technical Note No. 54; Anti-Locust Memoir 7.
18. Rainey R.C. et Sayer H.J., 1953 - Some recent developments in the use of aircraft against flying locust swarms, *Nature, Lond.*, 172, p. 224-228.
19. Ramana Murty, Bh.V.; Roy A.K.; Biswaz K.R. et Khamain L.T., 1964 - Observations on flying locusts by radar. *J. of Sci. and Ind. Research. Delhi*, 23, No. 7, p. 239-296.
20. Rao, Y.R., 1936 - The locust incursion of 1935 in north-west India - its significance in the study of the locust problem. *Indian J. agric. Sci., Delhi*, 6, p. 1031-1053.
21. Rao, Y.R., 1938 - A further note on studies of migration among the solitaries of locusts in north-west India 1936-1938. 5th Int. Locust Conf., Brussels 1938, p. 238-247.
22. Rao, Y.R., 1942 - Some results of studies on the Desert Locust (Schistocerca gregaria Forsk.) in India. *Bull. ent. Res.*, 33, p. 241-265.
23. Rao, Y.R., 1954 - An unusual appearance of Desert Locust swarms on the Malabar coast in October 1952. *Curr. Sci.*, 23, p. 248-251.
24. Rao, Y.R., 1960 - The Desert Locust in India. New Delhi, Indian Council of Agricultural Research.
25. Richards O.W. and Waloff N., 1954 - Studies on the biology and population dynamics of British grasshoppers. *Anti-Locust Bull., London*, No. 17, 182 p.

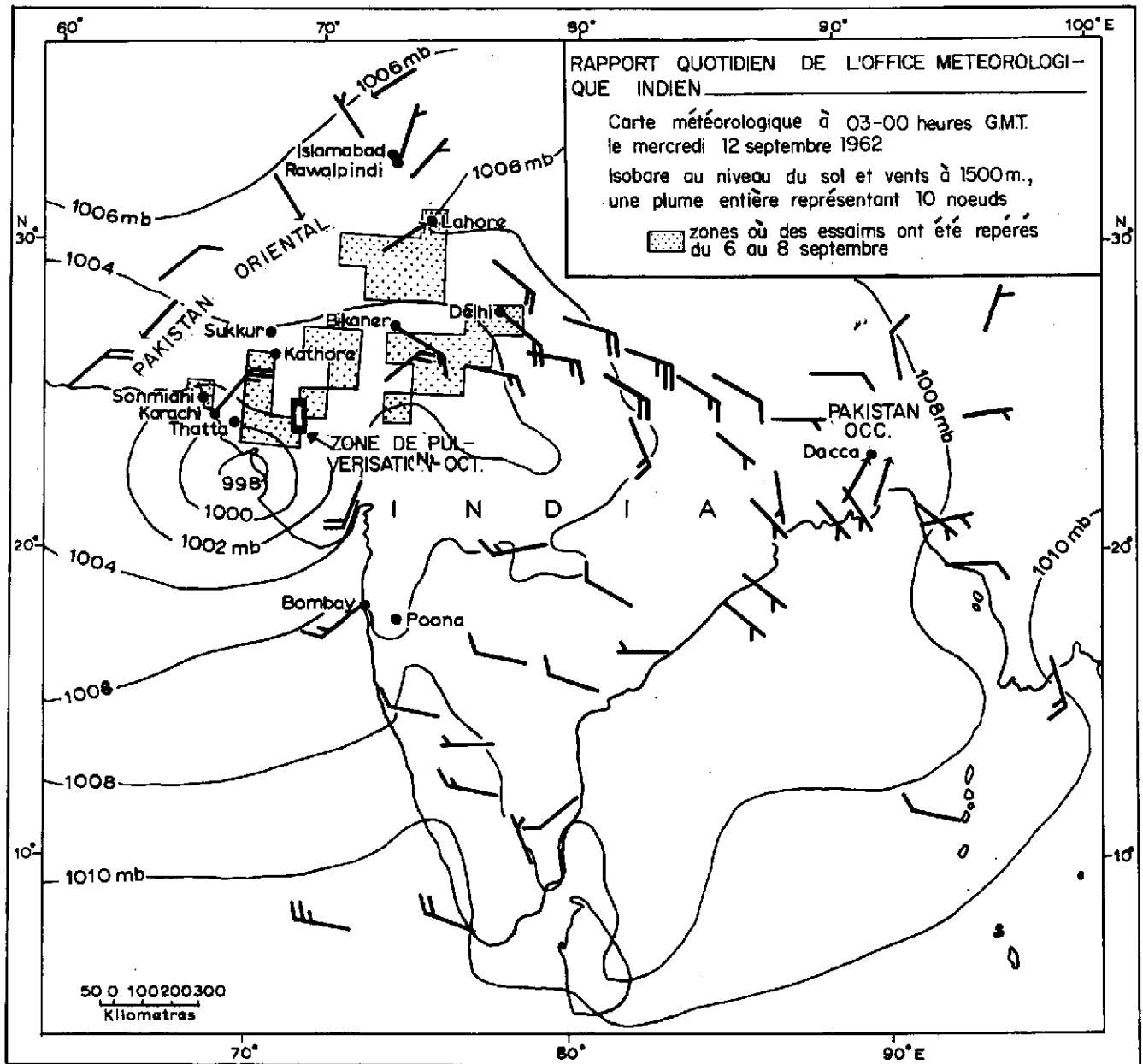
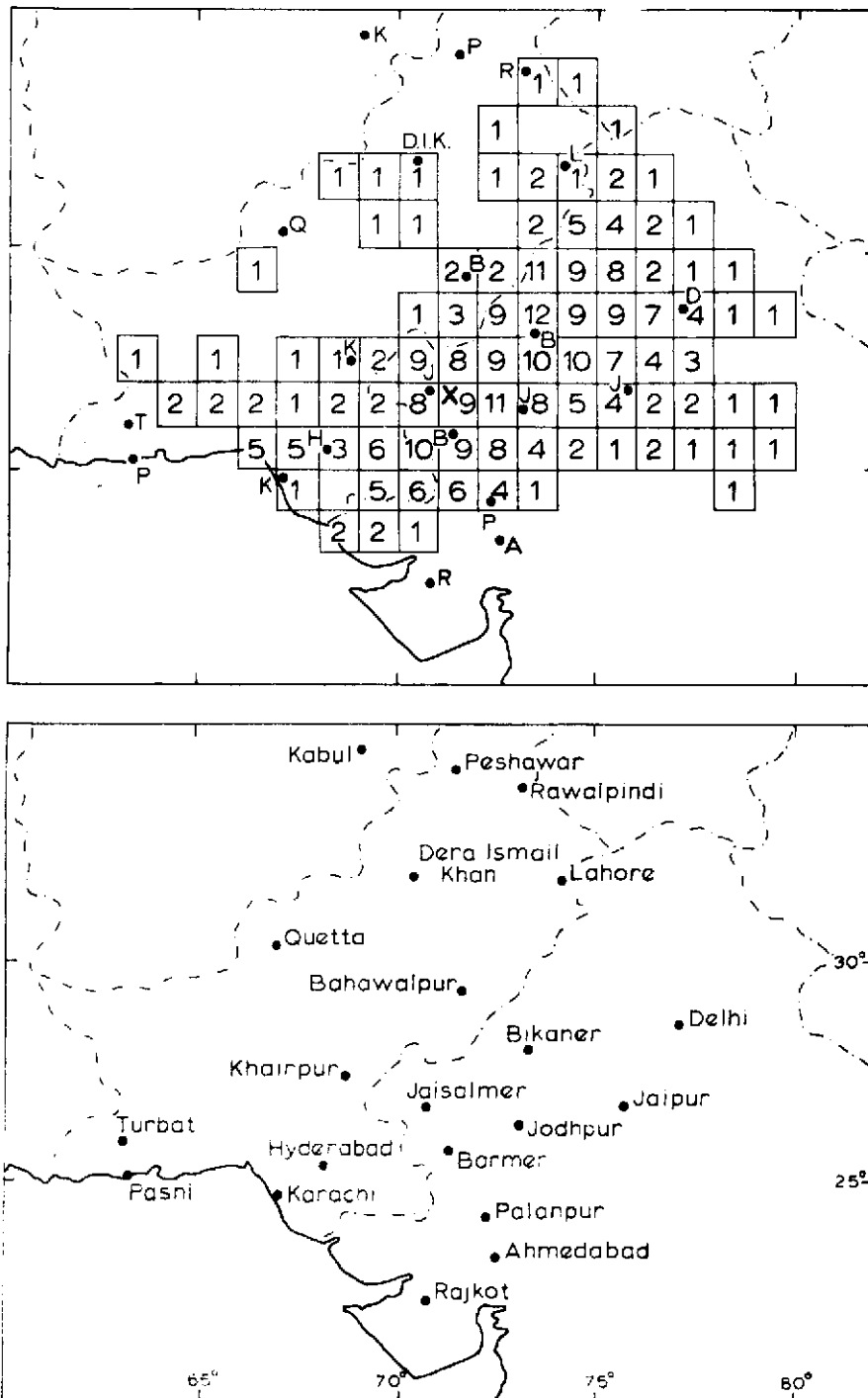


Fig.1. Dépression qui a provoqué la campagne de Tharparkar



FIG. 2 FREQUENCE DES INFESTATIONS DE LARVES DE  
CRIQUET PELERIN



- 5 Nombre d'années où des larves ont été repérées en août sur la période des 20 années 1939-1958 (établi pour l'équipe acridienne de recherche opérationnelle de la FAO en avril 1962)
- x Emplacement des essais sur le terrain contre les larves en août 1962

Fig 3 PHOTOGRAPHIE AU RADAR D'UN VASTE ESSAIM AU DESSUS DE NEW DELHI

Laboratoire national de physique de l'Inde

26 Juillet 1962

Les cercles de portée, qui servent aussi des repères sur l'image de l'indicateur de portée-élévation, sont espacées de 5 km. On voit que l'essaim s'étend sur au moins 40 km à l'horizontale et atteint presque à 1500 m. à la verticale par endroits.

a) Indicateur de position  
plan décalée

13.37 I.S.T.



b) Indicateur de portée—élé=  
vation

13-34 I.S.T.

Azimuth, 252 degrés

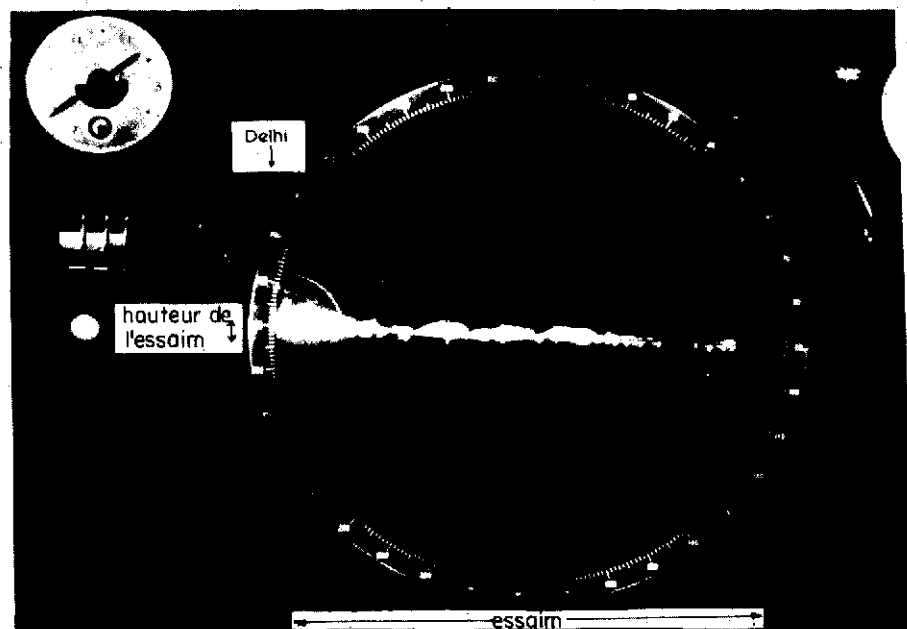


FIG 4 FREQUENCE DES INFESTATION D'ESSAIM ET DE LARVES DE CRIQUETS PELERINS AU COURS DE LA PERIODE DE 25 ANNEES 1939-1963, DANS UNE PARTIE DE L'INDE ET DU PAKISTAN OCCIDENTAL

