

MADAGASCAR

**MISSION DE FORMULATION D'UN PROGRAMME DE LUTTE
ANTIACRIDIEUNE À COURT, MOYEN ET LONG TERMES**

par

**Schulten G.G.M., Dobson H., Lecoq M., de Miranda E.E. & Peveling R.
Consultants**

Juin 1999

**ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE
ROME**

Remerciements

Le groupe consultatif tient à remercier vivement toutes les autorités gouvernementales rencontrées au cours de leur mission à Madagascar. Il a grandement apprécié la collaboration de tous les responsables des services, institutions et organisations visités ainsi que leur grande disponibilité. Les échanges de vue avec tous les responsables malgaches ainsi qu'avec les représentants des principaux pays donateurs concernés par la lutte antiacridienne ont été très instructifs. A tous, le groupe consultatif exprime ses vifs remerciements pour leur contribution au bon déroulement de la mission. Ces remerciements vont également aux représentants et fonctionnaires de la FAO tant à Madagascar, qu'au siège de cette organisation à Rome, et en particulier aux fonctionnaires du Groupe Acridiens pour leur collaboration, leur attention et toutes les facilités accordées.

Liste des sigles et abréviations

AGPP	:	Service de la protection des plantes, FAO
ANAE	:	Association nationale d'Actions environnementales
ANGAP	:	Association nationale pour la Gestion des Aires protégées
AVHRR	:	Advanced Very High Resolution Radiometer
BA	:	Base aérienne
BAD	:	Banque africaine de Développement
BM	:	Banque mondiale
CAB	:	Centre antiacridien de Betioky
CF	:	Coopération Française
CFSIGE	:	Centre de Formation aux Sciences de l'Information géographique et de l'Environnement
CI	:	Conservation internationale
CIRAD	:	Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement
CNLA	:	Comité national de Lutte antiacridienne
CPF	:	Cellule de Pilotage foncier
DGEF	:	Direction générale des Eaux et Forêts
DPV	:	Direction de la Protection des Végétaux
EIE	:	Etude d'Impact environnemental
EMBRAPA	:	Institut Brésilien de Recherche agronomique
ET	:	Equipe terrestre
FAC	:	Fonds d'Aide et de Coopération
FAO	:	Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
FED	:	Fonds Européen de Développement
FTM	:	Foiben-Taosaritanin'i Madagasikara
GAL	:	Groupe aérien de lutte (Betioky)
GIM	:	Groupe d'intervention mobile
GOLA	:	Groupe opérationnel de lutte antiacridienne
GPS	:	Global Positioning System
GTZ	:	Agence de Coopération Allemande
IGR	:	Insect Growth Regulator (Dérégulateur de croissance)
LANDSAT	:	Satellite de Surveillance terrestre - USA
NMA	:	Noyeau de Surveillance par Satellite de l'Environnement, Brésil
MM	:	Marche manoeuvre
NOAA	:	National Oceanic and Atmospheric Administration
NRI	:	Natural Resources Institute
ONE	:	Office national pour l'Environnement
OSC	:	Organisation Société civile
PA	:	Poste antiacridien
PAM	:	Programme alimentaire mondial
PCC	:	Poste de commandement central
PCR	:	Poste de commandement régional
PIT	:	Poste d'intervention et de traitement
PLAAG	:	Projet de Lutte Anti-acridienne dans l'Aire Grégarigène
PNUD	:	Programme des Nations Unies pour le Développement
P2O	:	Poste d'observation opérationnel
POL	:	Poste d'observation local
POR	:	Poste d'observation régional
PRG	:	Pesticide Referee Group (Groupe consultatif sur les pesticides)
PRIFAS	:	Equipe d'acridologie opérationnelle, Programme protection des cultures, CIRAD
PSO	:	Projet de développement du Sud-Ouest (Tuléar)
SA	:	Service antiacridien
SAAB	:	Section d'avertissement antiacridien de Betioky
SIE	:	Système d'Information sur l'Environnement
SPOT	:	Satellite d'Observation de la Terre, France
TAM	:	Travaux aériens de Madagascar
TCOR	:	Special Relief Operations Service, Field Operation Division, FAO
UBV	:	Ultra-bas volume
UE	:	Union Européenne
UPA	:	Unité de prospection aérienne
USAID	:	Agence des Etats-Unis pour le Développement
UTA	:	Unité de traitement aérien
UTT	:	Unité de traitement terrestre

SOMMAIRE

Remerciements	3
Liste des sigles et abréviations	4
Sommaire.....	5
Executive summary	6
Résumé	12
1. CONTEXTE GENERAL DE LA MISSION DU GROUPE CONSULTATIF	20
1.1. L'invasion acridienne	20
1.2. L'organisation et la mise en œuvre des activités de lutte.....	21
1.3. Objectifs de la mission (termes de référence en annexe)	21
1.4. Activités conduites pendant la mission.....	22
1.5. Structure du rapport	22
2. SITUATION ACTUELLE.....	23
2.1. La situation acridienne actuelle et ses développements futurs	23
2.2. La stratégie et l'organisation actuelle des campagnes de lutte.....	27
2.3. La protection de l'environnement	45
3. EVOLUTION SOUHAITABLE	50
3.1. Restructuration de la lutte antiacridienne: les grandes orientations stratégiques	50
3.2. Développement et perfectionnement d'outils de surveillance et de lutte préventive.....	59
3.3. Renforcement de la connaissance et de la protection de l'environnement	60
4. ACTIONS ET MOYENS	66
4.1. Les actions à entreprendre	66
4.2. Les moyens nécessaires	71
4.3. Les moyens disponibles.....	75
5. RESUME DES RECOMMANDATIONS	77
TABLE DES MATIERES.....	79
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	83
ANNEXES	86
Annexe 1. Termes de référence du groupe consultatif.....	87
Annexe 2. Développement et perfectionnement d'outils de surveillance, de lutte et d'étude des impacts environnementaux.....	94
Annexe 3. Termes de référence des experts proposés	105
Annexe 4. Récapitulatif des études d'impact du Fipronil sur la faune non-cible	112
Annexe 5. Ateliers sur l'impact environnemental.....	113
Annexe 6. Coûts estimatifs de l'élimination des fûts vides à Madagascar.....	115
Annexe 7. Budget de fonctionnement post PLAAG : juin à décembre 1999 (7 mois)	117

EXECUTIVE SUMMARY

Background Since the early nineties there has been a gradual population increase of the Madagascar Migratory Locust (*Locusta migratoria capito*) due to suitable climatic conditions, in particular rain. An outbreak situation was reached in early 1997 and control activities were initiated by the Government with assistance from the Donor Community and under the overall co-ordination of the FAO.

Locust outbreaks develop in the southern part of the country, the “outbreak zone”. Due to environmental conditions, swarms move northwards to the “invasion zone” at the end of the rainy season and may start new populations there. During the dry season swarms mostly stay in the invasion zone but swarms may also be found in the outbreak zone. At the onset of the rainy season most swarms move south again and will start new populations but breeding in the invasion zone can take place as well. The Malagasy Migratory Locust, in its gregarious phase, may develop 3-4 generations in the rainy season and feeds on grasses and various cereals.

In Madagascar also the Red Locust (*Nomadacris septemfasciata*) occurs that has profited from the same suitable climatic conditions and is presently in an outbreak phase too. This locust normally occurs in the south but at present it is found also in the center and northern part of the island. It has only one generation a year and it feeds on a much wider array of plants than the Migratory Locust.

In 1998 the national responsibility for locust control was transferred from the Plant Protection Department (DPV) to the “Comité National de Lutte Anti-Acridienne” (CNLA). After several re-organisations the control in the outbreak zone was financed and organised by the European Union with technical support from FAO-Experts (project PLAAG). The control activities in the invasion zone were financed from different sources (Government, World Bank, FAC, FED and other bilateral assistance) while the activities were under control of the CNLA with technical support from private consultants.

The control strategy in the outbreak zone was in the first place based on the use of barrier treatments with Fipronil 7,5 g a.i./l (including some ground control of hoppers and adults that had not been killed by the barriers) and some swarm control with Fipronil 4,0 g a.i./l. Prospecting for locust presence was done by project personnel and DPV personnel. The aerial applications were conducted by helicopters and pilots from outside Madagascar.

The control strategy in the invasion zone was based on the control of hopper bands and of swarms by direct targetting and total coverage. The insecticide that has been used on a large scale was Deltamethrin 17.5 g a.i./l. Farmers were provided insecticide powder (Propoxur and Fenitrothion) to protect their crops. The actual field activities were contracted to national crop spraying companies and NGO's. The Army played a key role by providing logistic support and by supervising the implementation of the contracts. The activities of the project PLAAG terminated end May 1999.

On the request of the Government and the Donor Community FAO has sent a mission consisting of a team leader, an acridologist, an ecologist, an eco-toxicologist and a logistician. The participants stayed for different periods in Madagascar between 24 April-29 May 1999. The objective of this mission was the preparation of an action plan of locust control for the immediate, medium and long term with due consideration to environmental protection and with a costing of the activities to be undertaken.

Present situation There is a consensus that the control activities consisting of 2954000 ha protected by barrier treatment and 780267 ha treated by cover sprays between May 1998 and May 1999, have reduced the locust populations considerably. However, swarms and hopper bands of the Migratory Locust were reported in April/May 1999 from the outbreak and the invasion zone. Many areas have not been surveyed adequately because of the difficult accessibility. Populations of the Red Locust are found in different parts of the island. Therefore the locust situation has still all the characteristics of an outbreak situation. So the control activities have to be continued during the present dry season and the coming rainy season and likely also in the years to come.

Various efforts have been made to assess the cost/effectiveness of the locust control. An insufficient database on agricultural production, the locust infestation and subsequent yield losses are a major constraint for the successful conduct of such studies. The impact of the locust infestation on the

national production appears to have been minor largely because the large production areas were not infested or became only infested after the harvest time. Individual farmers have suffered losses at some time or another.

Control strategy and related problems Regular surveys in the outbreak zone and timely action are seen as the best approach to prevent a generalized outbreak. The non functioning of the Centre Antiacridien à Betioky (CAB) that conducted such surveys in the past is seen as the main cause that the present outbreak could not be controlled in time. The organisational structures to deal with the present outbreak that were gradually developed and put in place (project PLAAG in the outbreak zone and the Army managed structure in the invasion zone) have shown their effectiveness and their deficiencies. The main problem is that during the past control campaign two different control strategies and organisational structures developed that gave the impression that they were in competition with each other. This development led to some confusion at national and donor level.

Fipronil 7,5 UL - a phenylpyrazole insecticide - has been widely used for barrier spraying in the outbreak zone. It has a relatively long persistence, a low mammalian toxicity and a low impact on most fish and most birds. Concerns have been raised about its long term (many months) impact on termites that was found in different studies. The recommended distance between barriers according to its registered use is 1000 m, but there is no guidance about the minimum distance. It became apparent to the operators that not all targets were the same. Sometimes less dense hopper bands would not appear to be mobile enough to move between barriers in the time before they fledged especially if the vegetation was tall and sufficient food was readily available. Therefore the barrier spacing was reduced as considered necessary and ranged between 500 to 1000 m with an average of 800 m. The impact of a reduced barrier spacing on non-target organisms is unknown.

Insect growth regulators (IGR's) have been tested in Madagascar for barrier treatment and have been registered for use. They have a slow speed of action (until the next moult), are relatively specific (to chitinous organisms) but they may have an impact on aquatic arthropods and some other non-target organisms. Although available in quite large quantities they were not used during the past campaign.

Initially Fipronil 4 UL was used for swarm control. On recommendation of a World Bank Panel its use was stopped because of potential environmental hazards and replaced by Deltamethrin 17,5. This change led to heated discussions that are still on-going and have overshadowed some major problems with swarm control that need urgently be resolved. Ideally swarms should be treated when on the ground. In Madagascar however, the location of settled swarms is very difficult because of the terrain. As a consequence most swarms are treated when flying. There are no guidelines on how flying swarms should be treated. The effectiveness of swarm control is reported to be very good, but there is no standard methodology on how the effectiveness should be assessed.

Hopper bands are also controlled with Deltamethrin 17,5 by means of full coverage spraying. A key problem is the delimitation of the target. The present practice is that once an accumulation of hopper bands is found, transects are driven in several directions away from it and as more hopper bands are encountered, the spray block is extended until the point where the rate of discovery of new hopper bands drops below a certain threshold. The accuracy of this method depends on the proportion of the area covered by the transects, and in practice this proportion is likely very low. There is therefore an urgent need to develop guidelines for target delimitation. As with swarm treatments, the results of full cover sprays are reported to be excellent but there is no well defined methodology how mortalities should be assessed.

The large scale use of insecticide powders (Chlorpyrifos ethyl, Dursban and Fenitrothion) by farmers to protect their crops is a cause of concern. A preliminary medical survey showed evidence of intoxication among the population sampled. Since the powders are made available at no cost to the farmer he likely will use it for all kinds of purposes with the risk of creating a pesticide dependency for the future.

There is a strong demand for a ULV product with a very low environmental impact for use in National Parks and other ecologically sensitive zones. The only product which is likely to have a specific enough activity is the fungal biocontrol agent *Metarhizium anisopliae* which is currently under development in Madagascar. Limited quantities of fungal spores can be produced but lack of funds is the key constraint for producing and storing sufficient quantities that are required for large scale field trials.

Training Much training has been provided during the past campaigns but more training is still needed for various groups of personnel to improve capability and quality of work. During the past campaign barrier treatments were conducted by pilots and helicopters from abroad. If during the coming campaign national spray companies will be used their pilots need to be trained in particular in barrier treatment, control of flying swarms, GPS for track guidance and sortie reports and in the calibration of flow rate and droplet size of the spraying equipment. Other groups that require training are the aerial spray ground support personnel, the ground control teams and farmers. Safe pesticide storage, transport and handling, safe and effective use and efficacy assessment should be the key elements of the training programmes.

Environmental protection The “Office National pour l’Environnement” (ONE) has with regard to locust control the following responsibility: monitoring of human health, ecological monitoring, verification that the insecticides are applied in the correct way and the conduct of an environmental impact study.

Till now it has not been possible to launch a systematic medical monitoring programme due to the lack of personnel and equipment and the large area to be covered. In addition the most commonly used insecticides, Fipronil and Deltamethrin do not effect the cholinesterase activity in humans and therefore a rapid monitoring of the insecticide applicators is more complex. A questionnaire survey, conducted in Mahatsinjo, showed that 60% of the persons interviewed showed symptoms of intoxication. In addition 80% of 38 persons tested showed a significant reduction in cholinesterase activity due to exposure to organophosphorous or carbamate insecticides.

From an environmental point of view barrier treatments are of much interest because they provide for the non-target population a refuge from where the treated area can be recolonised again. This advantage is less when the distance between barriers is reduced. At a barrier distance of 500m and a high wind speed the barrier treatment risks to become a complete surface treatment because of the increased spray swath and so no refuge will be left at all. There is therefore a high priority to collect data on the environmental impact of barrier treatments with different spacings.

Since January 1998, four environmental impact studies are on-going. Three of these assess the impact of Fipronil as complete cover or as a barrier treatment and one the use of propoxur. The IGR Alsystin is tested in comparison with Fipronil but this product is presently not in use. To be noted is the absence of studies on Deltamethrin.

With respect to propoxur, a study has been conducted in Ambalanjanakomby but results are not yet available. A study conducted by NRI showed effects of Alsystin on certain butterfly and spider species, a medium long term effect on termites and indications of an indirect effect on certain reptiles. The sites at Namakia and Berongo had been treated with Fipronil 4 as a cover spray. There were indications of a long term effect on termites and ants. Also certain reptile species seem to be affected but this needs further verification.

Over 5000 empty insecticide drums remain from the previous campaign that pose a potential environmental danger.

Plan of action for the immediate, short, and long term This plan should include at the same time the actions to be undertaken now to stop the invasion as well as the actions to be undertaken once the infestation is in the remission stage.

Objective 1: Control of the present outbreak (short and medium term)

By making full use of the acquired experience, the established organisation and the available transport and materials, the present infestation should be brought back to the remission stage. This means that not only crops need to be protected but that the locusts have to be controlled where possible. The control strategies will in general be the same as in the previous campaign but improvements need to be developed and introduced. The areas to be treated are estimated to be 900000 ha for barrier treatment in

October/December 1999. This treatment should mainly be done in the outbreak zone and in the invasion zone where the topography allows it. The estimated area for complete coverage (treatment of swarms and hopper bands) is 100000 ha in June/September 1999 and 30000 ha in October/December 1999. The needs for terrestrial control are estimated to be 20000 ha for June/September and 30000 ha for October/December 1999. There is a need to regularly update these estimates. For the year 2000 a similar campaign is expected as for 1999.

In order to improve the effectiveness of the coming campaign and in support of future developments, it is considered necessary that progressively the technical, organisational and financial responsibility for locust control is returned to the Plant Protection Department. To assist the Government in this transfer the nomination of an international 'Co-ordinator/Facilitator' for a period of two years is recommended.

The conduct of the locust campaign by two different entities using different data collecting and reporting systems and control strategies should not continue. A unified strategy should be implemented under guidance of one organisational structure, based on the experiences of the past campaign. Barrier treatment in the outbreak zone and where possible in the invasion zone should remain an important element of the control strategy because it allows for a rapid control of the locust populations over large areas with a minimal impact on the environment. The control of swarms and hopper bands by complete coverage, in particular in the invasion zone is another important element of the control strategy. Terrestrial control, in particular to protect crops, should also be given due attention. The control methodologies should be harmonized, the well proven navigation and spraying equipment should be made available and the operators be trained in its use. There should be one reporting system on the results of the locust monitoring and of the activities conducted. At the same time a programme should be implemented to improve the on-going monitoring and locust control with due attention to environmental concerns.

The outbreak zone in the control campaign has a particular place, because it is from here that the infestations start and are sustained. The control activities in this zone in particular should be intensive and effective. The locust monitoring system should be specific for the outbreak zone and already be the basis for the future system of preventive control.

Objective 2: Re-establishment of preventive control (medium and long term).

As soon as the invasion is over the preventive control strategy should be reintroduced, based on the experiences of the past. Already now a start should be made with the re-establishment of the Antilocust Centre at Betsioky (CAB). During the present invasion period it should be the coordination centre for the control activities in the outbreak zone in order to train personnel for the future.

A commitment by the Government to re-establish CAB will give confidence to the Donor Community that their support to the on-going control activities will contribute to the development and implementation of a long term programme based on preventive control. The most urgent actions to be taken by the Government are :

- Redefine the mandate of the CAB
- Accord it a special status within the structure of the DPV to give it administrative and financial autonomy
- Provide it with operational funds for the long term (salaries for personnel ; replacement of equipment)
- Nominate the necessary personnel
- Make the CAB responsible for all the control activities in the outbreak zone.

In addition to the Co-ordinator/Facilitator mentioned earlier, international support is required for two international acridologists for 24 m/m each to be based respectively at Antananarivo and Betsioky and an international consultant on data collecting and analysis for 1 m/m.

Essential improvements for monitoring and control These activities are aimed at improving the present control methods, to provide the future early warning service with the necessary tools to monitor the locust situation and to increase the understanding of the socio-economic impact of the locust infestation. For certain proposals project outlines have been prepared. Activities focussed on the improvement of control will be conducted in conjunction with environmental impact assessments.

- A better integration of the climatic data, suitable locust habitats and locust development in the outbreak zones to improve locust monitoring. This activity will be linked with tele-detection and strengthening of the network to monitor rainfall.
- Inclusion of the Red Locust in the early warning system
- Improvement of the technology of swarm control and hopper bands
- Improvement of the technology of barrier treatments
- Methodologies to assess the efficiency of the treatments
- Socio-economic analysis of the locust control.

Needs for international assistance in 1999 are: a control expert 2 m/m, a logistician 4 m/m.

Environmental monitoring The overall objective is to increase the understanding of environmental issues related to locust control to increase the operational efficacy of the control activities and of the early warning system.

Much information is already available on the environment in general of Madagascar. However, two problems were identified that need to be given attention as soon as possible viz. the difficulty to obtain the relevant information and the need to update the available information. To this effect project outlines have been formulated and costed. They refer to:

- Augmentation of the availability and accessibility of the information
- Updating of the available information on land use
- Updating of the cartography of sensitive areas and nature reserves
- Environmental monitoring
- Mapping of the habitats of both locust species
- Environmental monitoring of the locust habitats
- Monitoring the climatic conditions in the outbreak zone

Needs for international technical assistance in 1999: a tele-detection expert 4 m/m.

Reduction of toxicological and ecotoxicological risks There are many concerns about the potential impact of the insecticides used on human health and the environment. There are indications of problems in certain areas but the available information is limited. Therefore additional information needs to be collected. It should be done as much as possible in conjunction with data collection aimed at improving the control methods.

The monitoring of the potential impact of the insecticides used for locust control should be extended to all insecticides used. The training of farmers in the use of insecticide powders needs to be intensified. Advice should be sought from the project VOARISOA in Madagascar to develop and implement a programme aimed at the reduction of risk for the farming population.

Long-term studies have been initiated to monitor the impact of the insecticides used on the environment and much experience has been gained in conducting such studies. Before embarking on further studies of this kind there is a need to identify priorities for action and to formulate protocols for data collection based on the obtained experiences. It is therefore recommended to organise as soon as possible a workshop under the co-ordination of an international consultant to evaluate the data on environmental monitoring, to set priorities for action and to formulate an action plan. The activities to be planned should be as much as possible closely linked with the activities aimed at improving control methods. Long term and well-focussed environmental impact studies should be designed to meet the priorities identified at the workshop.

Need for international technical assistance in 1999: an eco-toxicologist 4 m/m.

It is recommended that the DPV, CAB, and ONE work out, in co-operation with operators and with technical assistance, a guidebook for locust control, which provides operators with clear directives and suggestions to implement efficient and environmentally sound locust control.

The kinds of insecticides presently used for locust control are limited. It is recommended that a range of products becomes available to provide alternatives where environmental concerns are important. The first priority is the large-scale field testing of IGRs and mycopesticides.

Guidance should be sought through FAO from the Pesticide Referee Group on the insecticides to be used in Madagascar. Stakeholders are therefore requested to submit dossiers on efficacy, environmental impact and human health issues for the next PRG meeting.

An important tool in environmental impact studies is the analysis of pesticide residues. Currently about 700 samples from different environmental matrices (soil, vegetation, insects, vertebrates) have queued for analysis of Fipronil and its metabolites at the laboratory of the DPV which is normally charged with pesticide quality control and food residue analysis. It is obvious that the capacity is not sufficient to cope with such a large number of samples. It is therefore recommended to develop or support analytical capacities outside of the DPV and to carefully define the objectives before embarking on large scale sampling programmes.

The FAO Plant Protection Service made a cost estimate for the safe shipment overseas of the 5149 empty Fipronil drums. The costs are estimated to be around \$132007. The lesson learned is that in future contract provisions should be made that the supplier should retake the empty drums.

Cost estimate Costs for locust-control and related fine tuning of control methods and environmental monitoring were estimated for the period June/December 1999 and a rough estimate was made for the year 2000. It should be kept in mind however that the real cost would depend on the development of the locust situation that is difficult to predict. In addition, there is equipment and insecticides that have already been provided that will reduce the immediate costs.

The total costs are estimated as follows :

> for June/September 1999	\$ 3446556
> for October/December 1999	\$ 4533743
> for the year 2000	\$ 9670562

Availability of funds The estimated value of the insecticide stock on 20 May 1999 was \$ 2208807. The insecticides are mainly Deltamethrin for swarm control and insecticide powders to be used by farmers. To be noted is that there are at present no insecticides for large-scale barrier treatments. These should be ordered in July/August to ensure their timely availability. There are some funds left from earlier emergency projects, around \$ 280000 that could be used if the Donor agrees. There is the national funding by the Government to an amount as yet unknown.

There is an interest from certain donors to support the development of CAB

Priorities for action The priorities and their timing have been listed in chapter 4.

RÉSUMÉ

Rappels. Depuis le début des années 90, il y a eu une augmentation progressive des populations du Criquet migrateur malgache (*Locusta migratoria capito*) due à des conditions météorologiques favorables, en particulier les précipitations. Une situation de recrudescence a été atteinte début 1997 et des opérations de lutte ont été entreprises par le Gouvernement avec l'assistance de la Communauté internationale des donateurs et sous la coordination générale de la FAO.

Les recrudescences acridiennes se développent dans la partie sud du pays, appelée "aire grégarigène". A cause des conditions environnementales, les essaims se déplacent vers le Nord, dans l'aire d'invasion, vers la fin de la saison des pluies et peuvent y engendrer de nouvelles populations. Durant la saison sèche, les essaims demeurent préférentiellement dans l'aire d'invasion mais on peut également en trouver dans l'aire grégarigène. Au début de la saison des pluies, la plupart des essaims retournent vers le Sud et s'y reproduisent mais des reproductions peuvent également avoir lieu dans l'aire d'invasion. Le Criquet migrateur malgache peut avoir 3 à 4 générations durant la saison des pluies ; il se nourrit de graminées y compris de différentes céréales.

A Madagascar, le Criquet nomade (*Nomadacris septemfasciata*) se rencontre également ; il a profité des mêmes conditions météorologiques favorables et se trouve aussi dans une situation de recrudescence. Ce criquet se trouve normalement dans le Sud mais est actuellement présent au centre et au nord de l'Île. Il a une seule génération annuelle ; son alimentation est beaucoup plus diversifiée que celle du Criquet migrateur.

En 1998, la responsabilité nationale de la lutte anti-acridienne a été transférée de la Direction de la Protection des Végétaux (DPV) au "Comité National de Lutte Anti-Acridienne" (CNLA). Après plusieurs ré-organisations, la lutte dans l'aire grégarigène a été financée et organisée par l'Union Européenne avec l'assistance technique des experts de la FAO (Projet PLAAG). Les opérations de lutte dans l'aire d'invasion ont été financées par différentes sources (Gouvernement, Banque Mondiale, FAC, FED, autres aides bilatérales) sous le contrôle du CNLA et avec l'appui technique de consultants privés.

La stratégie de lutte dans l'aire grégarigène a essentiellement reposé sur les traitements en barrières avec le Fipronil 7,5 g m.a./l, complétés par quelques opérations de lutte terrestre contre les larves et les ailés n'ayant pas été tués lors de ces traitements ; des traitements contre les essaims ont été faits avec du Fipronil 4 g m.a./l. Les prospections ont été réalisées par le personnel du Projet et de la DPV. Les traitements aériens ont été réalisés avec des hélicoptères et des pilotes étrangers à Madagascar.

La stratégie de lutte dans l'aire d'invasion était basée sur l'identification des cibles puis le traitement en couverture totale des bandes larvaires et des essaims. L'insecticide utilisé à grande échelle était la Deltaméthrine à la concentration de 17,5 g m.a./l. Les paysans ont reçu des insecticides poudre (Propoxur and Fénitrothion) pour protéger leurs cultures. Les activités de terrain ont été réalisées par le biais de contrats avec des compagnies nationales de traitement agricole et des organisations non gouvernementales. L'armée a joué un rôle-clé en apportant le support logistique et en supervisant la mise en oeuvre des contrats. Les activités du projet PLAAG se sont terminées en mai 1999.

A la demande du Gouvernement et de la Communauté internationale des donateurs, la FAO a envoyé une mission composée d'un chef de mission, un acridologiste, un écologiste, un éco-toxicologiste et un logisticien. Ces participants ont effectué des séjours de différentes durées à Madagascar, du 24 avril au 29 mai 1999. L'objectif de cette mission était la préparation de plans d'action de lutte anti-acridienne pour la campagne hivernale et les moyen et long termes en prenant en compte la protection de l'environnement et en évaluant le coût des activités à entreprendre.

Situation actuelle. Il existe un consensus sur le fait que les traitements réalisés entre mai 98 et mai 1999 (2 954 000 ha protégés par des traitements en barrières et 780 267 ha traités en couverture totale) ont considérablement réduit les effectifs acridiens. Cependant, des essaims et des bandes larvaires de Criquet migrateur étaient signalés en avril-mai 1999 dans les aires grégarigène et d'invasion. Plusieurs zones n'ont pu être prospectées correctement à cause de difficultés d'accès. Les populations de Criquet nomade

se rencontrent dans différentes parties de l'île. Par conséquent, la situation acridienne présente encore toutes les caractéristiques d'une situation d'invasion. Les opérations de lutte doivent donc se poursuivre au cours de l'actuelle saison sèche et de la prochaine saison des pluies et se poursuivront probablement encore dans les années à venir.

Divers efforts ont été faits pour évaluer le rapport coût/efficacité de la lutte acridienne. Des données insuffisantes sur la production agricole, l'infestation acridienne et les pertes agricoles afférentes constituent les contraintes majeures pour mener à bien de telles études. L'impact des infestations acridiennes sur la production nationale apparaît minime, principalement parce que les zones de production intensive n'ont pas été infestées ou ne l'ont été qu'après la récolte. Les paysans ont enregistré des pertes à un moment ou à un autre.

Stratégie de lutte et problèmes afférents. Des prospections régulières dans l'aire grégarigène et des actions de lutte précoces apparaissent comme la meilleure approche pour éviter une recrudescence généralisée. Le non-fonctionnement du Centre Antiacridien de Betsioky (CAB), qui réalisait ces prospections dans le passé, est perçu comme la principale cause expliquant que l'actuelle recrudescence n'ait pas été jugulée à temps. Les structures organisationnelles progressivement mises en place pour gérer l'actuelle invasion (Projet PLAAG dans l'aire grégarigène et l'armée comme gestionnaire dans l'aire d'invasion) ont montré leur efficacité et leurs faiblesses. Le principal problème réside dans le fait que, au cours de la campagne de lutte passée, les deux stratégies de lutte différentes mises en oeuvre et les deux structures organisationnelles développées ont donné l'impression d'être en compétition. Cela a conduit à semer la confusion au niveau national comme à celui des bailleurs de fonds.

Le Fipronil 7,5, un insecticide de la famille des phénylpyrazoles, a été largement utilisé pour les traitements en barrières dans l'aire grégarigène. Il présente une assez longue persistance, une faible toxicité pour les mammifères et un faible impact sur les poissons et la plupart des oiseaux. Les préoccupations concernent son impact à long terme (plusieurs mois) sur les termites, montré par différentes études. La distance recommandée entre les barrières, selon l'homologation, est de 1 000 m mais aucune distance minimale n'est stipulée. D'après les opérateurs, il apparaît que les cibles ne sont pas toutes identiques. Parfois, des bandes larvaires moins denses ne sont pas assez mobiles pour se déplacer entre les barrières avant l'émergence surtout si la végétation est haute et la nourriture aisément disponible. En conséquence, l'espace entre les barrières a été réduit parce que cela a été jugé nécessaire et l'inter-passe a alors varié de 500 à 1 000 m, avec une moyenne de 800 m. L'impact d'interpasses réduits sur les organismes non-cibles n'est pas connu.

Les dérégulateurs de croissance (*Insect growth regulators* -IGR) ont été testés à Madagascar pour les traitements en barrières et ont été homologués pour cet usage. Ils ont une vitesse d'action lente (mue suivante), sont relativement spécifiques (aux organismes chitineux) mais peuvent avoir un impact sur les arthropodes aquatiques et sur d'autres organismes non-cibles. Bien que disponibles en quantités assez importantes, ils n'ont pas été utilisés au cours de la campagne passée.

Initialement, le Fipronil 4 était utilisé pour la lutte contre les essaims. Sur recommandation de la Banque Mondiale, son usage a été stoppé à cause du risque potentiel sur l'environnement et il a été remplacé par la Deltaméthrine 17,5. Ce changement a conduit à d'âpres discussions qui se poursuivent encore et a éclipsé d'autres problèmes majeurs de la lutte contre les essaims qui doivent pourtant être rapidement résolus. De manière idéale, les essaims devraient être traités quand ils sont posés au sol. A Madagascar cependant, la localisation des essaims posés est très difficile à cause du relief, ce qui a pour conséquence le traitement en vol de la plupart des essaims. Il n'existe pas de d'instructions sur la façon de traiter les essaims en vol. Il a été indiqué que l'efficacité des traitements contre les essaims était très bonne mais il n'existe aucune méthodologie standardisée sur la manière d'évaluer cette efficacité.

Les bandes larvaires sont également traitées avec la Deltaméthrine 17,5 en couverture totale. Un problème majeur est la délimitation des cibles. La pratique actuelle est que, dès qu'une concentration de bandes larvaires est trouvée, des transects sont réalisés dans différentes directions à partir de ce point ; quand d'autres bandes larvaires sont rencontrées, la zone à traiter est agrandie et ce jusqu'au point où le taux de découverte de nouvelles bandes larvaires chute en-deçà d'un certain seuil. La précision de la méthode dépend du pourcentage de la surface couverte par les transects et, dans la pratique, ce pourcentage est vraisemblablement très bas. Il y a donc un besoin urgent à définir des directives pour la délimitation des cibles. Comme pour les traitements des essaims, il a été indiqué que les résultats des

traitements en couverture totale étaient excellents mais il n'y a pas de méthodologie bien définie pour évaluer les mortalités.

L'usage à grande échelle d'insecticides poudre (Dursban et Fénirothion) par les paysans pour protéger leurs cultures pose aussi des problèmes. Une enquête médicale préliminaire a mis en évidence des intoxications parmi la population échantillonnée. Comme les poudres ont été gratuitement mises à disposition auprès des paysans, elles sont utilisées pour toute sorte d'usage avec le risque de créer une dépendance vis-à-vis du pesticide dans le futur.

Il y a une forte demande pour un produit UBV à faible impact environnemental pouvant être utilisé dans les pacs nationaux et dans d'autres zones écologiquement sensibles. Le seul produit ayant probablement une activité spécifique suffisante est le myco-agent de lutte biologique *Metarhizium anisopliae*, actuellement en cours de développement à Madagascar. Des quantités limitées de spores peuvent être produites mais le manque de fonds constitue la contrainte majeure pour produire et conserver les quantités suffisantes que requièrent des essais de terrain à grande échelle.

Formation. De la formation a été dispensée au cours des dernières campagnes mais elle demeure nécessaire pour différentes catégories de personnel afin d'améliorer leurs capacités et la qualité du travail. Au cours de la dernière campagne, les traitements en barrières ont été réalisés par des pilotes et des hélicoptères venus de l'étranger. Si, au cours de la prochaine campagne, il est fait appel à des compagnies agricoles nationales, leurs pilotes doivent être formés, en particulier pour les traitements en barrières, la lutte contre les essaims en vol, l'utilisation du GPS pour le suivi des passes et les éditions des rapports, la calibration des appareils de traitement (réglage du débit et taille des gouttelettes). Les autres groupes qui doivent bénéficier de formation sont les équipes terrestres d'appui aux opérations de traitement aérien, les équipes de prospection terrestre et les paysans. L'entreposage des pesticides en toute sécurité, leur transport et leur manutention, leur utilisation sûre et effective et l'évaluation d'efficacité doivent être les points forts des programmes de formation.

Protection de l'environnement. L'Office national pour l'Environnement (ONE) a les responsabilités suivantes dans le domaine de la lutte anti-acridienne : suivi de la santé humaine, suivi écologique, vérification de l'application correcte des pesticides, réalisation d'une étude d'impact environnemental.

Jusqu'à présent, il n'a pas été possible de démarrer un programme de suivi médical systématique à cause du manque de personnel et d'équipement et de l'importance de la zone à couvrir. De plus, comme les insecticides les plus utilisés, le Fipronil et la Deltaméthrine, n'affecte pas l'activité cholinestérasique humaine, un suivi rapide des agents d'application est plus complexe. Une enquête, réalisée à Mahatsinjo, a montré que 60% des personnes interrogées présentaient des symptômes d'intoxication ; 80% des 38 personnes soumises aux tests montraient une réduction significative de l'activité cholinestérasique provoquée par une exposition aux insecticides organo-phosphorés ou carbamates.

Du point de vue de l'environnement, les traitements en barrières sont plus intéressants car ils procurent aux populations non-cibles une zone refuge à partir de laquelle la zone traitée peut être recolonisée. Cet avantage est moindre quand la distance entre les barrières est réduite. Avec un inter-passe de 500 m et une forte vitesse du vent, le traitement en barrières risque de s'assimiler à un traitement en couverture totale à cause de l'augmentation de l'andain et parce que, finalement, il n'existera plus de refuge. Il est par conséquent de la plus haute priorité de collecter des données concernant l'impact sur l'environnement des traitements en barrières avec différentes inter-passes.

Depuis janvier 1998, quatre études d'impact environnemental sont en cours ; trois d'entre elles évaluent l'impact du Fipronil en couverture totale et en barrières et une concerne le propoxur. Le dérégulateur de croissance Alsystin, qui n'est pas actuellement utilisé, est testé en comparaison avec le Fipronil. A noter l'absence d'études sur la Deltaméthrine.

En ce qui concerne le propoxur, une étude a été réalisée à Ambalanjanakomby mais les résultats ne sont pas encore disponibles. Une étude réalisée par le NRI a montré les effets de l'Alsystin sur certaines espèces de papillons et d'araignées, un effet à moyen/long terme sur les termites et des indications d'un effet sur certains reptiles. Les sites de Namakia et de Berongo ont été traités avec du Fipronil 4 en couverture totale ; il y a des indications d'un effet à long terme sur les termites et les fourmis. Certaines espèces de reptiles semblent être affectées mais cela requiert d'autres vérifications.

Plus de 5 000 fûts vides proviennent de la campagne précédente, ce qui représente un danger environnemental potentiel.

Plan d'action pour l'immédiat et les moyen et long termes. Ce plan doit inclure les actions à mettre en oeuvre immédiatement pour stopper l'invasion ainsi que les actions à entreprendre quand l'infestation sera revenue à un état de rémission.

Objectif 1: Contrôle de l'invasion actuelle (court et moyen termes)

En utilisant toute l'expérience acquise, l'organisation établie et les équipements et transport disponibles, l'infestation actuelle devrait être ramenée à un état de rémission. Cela signifie que non seulement les cultures doivent être protégées mais encore que les criquets doivent être traités partout où cela est possible. Les stratégies de lutte doivent être globalement les mêmes que lors des campagnes précédentes mais des améliorations doivent être apportées. Les superficies à traiter en barrières sont estimées à 900 000 ha pour la période octobre/décembre 1999 ; ces traitements doivent être réalisés dans l'aire grégarigène comme dans l'aire d'invasion quand la topographie le permet. Les superficies à traiter en couverture totale (larves et essaims) sont estimées à 100 000 ha pour la période juin/septembre 1999 et à 30 000 ha pour la période octobre/décembre 1999. Les besoins en traitements terrestres sont estimés à 20 000 ha pour la période juin/septembre et à 30 000 ha pour la période octobre/décembre 1999. Il est nécessaire de mettre régulièrement à jour ces estimations. Pour 2000, on s'attend à une campagne comparable à celle de 1999.

Pour améliorer l'efficacité de la prochaine campagne et asseoir les futurs développements, il est considéré comme nécessaire que la responsabilité technique, organisationnelle et financière revienne progressivement à la Direction de la Protection des Végétaux. Pour assister le Gouvernement dans ce transfert de responsabilité, la nomination pour deux ans d'un coordinateur/facilitateur international est recommandée.

La conduite des campagnes de lutte par deux entités différentes utilisant des systèmes de collecte et de restitution des informations et des stratégies différents ne peut pas continuer. Une stratégie unifiée devrait être mise en oeuvre sous les directives d'une seule structure, basées sur les expériences de la campagne passée. Les traitements en barrières dans l'aire grégarigène et, quand cela est possible, dans l'aire d'invasion, doivent rester un élément important de la stratégie de lutte car cela permet de traiter rapidement des populations acridiennes sur de vastes superficies avec un minimum d'impact sur l'environnement. Les traitements en couverture totale contre les essaims et les bandes larvaires, en particulier dans l'aire d'invasion, constituent un autre élément important de la stratégie de lutte. Les traitements terrestres, en particulier ceux destinés à protéger les cultures, doivent aussi être pris en compte. Les méthodologies de lutte doivent être harmonisées, du matériel de navigation et de traitement ayant bien fait ses preuves doit être rendu disponible et les opérateurs doivent être formés à son usage. Il doit n'y avoir qu'un unique système de restitution des résultats concernant le suivi de la situation acridienne et des activités réalisées. Parallèlement, un programme d'amélioration du suivi des situations et des traitements prenant en compte les aspects environnementaux doit être mis en oeuvre.

L'aire grégarigène occupe une place particulière dans la campagne de lutte car c'est de là que partent et sont entretenues les infestations. Les opérations de lutte dans cette zone en particulier doivent être intensives et efficaces. Le système de suivi des situations devrait être spécifique pour l'aire grégarigène et déjà constituer la base du futur système de lutte préventive.

Objectif 2: Rétablissement de la lutte préventive (moyen/long terme).

Dès que l'invasion sera terminée, la stratégie de lutte préventive doit être ré-introduite sur la base de l'expérience acquise dans le passé. Dès maintenant, le coup d'envoi doit être lancé avec le rétablissement du Centre anti-acridien de Betioky (CAB). Au cours de l'actuelle période d'invasion, il devrait être le centre de coordination pour les opérations de lutte dans l'aire grégarigène de manière à former le personnel pour le futur.

Un engagement du Gouvernement à rétablir le CAB permettrait à la Communauté des bailleurs de fonds d'être rassurée quant à la contribution de son assistance actuelle au développement et à la mise en oeuvre d'un programme à long terme basé sur la lutte préventive. Les actions les plus urgentes à prendre par le Gouvernement sont :

- redéfinir le mandat du CAB,
- mettre en place un statut spécial lui donnant une autonomie administrative et financière,

- doter le CAB de fonds opérationnels pour le long terme (salaire du personnel, renouvellement de l'équipement)
- nommer le personnel nécessaire ;
- rendre le CAB responsable des activités de lutte dans l'aire grégarigène.

En plus du coordinateur/facilitateur précédemment mentionné, une assistance internationale est également nécessaire à travers le recrutement de deux acridologues pour 2 ans chacun, l'un basé à Antananarivo et l'autre à Betiokya ainsi que d'un consultant spécialisé dans la collecte et l'analyse des données (1 mois).

Améliorations essentielles du suivi et de la lutte. Ces activités ont pour but d'améliorer les méthodes de lutte actuellement utilisées et de fournir, au futur service d'alerte précoce, les outils nécessaires au suivi de la situation acridienne et à l'amélioration de la compréhension de l'impact socio-économique des infestations acridiennes. Pour certains aspects, les grandes lignes des projets ont été préparées. Les activités liées à l'amélioration de la lutte seront réalisées en connexion avec les évaluations de l'impact environnemental.

Une meilleure intégration des données météorologiques, des habitats favorables aux acridiens et du développement acridien dans les zones grégarigènes est nécessaire pour améliorer le suivi des situations. Ces activités seront liées à la télédétection et au renforcement du réseau de suivi des précipitations.

- Intégration du Criquet nomade dans le système d'alerte précoce,
- Amélioration de la technologie de lutte contre les essaims et les bandes larvaires,
- Amélioration de la technologie des traitements en barrières,
- Mise au point de méthodologies pour évaluer l'efficacité des traitements,
- Analyses socio-économiques de la lutte anti-acridienne.

Les besoins en assistance internationale pour 1999 consistent en un expert en lutte (2 mois) et un logisticien (4 mois).

Suivi environnemental. L'objectif global est d'augmenter la compréhension des aspects environnementaux liés à la lutte anti-acridienne ainsi que l'efficacité opérationnelle des opérations de lutte et du système d'alerte précoce.

Baucoup d'informations concernant l'environnement de Madagascar sont déjà disponibles. Cependant, deux problèmes ont été identifiés qui nécessitent qu'une grande attention leur soit consacrée aussi vite que possible : la difficulté d'obtenir une information pertinente et le besoin de mettre à jour l'information disponible. A cet effet, les grandes lignes d'un projet ont été formulées et leur coût évalué :

- augmentation de la disponibilité et de l'accessibilité de l'information,
- mise à jour de l'information disponible sur l'usage des terres,
- mise à jour de la cartographie des zones sensibles et des réserves naturelles,
- suivi environnemental,
- cartographie des habitats des deux espèces de locustes,
- suivi environnemental des habitats acridiens,
- suivi des conditions météorologiques dans la zone grégarigène.

Les besoins en assistance technique internationale en 1999 concernent un expert en télédétection pour 4 mois.

Réduction des risques toxicologiques et écotoxicologiques. Les préoccupations sont grandes concernant l'impact potentiel sur la santé humaine et l'environnement des insecticides utilisés. Il y a des indices sur des problèmes dans certaines zones mais l'information disponible est limitée ; il est donc nécessaire de collecter des informations complémentaires et cela doit être fait autant que possible en connexion avec la collecte de données destinées à améliorer les méthodes de lutte.

Le suivi de l'impact potentiel des insecticides utilisés en lutte anti-acridienne doit concerner tous les insecticides. La formation des paysans à l'usage des produits poudres doit être intensifiée. Le concours du projet VOARISOA doit être recherché afin de développer et de mettre en oeuvre un programme visant à réduire les risques pour les populations paysannes.

Des études à long terme ont été initiées pour suivre l'impact des insecticides utilisés sur l'environnement et beaucoup d'expérience a été acquise en les réalisant. Avant de commencer d'autres études de ce type, il est nécessaire d'identifier les priorités d'action et de formuler des protocoles pour la collecte des données sur la base de l'expérience acquise. Il est de plus recommandé d'organiser aussi vite que possible, sous la coordination d'un consultant international, un atelier destiné à évaluer les données du suivi environnemental, à établir les priorités d'action et à formuler un plan d'action. Les activités à prévoir doivent être, autant que faire se peut, étroitement liées aux activités destinées à améliorer les méthodes de lutte. Des études d'impact environnemental à long terme bien ciblées devront être élaborées afin de correspondre aux priorités identifiées lors de l'atelier.

Les besoins en assistance technique internationale en 1999 concernent un éco-toxicologue pour 4 mois.

Il est recommandé que la DPV, le CAB et l'ONE, en coopération avec les opérateurs et l'assistance technique, préparent un manuel de lutte anti-acridienne fournissant aux opérateurs des directives claires et des suggestions pour mettre en oeuvre une lutte anti-acridienne efficace et environnementalement sûre.

Les types d'insecticides actuellement utilisés pour la lutte anti-acridienne sont en nombre limité. Il est recommandé qu'une gamme de produits soit rendue disponible pour offrir des alternatives quand les préoccupations environnementales sont importantes. La première priorité est de réaliser des tests à grande échelle avec les IGR et les mycopesticides.

Des conseils doivent être recherchés, à travers la FAO, auprès du Groupe consultatif sur les pesticides (PRG) concernant les insecticides à utiliser à Madagascar. Il est demandé aux parties prenantes de soumettre des dossiers concernant les aspects d'efficacité, d'impact sur l'environnement et de santé humaine pour la prochaine session du PRG.

Un important outil pour les études concernant l'impact environnemental est l'analyse des résidus de pesticides. Actuellement, près de 700 échantillons portant sur différentes composantes environnementales (sol, végétation, insectes, vertébrés) sont en attente pour des analyses du Fipronil et de ses métabolites au laboratoire de la DPV, normalement chargé du contrôle de la qualité des pesticides et de l'analyse des résidus dans l'alimentation. Il est clair que la capacité du laboratoire est insuffisante pour analyser un si grand nombre d'échantillons. Il est donc recommandé de développer ou d'apporter un appui aux capacités d'analyse à l'extérieur de la DPV et de définir précisément les objectifs avant d'entreprendre des programmes d'échantillonnage à grande échelle.

Le Service de la Protection des Plantes de la FAO a fait une estimation chiffrée du transport par mer, en toute sécurité, des 5 149 fûts de Fipronil vides ; les coûts sont de l'ordre de 132 007 \$ E.-U. La leçon à tirer de cela est que, dans le futur, les bons de commande doivent prévoir le rapatriement des fûts vides par le fournisseur.

Estimation des coûts. Les coûts pour la lutte anti-acridienne et la mise au point des méthodes de lutte ainsi que pour le suivi environnemental ont été estimés pour la période juin/décembre 1999 et une estimation grossière a été faite pour 2000. Il faut toutefois garder présent à l'esprit que le coût réel dépendra de l'évolution de la situation acridienne qui est difficile à prévoir. De plus, l'équipement et les insecticides déjà fournis vont réduire les coûts immédiats.

Les estimations sont les suivantes :

Période juin – septembre 1999	3 446 556 \$ E.-U.
Période octobre – décembre	4 533 743 \$ E.-U.
Année 2000	9 670 562 \$ E.-U.

Disponibilité des fonds. Au 20 mai 1999, la valeur estimée du stock d'insecticide est de 2 208 807 \$ E.-U. Ces insecticides sont principalement de la Deltaméthrine pour la lutte contre les essaims et des poudres pour les traitements par les paysans. A noter qu'il n'y a plus d'insecticide pour les traitements en barrières à grande échelle ; ceux-ci devraient être commandés en juillet-août pour assurer leur disponibilité en temps utile. Il existe des reliquats de fonds (de l'ordre de 280 000 \$ E.-U.) sur de précédents projets d'urgence ; ils pourraient être utilisés sous réserve de l'accord du donateur. Il existe également un financement national par le Gouvernement d'un montant non encore connu.

Certains donateurs ont manifesté leur intérêt à soutenir le développement du CAB.

Actions prioritaires. La liste des priorités et leur calendrier est présentée en annexe IV.

Carte de Madagascar



1. CONTEXTE GENERAL DE LA MISSION DU GROUPE CONSULTATIF

1.1. L'invasion acridienne

Depuis le début des années 1990 le niveau des populations du Criquet migrateur malgache (*Locusta migratoria capito* Saussure) a augmenté progressivement dans le sud du pays. Une infestation de grande envergure a pris naissance en 1997. Au cours des deux années suivantes l'invasion acridienne a inexorablement progressé et tout le territoire malgache a fini par être contaminé. Les opérations de lutte antiacridienne ont commencé vers la fin de l'année 1997 et ont continué jusqu'à présent sans pouvoir encore venir à bout de l'invasion.

Cette invasion résulte d'une multiplication accélérée des criquets sous l'influence d'un enchaînement de conditions écologiques favorables, tout spécialement pluviométriques. Cette rapide augmentation du nombre de criquets se traduit par un passage de la phase solitaire à la phase grégaire, et par la formation de nombreuses bandes larvaires et essaims qui contaminent progressivement des surfaces de plus en plus vastes. La grégarisation a un maximum de chances de se produire et de donner naissance à des invasions dans la région sud-ouest de Madagascar, siège de l'aire grégarigène du Criquet migrateur. Le déterminisme des invasions et la succession de conditions écologiques qui peuvent favoriser leur apparition et leur développement sont bien connus. On pourra se reporter plus particulièrement à Launois (1974) et Lecoq (1975, 1995).

Le Criquet migrateur malgache peut produire 3 à 4 générations par année en phase grégaire (4 à 5 en phase solitaire), le développement étant particulièrement rapide en saison chaude et humide (novembre-avril). L'espèce est extrêmement migratrice et de nombreux déplacements ont lieu aussi bien chez les individus de phase grégaire (de jour) que chez ceux de phase solitaire (de nuit). Sous l'influence des vents, les populations se déplacent en général vers le nord-est durant la saison sèche et vers le sud-ouest durant la saison des pluies où elles ont tendance à se concentrer dans l'aire grégarigène. Les essaims peuvent présenter des dimensions impressionnantes de plusieurs centaines à plusieurs milliers d'hectares, s'étendant fréquemment sur plusieurs kilomètres. Larves et adultes se nourrissent de graminées sauvages et de céréales. La biologie, l'écologie, la dynamique des populations, les migrations, le déterminisme des invasions ont fait l'objet d'une abondante littérature. Une bibliographie exhaustive sur le problème acridien à Madagascar a été récemment publiée (CIRAD, 1997). On trouvera des informations plus précises en particulier dans Andrianasolo (1981), Darnoffer et Launois (1974), Duranton (1975), Duranton et Launois (1972), Duranton *et al.* (1979), FAO (1973), Launois (1973, 1974ab), Launois-Luong (1975), Launois-Luong *et al.* (1973), Lecoq (1975, 1995), Müller (1971), Randriamanantsoa (1998), Roy (1968), Scherer (1997, 1998), Scherer et Lié Fong Hong (1997), Têtefort (1959), Têtefort et Wintrebert (1963, 1965, 1967), Wintrebert (1969, 1973ab, 1976), Zolotarevskiy (1929, 1933), pour ne citer que quelques références.

A Madagascar se trouve également une autre espèce de locuste, le Criquet nomade (*Nomadacris septemfasciata* Serville), jusque là réputée peu dangereuse et dont l'importance semble avoir considérablement augmenté au cours de ces dernières années, parallèlement au développement de l'invasion de Criquet migrateur. Des essaims de Criquet nomade se sont formés, parfois monospécifiques, parfois en association avec ceux du Criquet migrateur dont ils pourraient avoir favorisé la grégarisation. *Nomadacris septemfasciata* ne produit qu'une seule génération par an et possède un régime alimentaire beaucoup plus diversifié que celui du Criquet migrateur, composé aussi bien de graminées que de dicotylédones. On rencontre cette espèce en abondance essentiellement dans le sud de l'île mais ses populations sont également distribuées très largement au centre et au nord du pays. Le Criquet nomade, à Madagascar, est beaucoup moins bien connu que le Criquet migrateur. On trouvera des informations en particulier dans Frappa (1939) et Têtefort et Wintrebert (1963, 1967) mais une étude précise de cette espèce s'impose actuellement.

1.2. L'organisation et la mise en œuvre des activités de lutte

L'objectif de la lutte est la protection des cultures par une réduction importante des populations acridiennes (de Criquet migrateur mais aussi de Criquet nomade) afin de permettre de revenir à un état de rémission pendant lequel les criquets sont en phase solitaire, en densité très faible.

La lutte antiacridienne, à une échelle limitée, a commencé en 1997. Elle s'est intensifiée au cours des années suivantes à mesure que des moyens financiers de plus en plus importants devenaient disponibles (Gouvernement malgache, Union Européenne, Banque Mondiale, FED, FAC, bilatéraux divers).

Afin d'améliorer l'efficacité de la lutte, le Comité National de Lutte Antiacridienne (CNLA) a été créé et a actuellement la responsabilité des opérations de lutte. Cette responsabilité appartenait auparavant à la Direction de la Protection des Végétaux.

Des comités et des cellules ont été créés pour renforcer les activités du CNLA. Un support logistique très ample est fourni par l'Armée.

Après quelques réorganisations, la lutte dans l'aire grégarigène (schématiquement le quart sud-ouest du pays) a été confiée contractuellement au projet PLAAG avec un financement de l'Union Européenne et l'assistance technique de la FAO. Les activités de ce Projet se sont terminées en mai 1999. Cependant, quelques activités (surveillance, formation) vont continuer jusqu'à la fin décembre 1999 grâce à un reliquat de crédits. La stratégie de lutte dans l'aire grégarigène a surtout été basée sur le traitement en barrières des bandes larvaires et, secondairement, sur le traitement des essaims. Les activités du projet PLAAG ont été conduites par le personnel recruté et payé par le projet. Il a bénéficié également de l'aide de personnels de la DPV pour lesquels il apportait un soutien financier. Trois hélicoptères, loués par le projet, ont permis la conduite des opérations de surveillance et de traitements aériens.

Les activités dans l'aire d'invasion (les trois quart nord du pays) ont été conduites sous la supervision directe du CNLA. Le financement des activités a été fourni par le Gouvernement, la Banque Mondiale, la BAD, le FAC, le FED et diverses aides bilatérales. La stratégie de contrôle est basée sur le traitement des essaims et des bandes larvaires en couverture totale. La signalisation et la protection des cultures a été confiée, par contrat, à des ONG nationales. L'exécution des contrats est suivie par du personnel de l'armée détaché au CNLA.

L'Office National pour l'Environnement (ONE) est mandaté pour le suivi environnemental de la lutte antiacridienne.

Des informations plus détaillées sur le développement de l'invasion actuelle et la lutte antiacridienne pourront être obtenues, entre autres, dans les rapports suivants : Banque Mondiale (1998b), CNLA (1999), Duranton & Lagnaoui (1999).

1.3. Objectifs de la mission (termes de référence en annexe)

A la requête du Gouvernement et des Bailleurs de fonds, la FAO a organisé une mission d'un Groupe Consultatif de cinq membres.

Ce Groupe Consultatif était composé d'un Chef de Mission (G.G.M. Schulten), d'un acridologue (M. Lecoq), d'un écologiste (E.E. de Miranda), d'un éco-toxicologue (R. Peveling) et d'un logisticien (H. Dobson).

Les Termes de Référence des membres du Groupe et les dates de leurs participation sont indiqués en annexe.

L'objectif général de la Mission était d'évaluer la situation acridienne sur l'ensemble des aires contaminées sur la base des rapports disponibles et d'une prospection de terrain afin de définir un plan d'action pour la période débutant en juin 1999 ainsi que les modalités de mise en place d'un système de veille acridienne. La mission devait accorder une attention particulière au suivi et à l'évaluation de

l'impact des opérations de lutte antiacridienne sur l'environnement en général et sur la biodiversité en particulier.

1.4. Activités conduites pendant la mission

Les membres de la mission ont étudié les documents disponibles et ont eu des discussions avec les diverses parties prenantes, chacun dans sa spécialité technique.

Le chef de mission a participé à une réunion mensuelle du projet PLAAG qui se tenait, fin mai, à Betioky. L'acridologue a visité la région de Mahajanga en compagnie du Chef de mission et a eu des discussions avec les représentants du CNLA sur la situation acridienne et la lutte. Il s'est également rendu dans l'aire grégarigène où il a pu observer le dispositif de lutte du PLAAG et s'entretenir avec une grande partie du personnel.

L'écologiste a visité l'aire grégarigène pour se familiariser avec l'écologie de cette zone. L'éco-toxicologue, en compagnie du Chef de mission et d'un représentant de l'ONE, a visité le site de Berongo près de Fort Dauphin où des observations écologiques sur le long terme sont en cours sur l'impact potentiel des insecticides.

Cinq réunions se sont tenues pour les techniciens et/ou les bailleurs de fonds afin de présenter et discuter les observations et les propositions des membres du Groupe Consultatif. Des documents de travail ont été préparés et mis à la disposition des parties prenantes.

Le rapport final a été préparé à Rome par le Chef de mission et l'acridologue et soumis à FAO/AGPP le 4 Juin 1999.

1.5. Structure du rapport

Le rapport présente tout d'abord un exposé de la situation actuelle : situation acridienne, stratégie et organisation des opérations de lutte, prise en compte de la protection de l'environnement. Les principaux problèmes rencontrés sont mentionnés.

Les mesures essentielles à prendre pour poursuivre la lutte contre l'invasion et préparer l'avenir sont ensuite proposées : mesures institutionnelles, unification de la stratégie de lutte, renforcement de la capacité de surveillance et de lutte, amélioration des mesures de suivi environnemental, réhabilitation du dispositif de surveillance et de lutte préventive dans l'aire grégarigène.

Les moyens à mettre en oeuvre sont finalement chiffrés jusqu'à la fin de l'année 1999. Des indications sont données pour l'année 2000. De nombreuses activités devront se poursuivre dans le cadre d'un ou plusieurs projets à long terme.

2. SITUATION ACTUELLE

2.1. La situation acridienne actuelle et ses développements futurs

2.1.1. La situation acridienne en mai 1999

Selon l'ensemble des intervenants, les campagnes de lutte menées depuis un an (Tableau I) ont réussi à faire baisser significativement le niveau des populations acridiennes aussi bien dans l'aire grégarigène que dans l'ensemble de l'aire d'invasion.

Le nombre et la dimension des essaims ont notablement baissé.

Il faut voir là les effets combinés des campagnes intensives de lutte contre les essaims en saison sèche 1998 et de la campagne antilarvaire, par traitement en couverture totale et par traitements en barrières dans l'aire grégarigène, au cours de la saison des pluies 1998-99.

Tableau 1. Superficies traitées contre les pullulations du criquet migrateur malgache de mai 1998 à mai 1999.

Mode de traitement	Superficies		Cibles	Epoque	
Couverture totale	780267 ha traités	[583000 ha	Essaims	mai à octobre 1998
			197267 ha	Bandes larvaires	nov. 1998 à mai 1999
Barrières	2954000 ha protégés		Bandes larvaires	nov. 1998 à mai 1999	

Traitements en couverture totale surtout dans les zones 1 à 4 :

Zones 1 à 4 : 721455 ha

Zone 5 : 58812 ha

Traitements en barrières uniquement dans la zone 5 (aire grégarigène) :

Zone 5 : 2954000 ha

Cependant :

- des populations essaimantes et des bandes larvaires sont encore actuellement signalées en de nombreux endroits :

- dans l'ensemble de l'aire d'invasion ;
- dans l'aire grégarigène, même si les essaims de Criquet migrateur ayant pu échapper aux opérations de lutte ont maintenant tendance à migrer vers le nord ;

- de nombreuses régions potentiellement favorables ont été non ou insuffisamment prospectées dans l'aire d'invasion. Elles peuvent renfermer des populations non négligeables qui pourront alimenter de nouveau l'aire grégarigène en saison des pluies 1999-2000 ;

- des populations grégaires de Criquet nomade subsistent en divers endroits de l'Île, en particulier dans le sud ;

- d'abondantes populations diffuses de Criquet migrateur (500-1000/ha) subsistent, constituant un risque potentiel important pour la prochaine saison des pluies.

Par ailleurs, plus l'invasion touchera à sa fin, plus les populations grégaires seront rares, de taille plus réduite, pour certaines plus diffuses (densité moindre); elles sont de ce fait plus difficile à repérer et constituent des cibles moins évidentes pour les opérations de traitement. Elles n'en représentent pas moins un potentiel suffisant pour faire redémarrer l'invasion, en particulier à partir de l'aire grégarigène, au début de la prochaine saison des pluies.

Enfin, de nombreux problèmes demeurent pour accéder à une évaluation précise de la situation acridienne : accessibilité difficile dans de nombreuses zones d'où les informations parviennent sans doute avec plus de difficultés, sources d'informations très diverses et de qualités sans doute inégales, informations collectées non homogènes selon les zones et les interlocuteurs, mode de représentation de la situation acridienne s'étant perfectionné au cours des derniers mois mais pouvant encore être grandement amélioré.

La seule réalité fiable est que des populations grégaires sont maintenant et depuis de nombreux mois réparties sur les 4/5 du territoire malgache. Si, quantitativement les populations acridiennes ont régressé, sur un plan strictement qualitatif **la situation acridienne demeure caractéristique d'une situation d'invasion** avec un potentiel acridien largement suffisant pour revenir très rapidement (en l'espace d'une seule saison) à la situation critique antérieure.

Vouloir aller au delà de cette appréciation globale et avancer des chiffres plus précis pour les superficies contaminées (et leur degré de contamination) demeure très délicat, sinon impossible.

2.1.2. Prévisions sur l'évolution de la situation acridienne jusqu'en décembre 1999 puis pour l'année 2000.

La dynamique des populations acridiennes et leur évolution future dépendent :

- d'abord des conditions écologiques et météorologiques et tout spécialement de la pluviométrie, facteur ayant la plus forte variabilité inter-annuelle;

- du succès plus ou moins important des opérations de lutte pouvant, à mesure de leur réalisation, modifier à la hausse ou à la baisse les prévisions actuellement réalisées.

Par ailleurs, l'immensité de la zone concernée (4/5 du territoire malgache), les difficultés d'accès à de nombreuses régions, la diversité des sources de signalisation et leur degré variable de fiabilité, font qu'une incertitude importante demeure quant à l'appréciation exacte de la situation acridienne actuelle.

Il faut donc rester prudent et savoir que des évaluations périodiques devront impérativement être réalisées à partir desquelles les estimations du présent rapport devront être régulièrement revues.

L'ampleur des opérations qu'il conviendra de conduire dans les mois à venir reste donc difficile à évaluer. Elle dépend :

- pour le court terme, de l'appréciation plus ou moins correcte de la situation acridienne actuelle (vraisemblablement sous-estimée dans certaines régions) ;

- pour le moyen terme :
 - . du succès des opérations de lutte anti-essaims en saison sèche (et donc de la plus ou moins grande abondance des populations qui pourront coloniser l'aire grégarigène en début de saison des pluies 1999-2000)¹ ;
 - . des conditions météorologiques du début de saison des pluies.

Il faut donc continuer à envisager des opérations de lutte importantes au cours des mois à venir. On doit être à même de faire face à une situation qui peut encore très rapidement, en particulier en début de saison des pluies, se révéler critique.

Le réalisme implique, par mesure de précaution, de considérer que les superficies à traiter doivent, dans un premier temps, être évaluées à l'identique de celles ayant été traitées au cours de la dernière saison. L'organisation devra rester très souple et les moyens devront pouvoir être mis à disposition d'une manière échelonnée et réévalués très régulièrement (tous les trois mois) en fonction de l'évolution de la situation acridienne. Il faudra alors que les procédures administratives et financières permettent, éventuellement, de mettre à disposition les moyens supplémentaires nécessaires dans les délais voulus sans entraîner de ruptures de stocks.

La période la plus critique se situera au début de la prochaine saison des pluies (octobre 1999) où, selon les conditions écologiques et l'importance réelle des populations acridiennes subsistantes en fin de saison sèche, la situation pourra éventuellement empirer très rapidement.

Conclusions sur la situation acridienne :

Les opérations de lutte semblent avoir permis d'enrayer la progression de l'invasion.

Cette invasion ne peut cependant être considérée comme terminée puisque la plus grande partie du territoire malgache reste contaminée par des populations grégaires.

La plus grande vigilance s'impose et il convient de maintenir, voire de renforcer, la surveillance et de continuer les opérations de lutte, faute de quoi les efforts consentis à ce jour seraient annulés.

Le contrôle complet de l'invasion risque de nécessiter encore une ou deux années d'efforts intensifs.

C'est à partir du constat sur la situation acridienne actuelle qu'une évaluation des superficies à traiter et du potentiel de lutte à maintenir est donné dans le chapitre 4.

2.1.3. Impact socio-économique de l'invasion

Durant l'infestation actuelle des efforts ont été faites pour évaluer les pertes réelles ou potentielles causées par les criquets à Madagascar.

Une première évaluation a été réalisée par une mission PAM/FAO en septembre/octobre 1997 (PAM/FAO,1997). Les chiffres mentionnés dans le rapport de cette mission sont maintenant considérés comme surestimés, essentiellement parce que les pertes causées par la sécheresse n'ont pu être considérées séparément de celles occasionnées par les criquets.

¹ Etant entendu que toutes les populations subsistant dans l'aire d'invasion en saison sèche ne se concentrent pas dans l'aire grégarigène en début de saison des pluies. Il y a simplement une tendance pour les populations ailées, du fait de l'évolution des conditions écologiques, à se déplacer vers le sud à cette époque de l'année. Une partie de ces populations (en proportion sans doute variable d'une année à l'autre) demeure répartie sur l'ensemble de l'aire d'invasion.

Une évaluation rapide a été conduite par une mission USAID en mai 1998 (Swartzendruber, Beninati et Schroeder, 1998). L'estimation était basée sur :

- le pourcentage de récoltes perdues dans un village donné,
- le pourcentage de villages attaqués dans un district donné,
- le pourcentage de la récolte annuelle totale dans le champ et vulnérable au moment de l'infestation.

L'extrapolation au niveau national des données obtenues suggère que la perte mensuelle ne dépasse pas 2% (3500 tonnes) et 1,5% (3000 tonnes) de la production nationale respectivement de riz et de maïs. Il était reconnu pourtant qu'une extrapolation au niveau national n'était pas très exacte à cause d'un manque de données fiables sur la production, le niveau d'infestation acridienne et les pertes associées.

La Banque Mondiale a conduit une étude théorique sur les pertes potentielles en 1998 en utilisant toute l'expérience obtenue à Madagascar à ce sujet (Banque mondiale, 1998a). Les pertes étaient calculées pour trois scénarios, respectivement des pertes basses, élevées et intermédiaires. Les pertes financières potentielles calculées sur l'hypothèse intermédiaire sont estimées à US \$ 50 millions par année (riz US\$ 30 millions; maïs US\$ 7 millions et manioc US\$ 35 millions). L'absence de données fiables sur la production et le niveau d'infestation acridienne est également mentionné dans cette étude comme une contrainte majeure pour une bonne estimation.

Une équipe DPV/GTZ a conduit une étude d'évaluation des pertes dans l'aire grégarigène pendant la saison culturale de 1998-99. La méthode suivie était un échantillonnage aléatoire des plantes endommagées, la fréquence des dégâts, le stade phénologique et les pertes de récolte (Zehrer, Hajaniaina et de Groot, 1999, en préparation). Le rapport final est espéré sous peu, mais les résultats préliminaires semblent confirmer les conclusions des études de la Banque Mondiale et de l'USAID.

Le projet « Système d'Alerte Précoce » (SAP), financé par l'Union européenne surveille la situation de la sécurité alimentaire dans 87 communes du Sud de Madagascar sur la base d'enquêtes au niveau des cultivateurs. L'incidence des déprédateurs est incluse dans la collecte et l'interprétation des données. Les conclusions pour la campagne agricole « 1998-99 » mentionnent que les dégâts dus aux criquets ont été de loin moins importants que ceux enregistrés au cours des deux années précédentes. Combiné aux dégâts des autres insectes, ils entraînent des pertes de récoltes estimées globalement par commune à moins de 10% quelque soit la culture. Quelques exceptions existent où les pertes de récolte ont été estimées entre 30 et 50 % (SAP, 1999). Le problème qui se pose avec ces estimations est qu'elles sont basées sur la fréquence des dégâts. La conversion de ce type de données en pertes de récolte est impossible parce que le stade phénologique de la plante endommagée n'est pas connu.

La conclusion générale de ces estimations est que, si l'impact de l'invasion sur la production nationale a jusqu'à maintenant été minime, de nombreux paysans ont cependant souffert de pertes importantes, parfois qualifiées localement de considérables.

Le bas niveau global des pertes enregistrées à ce jour s'explique par le fait que les principales zones de production agricole n'ont pas été directement touchées et/ou par le fait que ces zones ont été contaminées seulement après la récolte.

Globalement, l'absence de données fiables est considérée par tous comme une contrainte majeure pour l'évaluation des pertes. En conséquence, un calcul réaliste des coûts/bénéfices des opérations de lutte est impossible.

Un atelier sur le thème « Economic and policy issues in desert locust management » a été organisé par la FAO en 1997 (FAO, 1998). L'importance d'une évaluation des pertes et le calcul des coûts/bénéfices a été souligné. Cependant, même pour le Criquet pèlerin pour lequel beaucoup plus de données sont disponibles, les calculs se sont révélés extrêmement difficiles et d'interprétation délicate.

Un modèle de simulation (« Economics of Desert Locust Simulation », ELS) a été décrit pour l'analyse du développement et des déplacements des populations du Criquet pèlerin pour évaluer les pertes potentielles et les coûts/bénéfices des opérations de lutte. Ce modèle comporte plusieurs modules : dynamique des populations, coût et efficacité des mesures de lutte, estimation et coût des dégâts. Une approche similaire - par simulation - pourrait être conduite pour évaluer le rapport coûts/bénéfices de la lutte antiacridienne à Madagascar. Les données disponibles semblent cependant beaucoup moins

nombreuses et fiables pour le Criquet migrateur malgache que pour le Criquet pèlerin et l'on ne peut qu'avoir des doutes sur la portée ou même sur la faisabilité d'une telle étude.

2.2. La stratégie et l'organisation actuelle des campagnes de lutte

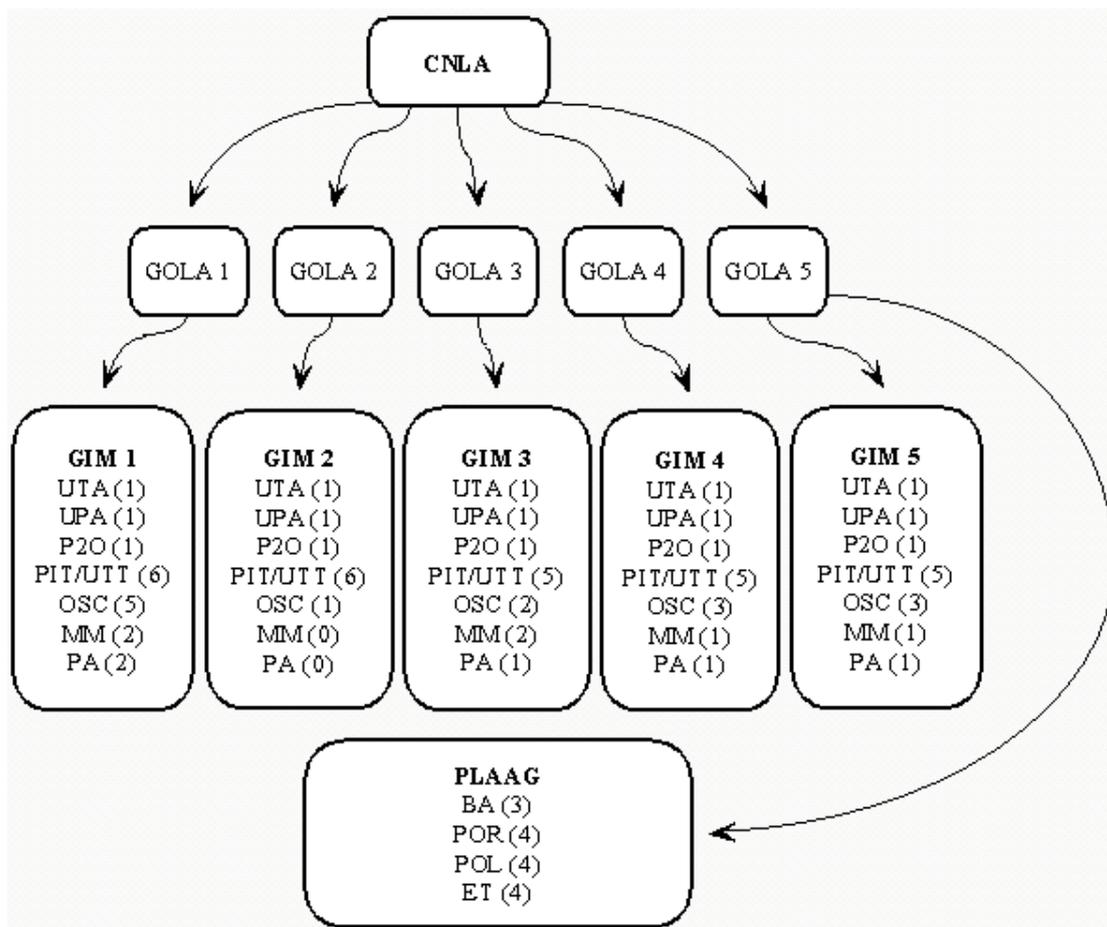
2.2.1. Organisation de la prospection et de la lutte

La surveillance a été très limitée depuis le début de la recrudescence au milieu des années 90. La lente détérioration des capacités du Centre antiacridien de Betioky (CAB) était déjà un fait accompli à cette époque et l'aptitude à fournir les informations habituelles à partir des zones probables de reproduction dans l'aire grégarigène était très limitée.

Les mêmes limitations s'appliquaient, et s'appliquent encore, aux zones d'invasion dans le nord du pays. Cette situation est, dans une certaine mesure, compréhensible car le pays est vaste et le réseau de routes carrossables ne couvre guère l'habitat potentiel des acridiens – en particulier pendant la saison des pluies. Il en résulte que les opérations de lutte se font un peu à l'aveuglette, en réagissant avec retard à la présence d'acridiens, c'est-à-dire contre les essaims plutôt que les bandes larvaires et, dans certains cas, contre des populations de la deuxième ou de la troisième génération lorsque les générations antérieures n'ont pas été détectées à temps.

Le Comité national de lutte antiacridienne (CNLA) a la responsabilité générale de la campagne avec le soutien technique de la Division de la Protection des Végétaux (DPV). Toutefois, depuis le début de la saison des pluies en 1998 (octobre/novembre), le soutien direct de quelques donateurs principaux bilatéraux et l'assistance technique se sont concentrés sur l'aire grégarigène du sud. Cela a entraîné une division opérationnelle entre l'organisation et la gestion – le sud où la communauté des donateurs (essentiellement Union européenne, Coopération française et assistance technique de la FAO) fournissait un potentiel de lutte antiacridienne "clefs en main" relativement moderne avec livraison de tous les intrants et de la logistique, et le nord où le Gouvernement de Madagascar (avec le soutien financier de divers donateurs) organisait ses propres opérations de prospections et de lutte grâce à des contrats de sous-traitance avec des sociétés commerciales, des OSC et de l'armée (voir figure 1).

D'une manière générale, les GOLA (Groupes opérationnels de lutte antiacridienne) sont les cinq zones géographiques dans lesquelles sont effectuées des opérations antiacridiennes et les P20 (Postes d'observation opérationnels) sont les organes du CNLA qui rassemblent et exploitent les informations sur les objectifs de lutte antiacridienne et distribuent les pesticides. Les principales activités de prospection et de lutte sont menées par l'intermédiaire de contrats de sous-traitance avec des sociétés de traitements aériens (Sonavam/Tam) qui organisent leurs groupes d'intervention mobiles et leurs postes d'intervention et de traitement, leurs unités de prospection aérienne, leurs unités de traitement aérien et leurs unités de traitement terrestre. Le CNLA a aussi recours à des contrats de sous-traitance avec des organisations de société civile qui prospectent et organisent des opérations de lutte, et avec des "marches manœuvres" qui sont des unités militaires composées chacune d'environ 10 soldats à pied qui prospectent, organisent et mènent la lutte avec les agriculteurs.



- CNLA Comité national de Lutte antiacridienne
 GOLA Groupe opérationnel de Lutte antiacridienne
 GIM Groupe d'Intervention mobile
 UTA Unité de Traitement aérien
 UPA Unité de Prospection aérienne
 P2O Poste d'Observation opérationnel
 PIT Poste d'Intervention et de Traitement
 UTT Unité de Traitement terrestre
 OSC Organisation de Société civile
 MM Marche-Manoeuvre
 PA Poste antiacridien
 PLAAG Projet de Lutte antiacridienne dans l'Aire grégarigène
 BA Base aérienne
 POR Poste d'Observation régional
 POL Poste d'Observation local
 ET Equipe terrestre

Figure 1. Organigramme des principales composantes du dispositif de surveillance et de lutte contre l'invasion du Criquet migrateur à Madagascar.

NB. Le GOLA 5 a été largement substitué par le PLAAG en cours d'opération.

Dans la zone du PLAAG (zone 5), les POR et les POL effectuent des prospections systématiques (avec des véhicules et des motos respectivement) et informent les bases aériennes (BA) et les équipes terrestres (ET) des cibles à traiter. Cette structure pourrait évoluer au cours des semaines et mois à venir (avec la fin du projet PLAAG en mai 1999), mais le CNLA a déclaré son intention de maintenir l'infrastructure et les systèmes existants qu'il considère efficaces.

Ce résumé est une simplification – il y a d'autres groupements administratifs responsables de la logistique, des finances, de la compilation des données, etc.

2.2.2. Les cibles

Les cibles sont les populations grégaires des deux espèces d'acridiens (*Locusta migratoria capito* et *Nomadacris septemfasciata*) soit sous forme d'essaims, soit sous forme de bandes larvaires. Toutefois, pour comprendre les opérations, ces cibles doivent être subdivisées selon les modalités exactes des traitements dont elles feront l'objet.

- Bandes larvaires isolées – ces bandes sont repérées et traitées par des équipes au sol.
- Blocs de bandes larvaires – ces zones plus grandes contenant de nombreuses bandes larvaires sont traitées en barrières, c'est-à-dire en traitant des couloirs de végétation largement espacés avec un insecticide persistant de façon à ce que les bandes larvaires mobiles soient tuées lorsqu'elles rencontrent la végétation traitée et s'en nourrissent. Cela peut donner un rendement horaire très important (10 000 hectares à l'heure sont ainsi "protégés"). Il a également été signalé que, dans le nord, certains traitements en couverture totale sont effectués sur ces blocs de bandes larvaires.
- Essaims posés – des essaims sont repérés par des équipes aériennes ou au sol et traités par voie aérienne soit tôt le matin avant qu'ils ne s'envolent, soit en fin de journée lorsqu'ils se sont posés pour la nuit. On utilise un insecticide non persistant. Le rendement horaire pour ces traitements en couverture totale peut en théorie atteindre 1 500 hectares mais, en pratique, on passe beaucoup de temps à localiser les essaims et aussi en rotations, en particulier lorsque les cibles sont petites.
- Essaims en vol – les essaims en vol sont traités par voie aérienne avec un insecticide non persistant. Ces essaims en vol occupent beaucoup plus de superficie que les mêmes essaims posés, mais des contraintes de temps imposent souvent d'effectuer les traitements, que l'essaim soit en vol ou posé.

2.2.3. Technologie

Les agriculteurs utilisent certaines mesures de lutte mécanique telles que frapper les larves avec des branches, creuser des tranchées pour les enterrer, allumer des feux de fumée pour chasser les essaims, mais ces mesures ne sont efficaces qu'à très petite échelle et au niveau local. Incontestablement, certaines cultures sont protégées de cette façon lorsque les infestations sont légères et peu fréquentes, mais une démarche différente est nécessaire pour protéger les cultures des infestations actuelles intenses, afin d'essayer d'éliminer les populations de la zone d'invasion et de réduire la population globale à un niveau suffisant pour permettre le retour à la phase solitaire et à une nouvelle période de rémission.

Comme d'autres pays touchés par des invasions acridiennes, la seule technique actuellement disponible est la lutte chimique avec des applications d'insecticides de grande ampleur.

2.2.4. Application

L'essentiel du traitement (par superficie traitée) se fait par des techniques UBV, c'est-à-dire des applications à ultra-bas volume (0,5 – 2 l/ha) de préparations insecticides spéciales à adjuvant huileux. Afin d'utiliser efficacement ces insecticides, des pulvérisateurs spéciaux UBV sont nécessaires car ils fractionnent le liquide en petites gouttelettes de taille relativement uniforme (80 à 120 microns de diamètre). Ces petites gouttelettes se répartissent ensuite sur une distance considérable sous le vent.

Un grand nombre de personnes participent aussi aux opérations de lutte au sol en utilisant des moyens manuels et motorisés pour appliquer les pesticides sous forme de poudre; il s'agit d'une méthode lente, peu séduisante sur le plan logistique (5 à 10 kg à l'hectare à transporter et à appliquer) à laquelle correspond une part relativement faible des superficies traitées, peut-être 10 %. Toutefois, cette méthode a pour avantage de faire intervenir directement les agriculteurs dans la lutte contre les acridiens et elle est plus directement centrée sur la protection des cultures au niveau local, c'est-à-dire qu'elle répond aux préoccupations immédiates des communautés rurales.

2.2.5. Aéronefs de traitement

La plupart des traitements se font par voie aérienne (avions et hélicoptères) mais il y a également des équipes au sol qui appliquent des pesticides UBV à partir de pulvérisateurs portables UBV (rythmes d'intervention de 4 à 10 hectares à l'heure). Des pulvérisateurs UBV contre les acridiens montés sur véhicule sont fabriqués par diverses sociétés mais le relief extrêmement accidenté dans certaines régions de Madagascar (affleurements rocheux, ravins, fleuves, zones inondées, etc.) les rend pratiquement inutilisables – on passe beaucoup de temps à éviter ces obstacles et certaines cibles acridiennes ne sont jamais atteintes.

Il a été très difficile de faire un bilan du nombre et du type d'aéronefs utilisés étant donné la délégation de ces choix à des entreprises de sous-traitance pour la lutte antiacridienne, mais la situation devrait être la suivante:

Tableau 2. Aéronefs actuellement utilisés pour lutter contre l'invasion du Criquet migrateur malgache.

Type	Modèle	Nombre	Fonction
Hélicoptère	Ecureuil AS350	3 (PLAAG)	Prospection et traitement
	Hughes 500	1	Prospection
	Mi2	2	Prospection
	Mi8	1	Transport (fret/personnel)
Avion agricole	Piper Pawnee	5	Traitement
	Jocker Ultra light	5	Prospection, guidage des traitements
	Scub Ultra light	1	Prospection (+ traitement?)
	Antonov	1	Traitement
	Aeromarine Ltd (modèle non spécifié)	1 ou 2	Prospection

2.2.6. Pulvérisateurs

Les avions utilisent des atomiseurs rotatifs de type Micronair qui tournent à vitesse élevée et diffusent le produit en gouttelettes de la bonne taille. Cela n'a pas toujours été le cas et jusqu'à la fin de 1998, certains des appareils étaient encore équipés de matériel classique de pulvérisation agricole – rampes de pulvérisation et buses hydrauliques – qui sont inefficaces et parfois dangereux avec les insecticides UBV. Des équipes au sol appliquant des produits liquides UBV utilisent soit des pulvérisateurs-atomiseurs à dos, soit des pulvérisateurs portables à disque rotatif et à batterie. Les pulvérisateurs à dos ne sont pas conçus initialement pour des traitements UBV et doivent être équipés avec des pièces spéciales UBV afin de réduire le débit et de produire le spectre voulu de gouttelettes. Ces pièces spéciales n'étaient pas toujours installées et l'utilisation de l'insecticide était donc extrêmement inefficace.

Les insecticides en poudre ont également été appliqués à partir d'atomiseurs à dos, après qu'une pièce spéciale ait été installée pour l'utilisation de ce type de produit. Toutefois, la plupart des applications de poudre ont été effectuées soit avec des pulvérisateurs mécaniques manuels soit à partir de petits sacs de jute permettant un saupoudrage sur les acridiens.

L'inventaire actuel du matériel de traitement terrestre, sur la base des informations fournies au cours de la mission, figure au tableau ci-après.

Tableau 3. Inventaire actuel du matériel de traitement terrestre

Type	Marque	Nombre
Nébulisateurs à dos	SoloPort 423	200
Pulvérisateurs manuels à batterie et à disques rotatifs	Micro-Ulva	402
Poudreuses manuelles (1 litre)	?	200
Poudreuses manuelles (5 litres)	?	200

2.2.7. Transport

Les informations sur le nombre de véhicules utilisés au cours de la campagne varient selon divers rapports et comptes rendus, et varient de toute façon car certains véhicules sont loués plutôt que d'être la propriété des organes chargés de la mise en oeuvre des interventions. Toutefois, au cours de la campagne de la saison des pluies d'octobre 1998 à mai 1999, la situation était la suivante:

Tableau 4. Nombre de véhicules.

Type	Nombre
Voitures (pick-up) 4 x 4	28
Camions	3
Motos (125 cc)	15

2.2.8. Communications

Il a été indiqué que la campagne était équipée de 28 postes de radio haute fréquence (également appelés SSB/USB ou BLU) pour des communications longue distance à partir de bases fixes (5) et de véhicules (23). On ne sait pas combien d'appareils VHF ou UHF sont disponibles pour les communications à faible rayon d'action entre équipes au sol et aéronefs, mais le nombre est certainement faible et insuffisant.

2.2.9. Navigation

La technologie appelée GPS (Global Positioning System) a révolutionné la navigation des aéronefs de traitement, en particulier ceux qui opèrent dans des zones éloignées où il existe peu de repères visibles et mémorisables. Le système reçoit des signaux émis par divers satellites en orbite dans l'espace, et calcule la position du récepteur qui peut être portable ou monté sur véhicule ou avion. La précision potentielle est inférieure à 10 mètres mais l'armée américaine brouille délibérément le signal pour empêcher d'autres instances de l'utiliser pour guider des missiles, ce qui laisse une précision qui varie globalement entre 10 et 100 mètres. Le signal peut être rétabli en précision initiale, soit en utilisant une station au sol, soit en souscrivant à un signal de correction également transmis depuis d'autres satellites. Le système corrigé s'appelle Differential GPS (DGPS).

Le GPS peut effectuer de nombreuses fonctions complexes mais les plus importantes, pour la lutte antiacridienne, sont les suivantes:

- aptitude à "marquer" une cible, c'est-à-dire à enregistrer les coordonnées sur la carte d'une position ou des angles d'un bloc qui peut alors être communiqué aux équipes de lutte ou aux appareils en vol.
- aptitude à "localiser" un site, c'est-à-dire à diriger l'utilisateur vers des coordonnées prédéterminées sur une carte.

De nombreuses équipes au sol sont équipées d'appareils GPS portables qui rendent beaucoup plus facile le travail de prospection et de direction des équipes de lutte. Selon nos informations, il y aurait 9 appareils portables Garmin et 15 appareils Magellan en service.

Jusqu'à la fin de 1998, les aéronefs de traitement Sonavam/Tam n'étaient pas équipés de GPS même si certains pilotes avaient des GPS portables qu'ils utilisaient dans la cabine de pilotage, mais il semble qu'à l'heure actuelle, tous les appareils de traitement soient équipés de GPS.

2.2.10. Guidage des trajectoires, trajectoire des appareils, coordonnées des blocs à traiter

Lorsque le système GPS est associé à un ordinateur portable et à un écran graphique avec le logiciel spécialisé de traitement, il peut effectuer diverses fonctions supplémentaires utiles pour le traitement aérien :

- une fois que le premier passage de traitement est effectué, il peut calculer automatiquement les coordonnées GPS des trajectoires suivantes de traitement selon un espacement prédéterminé des passages.
- guider le pilote selon ces bandes de traitement grosso modo parallèles (grâce à une flèche de guidage gauche/droite ou une barre lumineuse) sans qu'il y ait besoin de disposer d'équipes de marqueurs au sol.
- enregistrer la "trace" (passage effectué) pour l'ensemble du vol le long de toutes les coordonnées sur la carte.

Les hélicoptères Ecureuil du PLAAG ont été équipés de ce matériel supplémentaire, mais on ne sait pas si d'autres appareils en sont équipés.

2.2.11. Enregistrement des opérations de traitement

Les équipements simples de traitement aérien n'enregistrent pas les quantités d'insecticide pulvérisées ou les autres paramètres de traitement nécessaires à un véritable enregistrement des applications. Un matériel spécialisé de contrôle des traitements est nécessaire pour enregistrer les facteurs ci-après:

- débit,
- espacement des passes,
- vitesse d'avancement,
- durée du traitement (temps de vol avec pompe en fonctionnement).

Les facteurs ci-dessus peuvent donner une bonne estimation des doses de produits et de la quantité totale de pesticides utilisée à chaque sortie. Sur les appareils du CNLA et du PLAAG, ces données sont enregistrées en utilisant un enregistreur d'application Micronair qui peut fournir un récapitulatif de chaque sortie comme présenté en figure 2.

Figure 2. Exemple de relevé fourni par un enregistreur d'application Micronair.

```
*****
* Enregistreur *
* d'application *
* Micronair *
* *
*****
DATE: 12/11/98
HEURE: 16 h 48
RÉF: 0002

LARGEUR D'ANDAIN:
0200 mètres

VITESSE:
0160 Km/h

VOLUME DE PRODUIT
UTILISÉ:
0051 litres

SUPERFICIE TRAITÉE:
0102 hectares

DURÉE DU TRAITEMENT:
0002 h 03

VOLUME TOTAL:
0051 litres
```

Le problème de ce système actuel d'enregistrement est que certains des facteurs ci-dessus doivent être consignés manuellement. En fait, les seuls facteurs effectivement pris en compte par l'enregistreur d'application sont le débit, le volume utilisé et le temps passé à l'application – les autres facteurs tels que "largeur d'andain" (en fait l'espacement des passes) et la vitesse sont des valeurs nominales consignées manuellement. La superficie traitée est également théorique car l'enregistreur d'application calcule cette valeur à partir d'une valeur mesurée (temps passé au traitement) et de deux valeurs fournies manuellement (largeur d'andain et vitesse).

Le système actuel doit être modifié de façon à ce que les mesures de la vitesse et d'espacement des passes soient fournies directement par le GPS plutôt qu'entrées manuellement comme des valeurs théoriques.

2.2.12. Rapports

Différents types de rapports sont produits à partir des aéronefs effectuant les traitements aériens :

- Détail des pulvérisations par Micronair,
- Coordonnées des blocs traités,
- Tracé de vol (nécessite ordinateur et imprimante dans le cockpit),
- Fiche de vol.

Pour les opérations du PLAAG, toutes les données ci-dessus ont été enregistrées au niveau du bureau du DPV, mais les tracés de vol et les coordonnées des blocs n'ont pas été fournis pour les opérations Sonavam/Tam et on ne sait pas si ces données étaient enregistrées quelque part (sur le terrain ou dans les bureaux des contractants) ou si le cockpit n'était pas équipé pour cela.

Dans le sud, les coordonnées des blocs traités sont relevées par transfert manuel des enregistrements de sortie sur une base de données de l'Union européenne. Des cartes sont ensuite établies pour indiquer les blocs. Ces cartes font apparaître toutes les opérations et en particulier les zones de chevauchement lorsqu'un emplacement a été traité plusieurs fois dans les derniers mois (figure 3).

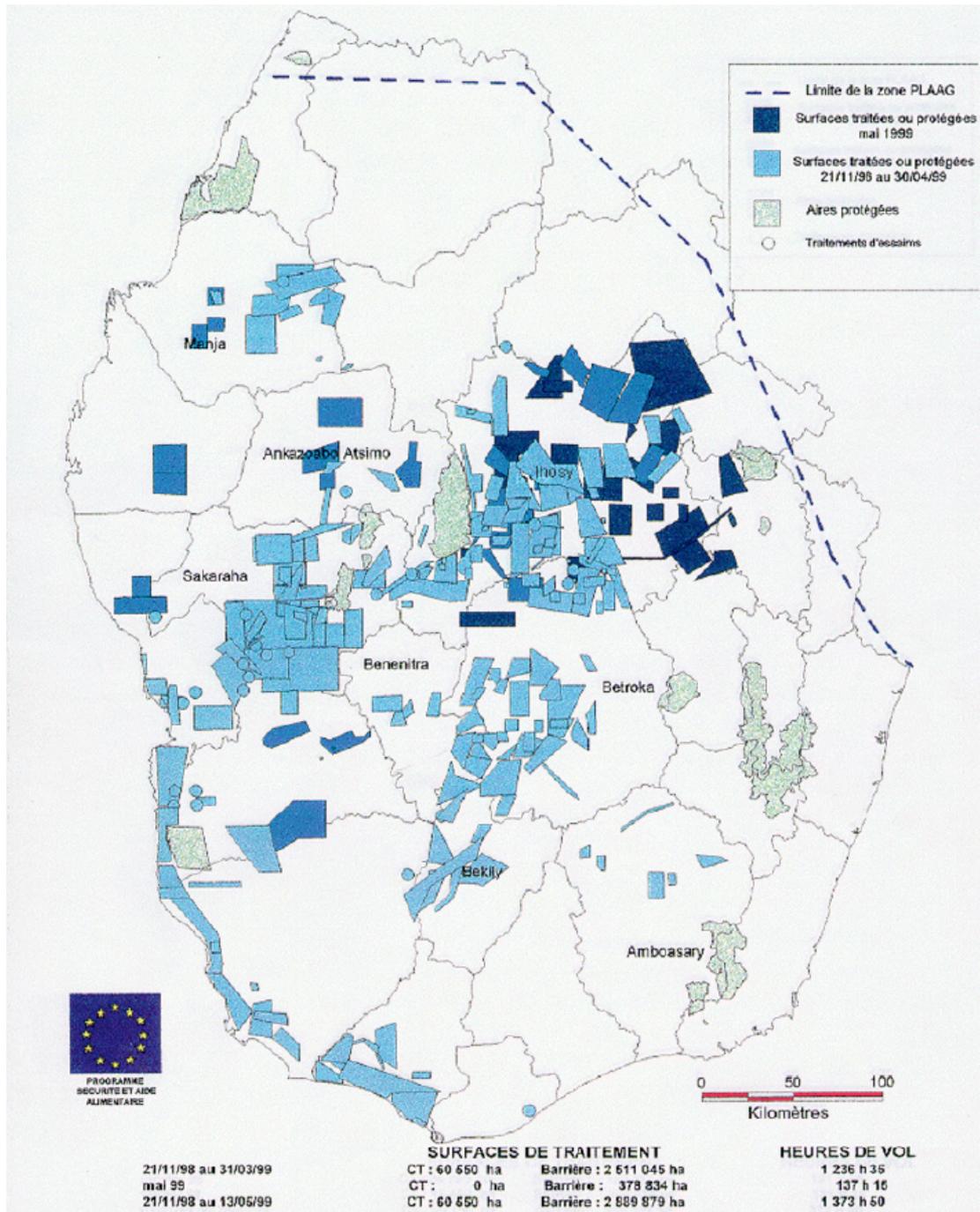
Il serait préférable d'instituer un système de collecte des données de sortie (coordonnées des blocs traités et tracés de vol) sous forme électronique. Ces fiches peuvent certainement être copiées sur disque souple depuis les hélicoptères utilisés dans le sud, mais il n'est pas certain que cette opération puisse être effectuée à partir de l'avion utilisé pour les opérations dans le nord.

En ce qui concerne les pulvérisations au sol, on manque d'informations sur les quantités des différents produits utilisés et les zones traitées et il serait nécessaire de disposer d'un meilleur système de collecte des données.

Figure 3. Exemple de carte de localisation des zones traitées.

Cf. page suivante

Carte de localisation des zones traitées.



2.2.13. Produits UBV

Fipronil (Adonis)

Il s'agit d'une famille d'insecticide relativement nouvelle (phénylpyrazoles) qui agit sur le système nerveux des insectes. Cet insecticide est assez persistant, sa vitesse d'action est modérée (jusqu'à 48 heures) et son spectre est assez vaste, pourtant ses formulations acridiennes ont une toxicité plutôt faible pour les mammifères et elles ont peu d'impact sur les poissons et sur la plupart des oiseaux. Ce produit a été utilisé pour une grande partie des traitements en barrières et pour les traitements d'essaims en 1998 (formulations de 7,5 g a.i/l et 4 g a.i/l respectivement). Cependant, les craintes concernant son incidence sur les organismes non cibles (en particulier les termites) et le fait que sa rémanence et sa vitesse d'action relativement faible ne sont pas des plus adaptées aux traitements d'essaims, ont amené à y renoncer pour ce type de traitement au début de 1999. Des traitements en barrières à grande échelle contre les bandes larvaires se sont poursuivies jusqu'à la fin de mai 1999.

Deltaméthrine (Decis)

Il s'agit d'un pyréthroïde synthétique ayant une action rapide (quelques minutes) et une faible persistance mais un spectre assez large en ce qui concerne les arthropodes. La toxicité des formulations pour les mammifères est faible mais on signale dans d'autres régions du monde quelques effets négatifs sur les poissons. Une formulation de 17,5 g a.i/l a été adoptée pour les traitements (essaims et larves) dans le nord depuis le retrait du fipronil dans son utilisation contre les essaims. Le gros avantage réside dans le fait que le personnel du site de traitement est très rapidement renseigné sur les résultats des opérations.

Dérégulateurs de croissance tels que le diflubenzuron (Dimilin) et le triflumuron (Alsystem)

Il s'agit de composés benzoyle-urée qui interfèrent avec la synthèse de la chitine; les insectes touchés meurent à la mue suivante car ils ne peuvent produire la nouvelle cuticule. Ces insecticides ont une action lente (jusqu'à la prochaine mue), sont relativement spécifiques (aux organismes chitineux) et ne devraient donc pas avoir d'incidence grave sur les mammifères, les poissons et les oiseaux, mais ils ont un effet sur les arthropodes aquatiques et sur quelques autres organismes non cibles. Ils sont persistants et se prêtent bien aux traitements en barrières mais malgré des essais de validation à grande échelle à Madagascar et en dépit de stocks assez importants, ils ne sont pas beaucoup utilisés.

Autres produits UBV

- Chlorpyrifos éthyle (Dursban). Ce pesticide organophosphoré a déjà été utilisé mais des doutes concernant son efficacité ont amené à le retirer en 1998. Des essais se poursuivent pour tenter de le réintroduire.
- Féntrothion (Sumithion). Il s'agit d'un insecticide organophosphoré à vitesse d'action modérée. Il a été utilisé comme produit de base de la lutte antiacridienne dans certains pays mais il est progressivement abandonné en raison de craintes concernant la sécurité des opérateurs et ses effets sur l'environnement, en particulier sur les oiseaux.

Il existe une forte demande de produits UBV ayant une très faible incidence sur l'environnement, pour les parcs nationaux et les autres zones écologiquement sensibles. Les agents de lutte antiacridienne ont le sentiment que ces zones protégées qui échappent actuellement aux équipes d'intervention représentent d'importants réservoirs et sont des sources d'infestation. Le seul produit qui pourrait avoir une action suffisamment spécifique est l'agent de biocontrôle fongique *Metarhizium anisopliae*. Une souche indigène est actuellement testée et mise au point mais n'est pas encore homologuée à Madagascar. Un financement ultérieur est nécessaire pour mener à bien les travaux d'homologation et développer des techniques de production de masse. Il serait très utile de disposer d'informations émanant du projet Lubilosa (CABI Bioscience) qui vient d'homologuer sa souche "Green Muscle" du même champignon en Afrique du Sud.

2.2.14. Produits en poudre

Les principaux produits utilisés sont le propoxur à 3 % (carbamate), le fénitrothion à 5 % et le chlorpyrifos éthyle (tous deux sont des composés organophosphorés). La faible concentration du principe actif signifie que les risques d'exposition de la peau sont moindres qu'avec des produits UBV liquides, mais il faut éviter d'inhaler car les formulations en poudre peuvent rester suspendues dans l'air pendant quelque temps.

2.2.15. Délimitation de la cible

Cela signifie définir les limites des blocs qui seront traités. Le problème ne concerne pas tant les traitements au sol des bandes larvaires ou les traitements aériens des essaims posés (couverture totale) car les limites de la cible sont généralement faciles à discerner, respectivement, du sol et depuis les airs. Par contre, lorsqu'un essaim est en vol, la chose est beaucoup plus compliquée car les bords de la cible bougent et le pilote a du mal à déterminer exactement quelles parties ont été traitées et quelles autres ne l'ont pas été. Dans ce cas, le type d'avion détecteur utilisé par le CNLA (Jocker, également utilisé pour les prospections) est très utile s'il est en communication radio avec l'avion effectuant les traitements. Il peut guider ce dernier jusqu'au point de départ et indiquer toute section de l'essaim qui aurait été omise.

Des problèmes de délimitation se posent également avec les blocs de bandes larvaires traités en barrières (ou même à une couverture totale). Même si des critères ont été fixés pour les limites du bloc à traiter – par exemple le bloc s'étend jusqu'à la limite à laquelle la densité d'infestation tombe en dessous de 2 % – il est extrêmement difficile de déterminer l'emplacement de ces limites sans de longues prospections. Cette opération ne peut être effectuée à partir d'un avion car les bandes larvaires sont souvent difficiles à distinguer depuis les airs et il faut donc utiliser un hélicoptère qui effectuera de multiples atterrissages pour prospecter le terrain environnant. On utilise également fréquemment des véhicules qui effectuent de nombreux arrêts dans la zone infestée. D'après des entretiens avec le personnel du CNLA, il semblerait que lorsqu'on trouve une accumulation de bandes larvaires, on trace des transects partant de cet endroit et allant dans plusieurs directions et au fur et à mesure que l'on rencontre de nouvelles bandes larvaires, le bloc est étendu jusqu'au point où le taux de nouvelles bandes larvaires tombe au-dessous d'un certain seuil; d'après un rapport, la limite serait d'une bande larvaire par kilomètre de transect. La précision de cette méthode dépend de la proportion de terrain couverte par les transects et dans la pratique, cette proportion est généralement très faible. Il arrive souvent que l'on obtienne des blocs qui ne correspondent pas au mieux à la configuration effective de l'infestation de bandes larvaires, par exemple de grands blocs contenant très peu de bandes larvaires ou de fortes densités de bandes larvaires situées en dehors des blocs à traiter.

Il y a certainement d'autres difficultés qui nécessitent des connaissances locales et une longue expérience de la lutte antiacridienne, mais la délimitation des blocs reste une des préoccupations essentielles de toute campagne de lutte antiacridienne sur grande échelle.

D'autres recherches de terrain sont nécessaires pour développer des procédures standard réalisant un compromis acceptable entre aspect pratique et précision.

2.2.16. Evaluation de la mortalité

L'efficacité de la lutte doit être évaluée au cours de la campagne. Une vérification attentive n'est pas nécessaire pour chaque cible, mais des contrôles par sondage doivent être effectués dans la mesure du possible, surtout lorsque de nouvelles techniques ou de nouveaux insecticides doivent être utilisés. Cette vérification remplit trois objectifs: contrôler si la pulvérisation doit être répétée pour éviter que les criquets ne s'échappent; vérifier que les insecticides et les techniques de lutte sont efficaces – si les traitements ne tuent pas les criquets, il faudra apporter des changements avant d'entreprendre d'autres opérations de lutte. Troisièmement, les estimations de la mortalité permettent de déterminer à coup sûr l'efficacité de la campagne. L'équipe chargée de l'évaluation doit se rendre sur la cible pour un contrôle quelque temps après le traitement, généralement à la fin de la journée ou le jour suivant.

La plupart du temps, il n'est pas nécessaire d'évaluer exactement le pourcentage de mortalité des bandes larvaires; s'il reste très peu de criquets vivants après la pulvérisation, il est inutile de perdre du temps.

En revanche, s'il apparaît clairement qu'un nombre important de criquets survivent aux pulvérisations, il peut être nécessaire d'essayer de vérifier le pourcentage de décès pour agir ensuite en connaissance de cause et prendre les mesures qui s'imposent.

Même une estimation grossière est souvent difficile à effectuer du point de vue technique car les criquets peuvent sortir de la zone cible après traitement. C'est le cas surtout aux stades les plus mobiles et avec les produits à action lente qui permettent aux criquets de s'éloigner beaucoup avant de mourir. Il existe aussi des difficultés pratiques car les agents de lutte antiacridienne sont souvent occupés à d'autres opérations dans d'autres zones les jours suivants. Des mesures précises de la mortalité ne peuvent être effectuées que sur des bandes ou des essaims à l'arrêt; l'évaluation de la mortalité des essaims en vol est beaucoup plus complexe (elle se limite dans la pratique à vérifier si des essaims importants demeurent le jour suivant, ce qui n'est pas suffisant pour une estimation exacte du taux de mortalité effectif).

Deux méthodes principales permettent de quantifier la mortalité des cibles à l'arrêt: les évaluations sur le terrain et les évaluations en cage.

Tableau 5. Techniques générales d'évaluation de la mortalité.

Type	Cible	Date de l'évaluation
Estimations visuelles approximatives	Essaims, bandes et criquets épars	Toujours après traitement
Décomptes des criquets avant et après traitement (estimations de la densité et mesure de la zone cible)	Bandes et criquets épars	Sondages de routine, en particulier lorsque de nouveaux produits, dosages ou techniques sont utilisés, ou en cas de problème
Evaluations en cage	Essaims, bandes et criquets épars	Comme ci-dessus, surtout en cas d'utilisation de produits agissant lentement sur des cibles se déplaçant rapidement

Il est particulièrement difficile de contrôler la mortalité dans les zones traitées en barrières. Il est inutile de vérifier la mortalité le jour suivant le traitement ; il faut donner le temps aux bandes larvaires de s'éloigner suffisamment pour rencontrer une barrière qui puisse les faire mourir. Si le bloc a été délimité à partir d'une méthode de prospection systématique, il faut recommencer avec la même méthode une et deux semaines après (mais avant la mue imaginale) pour avoir une idée de la réussite des opérations. On peut effectuer une recherche active des bandes larvaires, ou tracer des transects réguliers en faisant des arrêts réguliers.

Dans la pratique, les évaluations de mortalité dans les zones traitées en barrières et en couverture totale sont insuffisantes à Madagascar. Les raisons sont multiples: le fipronil est largement utilisé et son action relativement lente (3 - 48 heures) permet à la cible de se déplacer sur de longues distances avant d'être véritablement touchée. De plus, les ressources ont déjà été utilisées au maximum pour les opérations de lutte et les évaluations de la mortalité représentent un travail supplémentaire qui, jusqu'à présent, est effectué par les mêmes personnes. Enfin, à Madagascar, il n'y a aucun protocole clair d'évaluation de la mortalité des bandes et des essaims.

Récemment, on a constaté un léger changement dans les zones traitées à la deltaméthrine. Le contrat passé avec le fournisseur demande que la société assure les services de deux agents de suivi des opérations et s'occupe de toute la logistique pour que 20 % des opérations de lutte soient surveillés et

que des comptes rendus soient effectués. Un représentant du DPV effectue des visites imprévues pour vérifier que l'équipe de surveillance fait bien son travail.

Il n'en reste pas moins nécessaire que des protocoles et un système permettant d'assurer la surveillance régulière d'une partie des opérations de lutte soient élaborés quels que soient le produit et la méthode utilisés.

2.2.17. Formation

Différents types de personnels doivent être formés pour améliorer leurs capacités et la qualité de leur travail.

Pilotes

La plupart des pilotes effectuant les traitements sont davantage habitués aux pulvérisations agricoles qu'aux traitements antiacridiens. Ils doivent donc être formés dans différents domaines:

- principes des pulvérisations UBV
- conditions atmosphériques pour les pulvérisations UBV
- calibration du débit et de la taille des gouttelettes
- GPS (bandes traitées et rapports de sortie)
- traitements en barrières
- évaluation de l'efficacité.

Personnel de soutien au sol pour les traitements aériens

Pour être efficace, le pilote doit bénéficier du soutien d'une équipe de terrain bien formée et bien équipée, qui doit recevoir une formation dans les domaines suivants:

- bonnes conditions de sécurité pour le stockage, le transport et la manutention des pesticides,
- délimitation des cibles et définition d'une référence,
- communication avec l'avion et les bases régionales,
- évaluation de l'efficacité.

Equipes de lutte terrestre, y compris marches manoeuvres

Elles devront recevoir une formation dans les domaines suivants:

- bonnes conditions de sécurité pour le stockage, le transport et la manutention des pesticides,
- calibration et entretien des différents pulvérisateurs portables,
- délimitation de la cible,
- techniques de pulvérisation/poudrage efficaces et sans danger.

Agriculteurs

Les agriculteurs participant aux opérations de lutte devront recevoir une formation de base dans les domaines suivants:

- biologie et comportement des espèces acridiennes,
- bonnes conditions de sécurité pour le stockage, le transport et la manutention des pesticides,
- techniques de poudrage efficaces et sans danger.

De plus, les équipes de spécialistes qui participent au suivi environnemental et au suivi technique doivent bénéficier d'une formation spécialisée et d'une formation complémentaire.

Il faut aussi former (si possible en organisant des ateliers) les responsables et les fonctionnaires chargés de la campagne à Antananarivo aux questions d'organisation et de logistique.

2.2.18. Techniques de lutte

On distingue les traitements en barrières pour lutter contre de vastes blocs de bandes larvaires et les traitements en couverture totale contre les bandes isolées, les essaims posés et en vol, mais les procédures exactes ne sont pas faciles à décrire.

Barrières

Les paramètres nominaux utilisés pour les traitements en barrières dans le sud étaient l'application de barrières présumées de 200 m de large séparées par des espacements de 1 000 m. Le Fipronil à 7,5 g a.i./l est homologué pour cette technique, donc les paramètres ont dû s'avérer satisfaisants lors des essais d'homologation. Cependant, les opérateurs ont constaté que toutes les cibles ne sont pas les mêmes, parfois des bandes larvaires moins denses ne semblent pas assez mobiles pour se déplacer entre les barrières avant de commencer leur mue imaginale, surtout si la végétation est haute et que la nourriture est abondante tout autour. On a signalé que des bandes avaient survécu à la mue imaginale dans certaines zones traitées en barrières et que des essaims s'étaient échappés de blocs ayant été traités. C'est sans doute pour cela (mais aussi parce que le terrain est plus accidenté) que les traitements en barrières n'ont pas été effectués à grande échelle dans le nord du pays bien que les populations larvaires soient importantes et que cette technique pourrait avec avantage être utilisée dans de nombreux cas.

Pour apaiser les doutes, dans certains cas l'espacement des barrières a été réduit à 500 m pour essayer d'éliminer aussi les bandes larvaires moins mobiles. C'est une tentative valable de modification des technologies de lutte pour les adapter à des cibles différentes, mais elle ne repose pas sur des informations tangibles sur les taux de mortalité effectifs ou sur l'amélioration des taux de mortalité après modification des paramètres en fonction des difficultés rencontrées. Bien entendu, il y a aussi des considérations environnementales liées à ces modifications mais elles reposent uniquement sur des suppositions faites sur le moment. On peut donc conclure en disant que pour maintenir le même niveau d'impact environnemental avec une réduction de l'espacement des barrières, il faut que les barrières elles-mêmes soient proportionnellement plus étroites pour que la même superficie globale de terrain soit épargnée par les traitements. Les paramètres utilisés pour réaliser ces barrières plus étroites doivent être testés: accroissement de la taille de gouttelettes, réduction de la hauteur de vol, vol suivant la direction du vent ou en diagonale.

Il existe également des incertitudes concernant le choix des produits. Les dérégulateurs de croissance ont été testés avec de bons résultats lors de traitements en barrières à grande échelle et les stocks sont importants, mais ils n'ont presque jamais été utilisés et en tout cas pas suffisamment pour être considérés à Madagascar comme des produits "testés et approuvés".

Il faudrait mettre en oeuvre des essais opérationnels à grande échelle pour trouver les meilleurs paramètres de traitement en barrières pour toute une gamme de produits, de types de cible, de terrain et de végétation. Ces essais ne sont pas faciles à effectuer car ils doivent être suffisamment étendus pour éviter les effets de bordure durant les jours ou même les semaines pendant lesquels la mortalité fait l'objet d'un suivi. Un coût approximatif de 70 000 dollars E.-U. a été inclus dans le projet de budget mais il faudra peut-être le modifier lorsqu'une planification plus détaillée aura été effectuée. De tels essais devraient, par la suite, continuer à être conduits par la future cellule de recherche opérationnelle du centre antiacridien rénové (cf. chapitre 3).

Essaims

Les mêmes doutes existent en ce qui concerne la meilleure façon de traiter les essaims. En théorie, les essaims doivent être traités en début de matinée ou en fin d'après-midi lorsqu'ils sont posés. En supposant que la plupart d'entre eux restent posés jusqu'à ce qu'ils aient été traités, on pourrait adopter une technique standard de couverture totale qui devrait donner de bons résultats. Toutefois, les limites

de temps et la difficulté d'agir sur une cible posée avant de perdre à nouveau le contact obligent à effectuer une grande partie des traitements d'essaims lorsque ces derniers sont en vol. La difficulté réside dans le fait que l'essaim peut se présenter comme un accordéon étiré le long d'une ligne assez étroite qui se déplace sous le vent à peu près à la vitesse du vent. Les passages normaux avec vent de travers sur un objectif fixe sont difficiles et quoi qu'il en soit, il n'est pas facile de déterminer immédiatement quel espacement entre les bandes traitées il faut utiliser sur un objectif mobile. De plus, les essaims peuvent se trouver à des hauteurs différentes et être denses ou très lâches. Plusieurs techniques ont été signalées pour traiter ces essaims en vol, y compris les pulvérisations autour des essaims suivies de pulvérisations en diagonale (!). Mais les résultats de ces techniques ne sont pas bien connus et il semblerait qu'en se basant sur une bonne connaissance du comportement de l'essaim, des gouttelettes et de l'insecticide utilisé, on puisse déterminer des méthodes plus fiables. Il pourrait s'avérer nécessaire d'adapter le débit dans l'air pour éviter un surdosage local quand les traitements aériens se font au vent et sous le vent plutôt qu'en travers.

Des essais à grande échelle seront également nécessaires après un examen des techniques actuellement utilisées (en consultation avec les pilotes et les équipes de terrain) et l'ensemble des opérations, qui devront être effectuées si possible durant la saison sèche 1999, a été évalué à environ 74 000 dollars.

2.2.19. Normes et cahiers des charges

Diverses normes ou spécifications de produits et services ont été examinées dans différents documents. Dans l'ensemble, elles sont assez bien formulées avec quelques exceptions notables dont voici trois exemples.

- Les instructions concernant les traitements en barrières spécifient que l'opération ne doit pas être effectuée quand la vitesse du vent dépasse 1 m/s. Cela est irréaliste car ces conditions n'existent que pendant une durée très brève chaque jour.
- Les instructions concernant la calibration de l'avion utilisé pour les traitements décrivent une procédure à suivre quand l'avion est au sol qui prévoit de collecter les pulvérisations émises dans des seaux placés sous les atomiseurs. Mais la plupart des avions sont équipés de pompes éoliennes et l'appareil doit être en vol pour pouvoir produire une pression suffisante.
- La description des procédures UBV avec pulvérisateur à dos est vague.

Quelques instructions importantes semblaient manquer, par exemple les directives pour l'application des insecticides en poudre par les équipes et les procédures à appliquer au sol pour soutenir les opérations aériennes, mais il se peut que la mission n'ait pas su où trouver ces documents.

Le personnel de la FAO a établi des fiches techniques pour les principaux types d'aéronef de traitement utilisés. Ces fiches devraient être passées en revue et regroupées, avec les normes, dans un manuel de référence pour les opérations de terrain. Le cahier des charges peut être modifié selon les normes d'élaboration si nécessaire. Il est plus difficile de garantir que ces protocoles et ces obligations contractuelles sont respectés et il conviendrait sans doute de confier cette responsabilité à une seule personne au CNLA.

2.2.20. Contrats

Différents types de contrat ont été examinés, en particulier les contrats pour les ONG et pour les services des avions utilisés pour les traitements.

Il n'existe pas de type de contrat parfait pour ces avions. S'ils sont payés à l'heure de vol, on risque de les inciter à prolonger les heures de prospection et de convoyage; il faut contrôler de près le temps effectivement passé à effectuer les traitements pour veiller à ce que les opérations soient le plus rentable possible. Les contrats pour les hélicoptères PLA/PLAAG ont été établis sur cette base et les résultats ont été suivis de près et enregistrés. La répartition des activités semble très raisonnable, les traitements occupant à peu près la moitié des heures – voir tableau 5 ci-dessous. Il n'a pas été possible de voir les contrats, mais la dépense serait d'environ 1 000 dollars/heure, y compris tout le soutien logistique pour le personnel et le carburant.

Tableau 6. Ventilation des heures d'hélicoptères PLA/PLAAG (voir dernier rapport du PLAAG pour des données à jour).

	Couverture totale (juin – sept. 1998)	Barrières (oct. 98 – avril 99)
Convoyage (%)	8,2	8,6
Prospection (%)	50,9	35,6
Traitement (%)	40,9	55,8

Les avions sous contrat direct avec le CLNA par l'intermédiaire de Sonavam/Tam sont payés à l'hectare traité. Ce système encourage à traiter davantage qu'à prospecter et peut amener à traiter des zones sans que l'opération soit justifiée, par exemple des populations éparses et de vastes blocs pour atteindre une petite cible. Un autre problème important réside dans le fait que les superficies traitées sont souvent calculées à partir de la quantité de pesticide utilisée, c'est-à-dire que, s'il y a surdosage (réduction de l'espacement des bandes traitées ou augmentation du débit), le paiement par hectare d'acridiens est supérieur à ce que les chiffres indiquent. Les chiffres fournis par le responsable de Sonavam/Tam étaient de 65 000 FMG (9 dollars E.-U.) par hectare traité, y compris toutes les dépenses de logistique et de recherche de la cible, mais non compris le coût des pesticides.

Les contrats pour les avions de prospection ultra légers sont payés à l'heure (moins de 150 \$ US/heure).

Pour les OSC, les contrats qui ont été examinés prévoient le paiement des rapports de signalisation des acridiens; un des contrats prévoyait environ 50 dollars par signalisation jusqu'à un maximum d'environ 10 000 dollars.

2.2.21. Les superficies traitées au cours des 12 derniers mois (juin 1998- mai 1999)

NB. Pour les tableaux suivants, les données n'ont pu être actualisées aux mêmes dates que celles figurant dans le tableau 1.

Tableau 7. Tableau récapitulatif provisoire des superficies traitées ou protégées, juin 1998-avril 1999.

Type de traitement	Hectares traités ou protégés	
	Zone 5 (PLAAG)	Zones 1 à 4 (Nord)
Couverture totale	295 648	341 1332
Barrières	1 750 315	-

Tableau 8. Tableau récapitulatif provisoire des coûts des aéronefs, juin 1998-mai 1999.

Type de traitement	Dollars E.-U./ha traité ou protégé
Couverture totale	2,30 (PLAAG) - 9,0 (Sonavam/Tam)
Barrières	0,59 (PLAAG)

Tableau 9. Superficies protégées ou traitées, juin-septembre 1998 (pour l'ensemble du pays) - prévisions et réalisations.

Type de traitement	Prévisions (4 mois)	Réalisations (4 mois)
Barrières	300 000 ha	0
Couverture totale	160 000 ha	219 072 ha
Traitement au sol	20 000 ha	10 826 ha*

* estimation

Tableau 10. Superficies traitées ou protégées d'octobre 1998 à avril 1999 (pour l'ensemble du pays) - prévisions et réalisations.

Type de traitement	Prévisions (7 mois)	Réalisations (7 mois)
Barrières (traitement aérien)	2 800 000 ha	2 627 905 ha
Couverture totale (traitement aérien)	70 000 ha	232 753 ha
Traitement au sol	70 000 ha	25 369 ha*

* estimation

2.2.22. Principales difficultés rencontrées pendant la campagne

La campagne de lutte contre le Criquet migrateur menée à Madagascar est une vaste campagne qui s'est déroulée sur plus de deux années pour mettre en place une infrastructure et un ensemble de systèmes opérationnels complexes. La campagne menée dans le nord est de toute évidence coûteuse, même si l'on tient compte de la difficulté du terrain, et il semble que les opérations de prospection et de lutte soient quelquefois disconnectées (mises à part certaines données brutes sur les pesticides utilisés et les hectares traités) en raison des accords de sous-traitance passés avec des entreprises commerciales et des ONG.

Le choix des produits a posé des problèmes liés à la fois à des préoccupations écologiques et à leur efficacité en particulier pour la lutte contre les essaims. Il y a également eu des difficultés institutionnelles qui ont abouti à la scission regrettable des efforts et du soutien technique entre le nord (zones 1 à 4) et le sud (zone 5). Toutefois, ce ne sont sans doute pas les principales raisons de la persistance de l'invasion, même si celle-ci semble avoir diminué d'importance.

L'invasion persiste parce qu'une trop faible proportion des cibles acridiennes a été contrôlée. Il est difficile d'évaluer cette proportion et même ce qu'elle devrait être, mais la capacité de suivi et de traitement doit être renforcée si l'on veut enrayer l'infestation dans un an ou deux. Il faudrait notamment améliorer la couverture des prospections (aériennes, au sol, signalisations par les habitants, etc.), multiplier les prospections, améliorer la compilation des informations provenant des prospections et des contrôles afin d'établir des prévisions et de répartir en temps voulu les apports (prévisions et opérations sur toutes les bases et au siège), renforcer les moyens de lutte (avions plus nombreux, pulvérisateurs au sol, personnel formé, protocoles efficaces), améliorer la fréquence du suivi de la qualité et de l'efficacité des opérations (équipes formées aux techniques de suivi), etc. Un suivi de l'environnement (à court et long termes) doit obligatoirement accompagner cette amélioration des capacités, si l'on veut que les opérations fassent plus de bien à court terme que de mal à long terme et pour que les progrès se fassent sentir dès maintenant et pendant les futures campagnes.

Principales difficultés rencontrées pendant la campagne :

- le système de prospection est inadapté
- les technologies de traitement aérien sont parfois inadaptées
- le personnel a besoin d'être formé et recyclé à tous les niveaux
- les opérations ont parfois dû être interrompues à cause du manque de pesticides
- le suivi de l'efficacité est rarement mené de façon systématique
- la délimitation des blocs pour les traitements en barrières devrait être améliorée
- la collecte et l'analyse d'informations techniques sur les opérations de traitement sont limitées
- on manque d'information sur les meilleures pratiques, notamment sur le traitement en barrières, celui des essaims et le suivi de l'efficacité
- les communications sol-air sont très limitées, de sorte que les équipes au sol n'ont pas les moyens d'orienter efficacement les aéronefs de traitement
- on possède peu de renseignements sur l'impact écologique des opérations
- les zones écologiquement sensibles sont perçues comme faisant obstacle à une lutte efficace contre les populations acridiennes
- la scission des opérations, des technologies et de l'assistance technique entre le nord et le sud fait que le nord est en retard pour ce qui est de la qualité et de l'efficacité des opérations.

2.3. La protection de l'environnement

Dans le cadre d'un programme d'urgence concernant le suivi technique des épandages, la santé publique et l'impact sur l'environnement, l'Office National pour l'Environnement (ONE) a été chargé de coordonner la mise en place et le suivi de plusieurs études. Cela s'est fait en accord avec les recommandations de la première mission FAO (1998b) et du panel de la Banque Mondiale (1998b) et en collaboration avec les universités de Tuléar et Antananarivo, la « Direction de la Lutte contre les Maladies Transmissibles », le « Service de Toxicologie de l'Hôpital Joseph Andrianavalona », la « Direction de la Protection des Végétaux » et le « Natural Resources Institute » (NRI), de Grande Bretagne.

Le but de ce programme est de rendre la lutte antiacridienne plus performante afin de minimiser les risques encourus par la population ainsi que l'impact sur l'environnement, et plus particulièrement la biodiversité. Bien que l'analyse des données de ces études ne soit pas encore achevée, deux rapports intermédiaires ont déjà été publiés par l'ONE (1999a) et le NRI (1999). L'évaluation de l'impact sur l'environnement se base principalement sur les résultats préliminaires présentés dans ces rapports. En ce qui concerne l'évaluation des risques encourus par la population, un premier rapport d'une mission dans le district de Maevatanana permet une première orientation (Ministère de Santé, 1999).

En outre, l'ONE – en collaboration avec le NRI et avec l'assistance financière de l'USAID – a défini des termes de référence pour une « Etude d'Impact sur l'Environnement (EIE) » demandée par la Banque Mondiale. Cette étude vise à évaluer les risques principaux encourus lors de la lutte antiacridienne et à développer ainsi une stratégie respectueuse de l'environnement (ONE 1999b). Il est prévu que l'EIE soit terminée en novembre 1999.

2.3.1. Surveillance post-homologation

Les stratégies antiacridiennes appliquées à Madagascar sont sources de nombreuses critiques parmi les différents groupes concernés par la lutte. Ces divergences d'opinions concernent principalement l'efficacité des produits et leur nocivité. C'est pour cette raison que la FAO a proposé une surveillance post-homologation (FAO, 1988). Cette procédure a été mise en place dans le cas où des effets non anticipés pendant l'homologation sont clairement observés lors de l'utilisation d'un insecticide et nécessitent des recherches supplémentaires. Autrement dit, une surveillance post-homologation est un dispositif de sécurité qui permet de réagir rapidement, si les effets observés sont différents des effets prévus; ceci peut avoir comme conséquence une révision de règles d'utilisation.

Dans le cas de Madagascar, les problèmes concernent la méthode d'épandage (traitement en barrière *versus* couverture totale, traitement des essaims en vol *versus* essaims posés), ainsi que le choix de pesticides suivant le cas traité (couverture totale : produits à action immédiate *versus* produits à action tardive; barrières : dérégulateurs de croissance *versus* phényl-pyrazoles). D'autre part, des effets à long terme sur quelques éléments de la faune non-cible - vertébrée et invertébrée - ont été observés dans des essais à grande échelle avec des pesticides persistants (NRI 1999) et ont donné lieu à une vive controverse.

Force est de constater que la lutte actuelle ne fait pas l'unanimité, ce qui justifie sans doute une réévaluation objective et pragmatique de l'efficacité des différentes méthodes mises en oeuvre ainsi que de leurs conséquences sur la population et sur l'environnement. L'objectif de cette réévaluation est de contribuer à la mise en place d'une stratégie commune, afin de lutter efficacement contre les criquets à Madagascar.

2.3.2. Santé humaine

Collaborateurs

La mise en place d'un suivi médical systématique et complet s'est révélé jusqu'à ce jour impossible. Les raisons sont les suivantes :

- le manque d'équipement et de personnel (seule une équipe centrale de médecins établie dans la capitale est actuellement disponible à temps partiel pour mener les suivis médicaux des opérateurs de lutte)
- l'importante superficie de la zone traitée et son inaccessibilité.

En outre, les pesticides les plus utilisés - comme le fipronil et le deltaméthrine - ne provoquent pas une réduction de l'activité cholinestérasique (comme les organophosphorés et les carbamates), ce qui complique une estimation rapide de l'exposition aux produits des manipulateurs.

Population

L'équipe de médecins mentionnée ci-dessus est chargée du suivi de la santé des populations exposées aux pesticides. D'autre part, un groupe de médecins inspecteurs a été formé pour mener des enquêtes épidémiologiques dans leurs circonscriptions respectives. L'équipe centrale de médecins est responsable de l'analyse des données récoltées dans les questionnaires remplis par les inspecteurs. Dix enquêtes ont eu lieu jusqu'à présent; l'une d'entre elles a révélé des informations plutôt inquiétantes : parmi les 100 personnes testées à Mahatsinjo, 60% présentent des signes symptomatiques d'intoxication. De plus, environ 80% des 38 personnes examinées ont révélé un taux d'activité cholinestérasique $\leq 50\%$ (le taux normal est de $> 75\%$). Cela atteste d'une exposition importante des paysans aux insecticides (organophosphorés, carbamates). L'exposition observée est évidemment due à l'usage des produits poudre (chlorpyrifos, propoxur) confiés aux paysans pour lutter eux-mêmes contre les poches larvaires. Cependant, aucun groupe témoin n'a été inclus dans cette étude.

2.3.3. Mode de traitement

L'impact des insecticides sur l'environnement est différent selon les techniques et pratiques de traitements appliquées lors de l'épandage d'insecticides (surface traitée, distance entre les barrières, largeur des barrières, fréquence d'épandages dans une même zone). Il est donc indispensable de définir préalablement la méthode employée pour une lutte efficace avant d'effectuer une évaluation des effets sur l'environnement.

Traitement en barrières

En ce qui concerne la lutte antilarvaire (traitement en barrière pour la plupart), des évaluations ponctuelles ont été effectuées dans le cadre du PLAAG. Une analyse succincte des données de la campagne 1998/99 est en cours; une évaluation préliminaire indique que la distance entre les passes varie entre 500 et 1 000 m, avec une moyenne de ≈ 800 m durant la campagne. Cette variabilité indique que, pour arriver à un bon contrôle, il faut très souvent réduire la distance inter-passes. En mars 1999, par exemple, un tiers (≈ 38.000 l) du volume total était épandu avec des inter-passes de 500 m (Tableau 10), ce qui signifie que $\approx 190 000$ ha étaient protégés avec une dose de 1,5 g m.a./ha. La distance entre les passes dépend du type de produit utilisé, de la couverture végétale ainsi que du stade des larves. La distance maximale a été fixée à 1 000 m dans le cas de fipronil (7,5 UL) et à 700 m dans le cas de dérégulateurs de croissance (Ministère de l'Agriculture, Décision 166/98); les limites inférieures ne sont malheureusement pas définies.

Tableau 11. Pourcentage de fipronil (7,5 UL) épandu avec des inter-passes de 500 à 1 000 m dans la zone grégarigène durant le mois de mars 1999 (source : PLAAG).

Hélicoptère	Décade	Quantité épandue (l)	Pourcentage épandu sur :			Espacement (m) [moyenne]
			500 m	750 m	1 000 m	
1	7-9	40.400	-	-	100 %	1.000
2	7-9	30.500	63,6 %	36,4 %	-	600
3	7-9	50.000	37,5 %	49,3 %	13,2 %	875

Dans ce contexte, il faut aussi tenir compte de l'influence des conditions météorologiques, en particulier de la vitesse du vent, sur la répartition du produit. Avec des inter-passes de 500 m et pour une vitesse du vent élevée, la surface de dépôt devient plus large, ce qui augmente l'exposition du criquet (à une plus faible dose) mais diminue en même temps la zone refuge pour la faune non-cible.

On a également constaté que quelques zones avaient été traitées au moins à deux reprises durant une courte période. La superficie totale de ces zones sera déterminée par le PLAAG en juin 1999, mais une estimation préliminaire basée sur des cartes mensuelles du projet arrive à 5-10% au maximum de la surface traitée pendant la campagne 1998/99; une concentration évidente de tels secteurs a d'ailleurs été observée dans la région de Ihosy, à l'est du Parc National de l'Isalo.

Par conséquent, l'épandage répété à court terme dans ce foyer du Criquet migrateur, ainsi que les traitements en barrières avec des passes proches –et notamment une combinaison de ces deux facteurs– provoquent, dans ce cas, un épandage de type «couverture presque totale» ou «couverture irrégulière».

Traitement en couverture totale

Les traitements aériens avec deltaméthrine en couverture totale sont utilisés pour combattre les essaims en vol ou posés. Selon les termes définis dans les contrats avec le CNLA, les sociétés chargées des traitements sont obligées de vérifier l'efficacité des traitements. Comme le montrent les récapitulatifs réguliers du CNLA, ces évaluations ont révélé une grande efficacité des traitements. Une synthèse de ces observations est cependant nécessaire pour avoir un aperçu objectif de cette stratégie de lutte et de son efficacité, ce qui n'est pas encore possible à ce jour (un dossier sur la lutte contre les essaims est en cours de préparation par le CNLA).

Traitement avec les produits sous forme de poudre

L'efficacité de cette technique n'est pas prioritaire dans le cadre des suivis actuels. Pourtant, le poufrage présente en quelque sorte la dernière défense contre les criquets menaçant les cultures et mérite – à ce titre et en tenant compte de la grande quantité mise à la disposition des paysans – la même attention que celle accordée aux autres techniques. Il est important de souligner que le plus important dans ce domaine est la santé des paysans.

2.3.4. Impact des produits sur l'environnement

Quatre suivis d'impact à moyen et à long terme ont été réalisés depuis janvier 1998; trois d'entre eux concernent le fipronil (en couverture totale et en barrière) et un le propoxur (poudrage). Le dérégulateur de croissance triflumuron (Alsystin 50 UL) fait partie d'une étude comparative avec le fipronil mais n'est pas utilisé actuellement en lutte opérationnelle. Les approches préconisées dans les études écologiques étaient très nombreuses (voir Annexe) en raison de l'importance de fipronil, qui est devenu le produit le plus utilisé à Madagascar. Ces études sur l'impact de fipronil n'ont jamais été effectuées ni sous les conditions de lutte antiacridienne, ni à grande échelle, ni à Madagascar, ni à l'extérieur. On note, par contre, un manque important concernant le suivi de l'impact de la deltaméthrine, une molécule qui, ailleurs, a fait l'objet d'une multitude d'études (y compris celles concernant l'épandage à très grande échelle contre la mouche tsé-tsé), mais dont l'impact dans le contexte spécifique de la lutte antiacridienne à Madagascar n'est pas encore évalué.

Propoxur

Une seule étude a été réalisée à Ambalanjanakomby, mais les résultats n'ont pas encore été publiés (pour les recommandations, voir 3.2).

Triflumuron

L'étude du NRI (1999) a montré des effets sur certains papillons et araignées, ainsi qu'un effet à moyen terme sur certaines termites dans les barrières. En outre, on a découvert des indications montrant un effet indirect sur certains reptiles (*Mabuya* sp.).

Fipronil

Le premier prélèvement à Namakia et Berongo, les sites traités en couverture totale (Adonis 4 UL), a été effectué quelques jours après l'épandage. Dans un sens strict d'appréciation, les résultats ne donnent que les *indications*, car ni l'abondance ni la composition de la faune n'ont été étudiées avant le traitement. Malgré ce défaut, les phénomènes observés sont, dans l'ensemble, apparents et donnent une base valide pour une interprétation préliminaire de l'impact et une orientation sur les priorités dans les suivis ultérieurs, notamment si les mêmes résultats sont obtenus dans des études indépendantes.

Bien que les suivis aient confirmé une toxicité aiguë sur une grande partie de la faune invertébré, en particulier à Namakia, les effets rémanents étaient plus limités. Il s'agit en effet de deux groupes d'insectes - les termites et les fourmis - dont l'activité ou l'abondance relative ont été réduites à long terme (Tableau 11).

Les études n'ont montré d'effets clairs ni sur les micromammifères ni sur les oiseaux. Elles ont cependant mis en évidence des effets sur certains reptiles. A Namakia, le *Mabuya gravenhorstii* (Scincidae) - l'espèce la plus répandue dans la zone témoin - n'a pas été observé durant deux mois dans le site traité. En outre, une concentration importante de résidus de $\approx 0,1 - 0,3$ mg/kg (fipronil + métabolites) a été constatée dans deux cadavres de caméléon *Furcifer oustaleti* (5 jours et un mois après l'épandage) et dans un individu vivant. Malheureusement, les analyses ont été effectuées sur les corps entiers (contenu de l'estomac inclus), ce qui rend impossible une estimation de la quantité de résidus bio-disponible. Néanmoins, les résultats montrent clairement qu'il est important de prendre toutes les mesures de précaution.

Tableau 12. Synthèse des résultats importants de trois études indépendantes sur l'impact du fipronil.

ADONIS	Ankazoabo	Namakia	Berongo
Surface traitée (ha)	400	78	500
Formulation UL (g m.a./l)	7,5 (barrières) {750 m}	4 (couverture)	
Effets rémanents sur certains termites (>3 mois, ≈ 15 mois à Ankazoabo)	++	n.é.	++
Effets rémanents sur certaines fourmis (>3 mois)	-	++	++
Effets rémanents sur certains reptiles (<i>Mabuya</i> spp.)	+	++	n.é.
Victimes parmi les reptiles montrant des résidus importants (n=3)	-	++	-

+ = indication faible / ++ = indication claire / n.é. = non étudié

2.3.5. Choix des insecticides

Le choix des insecticides est fondé sur trois critères: le coût, l'efficacité et l'impact sur l'environnement. Il semble que le coût soit le seul critère appliqué avec une certaine précision, tandis que l'impact des autres critères, et plus particulièrement les aspects écologiques, sur le processus de prise de décision est moins évident. Tous les facteurs ne pouvant pas être optimisés en même temps, il arrive que l'utilisation de produits moins dangereux augmente les coûts. D'un point de vue opérationnel, la préférence a été donnée aux insecticides polyvalents. Toutefois, il n'est pas certain qu'un ou deux insecticides puissent convenir à tous les types d'environnement. Par exemple, certaines des zones traitées sont considérées comme des zones prioritaires pour la conservation et méritent certainement une approche plus prudente en ce qui concerne les insecticides utilisés et l'intensité des opérations de lutte. Le Groupe consultatif sur les pesticides, dont les recommandations ont un impact évident sur les décisions concernant la lutte anti-acridienne à Madagascar, prend clairement position et recommande l'utilisation de produits différents selon les types d'environnement. Compte tenu de l'excellente qualité des opérations à Madagascar, on peut supposer que les opérateurs sauront gérer des produits différents.

Le Groupe consultatif sur les pesticides a recommandé l'utilisation de mycopesticides dans les zones sensibles. Toutefois, le centre de production de la DPV, avec l'assistance technique de l'Université du Montana, est trop petit pour produire ce type de bio-pesticide en quantité suffisante et se trouve encore dans une phase d'amélioration de la qualité.

2.3.6. Banque de données et système cartographique

Différentes banques de données ont été établies par le CNLA et le PLAAG et différents ensembles de données ont été collectées. En conséquence, il n'existe pas de système unique de rapport et de cartographie, ce qui complique l'évaluation globale de la campagne en cours.

2.3.7. Le rôle du Groupe consultatif sur les pesticides

Le Groupe consultatif sur les pesticides de la FAO est devenu la principale référence pour les décideurs à Madagascar (bien que le mandat de ce Groupe concerne en réalité le Criquet pèlerin).

3. EVOLUTION SOUHAITABLE

3.1. Restructuration de la lutte antiacridienne: les grandes orientations stratégiques

Face à la situation actuelle, les opérations de lutte contre l'invasion du Criquet migrateur doivent évidemment impérativement se poursuivre. Elles doivent cependant s'inscrire dans le cadre d'un plan à long terme avec des objectifs et une stratégie clairement définis.

Les solutions à adopter doivent reposer sur l'expérience malgache du problème acridien et être adaptées à l'originalité écologique du pays. Il n'y a pas de solution toute faite pouvant être importée de l'extérieur. Le problème est suffisamment bien documenté dans la Grande île pour fournir les bases de solutions durables et d'un plan à long terme (cf. éléments de bibliographie donnés en introduction du chapitre 1).

Ce plan doit inclure la période actuelle d'invasion et envisager dès à présent les actions de prévention à entreprendre lorsqu'une situation de rémission sera rétablie.

Ce plan doit prévoir :

- une rapide reprise en main de la maîtrise d'ouvrage par les services techniques du Ministère de l'agriculture (Direction de la protection des végétaux)
- la définition d'une stratégie unique de lutte sur l'ensemble du pays
- la reconnaissance de la spécificité de l'aire grégarigène
- la réhabilitation rapide du service antiacridien et la remise en place progressive du système d'avertissement pour assurer la lutte préventive sur le long terme
- la mise à disposition d'une importante assistante technique internationale.

Ce plan, après approbation par les autorités malgaches devrait être financé par un consortium de donateurs. Il fournira à chacun les grandes orientations lui permettant d'inscrire ses actions et ses financements dans un cadre cohérent.

On trouvera ci-après les objectifs de ce plan et leur justification, la stratégie à adopter, les actions à entreprendre sur les court, moyen et long termes et finalement les moyens à mettre en œuvre ainsi qu'un nouveau schéma d'organisation de la lutte antiacridienne sur le territoire national.

3.1.1. Objectifs de la lutte antiacridienne (court, moyen et long termes)

Les objectifs du plan d'action proposé sont à la fois d'arrêter l'invasion en cours et de revenir à un système de lutte préventive.

Objectif 1 : arrêter l'invasion (court et moyen termes)

L'objectif prioritaire doit être d'arrêter l'invasion. Cela signifie qu'on ne peut se contenter de limiter les actions à la défense rapprochée des cultures, mais qu'il convient aussi et surtout de conduire des opérations de lutte aux moments et dans les lieux les plus opportuns pour porter des coups significatifs aux populations acridiennes afin de revenir rapidement à une situation de rémission.

Vouloir se limiter à la protection des périmètres cultivés revient à se condamner à laisser durer l'invasion et éventuellement à la voir se renforcer. On se retrouvera alors devant la nécessité - chaque année et pendant une très longue période (10 à 20 ans si l'on prend l'exemple des invasions passées) de

multiplier les traitements insecticides avec toutes les conséquences possibles sur les plans santé humaine et protection de l'environnement, sans parler des problèmes de sécurité alimentaire, sinon globalement pour le pays, au moins pour de nombreuses communautés villageoises.

On aboutira alors à l'effet inverse de l'effet recherché. La meilleure protection de l'environnement malgache sera apporté par des opérations permettant de limiter dans le temps les épandages de produits chimiques et de revenir à une période de calme où l'on pourra alors entreprendre des opérations de prévention, voire de faire appel à des méthodes plus "écologiques" qui restent encore, cependant, à mettre au point.

Cette maîtrise de l'invasion est un objectif prioritaire que l'on peut raisonnablement envisager d'atteindre à Madagascar grâce à une bonne connaissance du problème et à la dimension restreinte de l'invasion limitée au seul territoire national.

Objectif 2 : rétablir un service de prévention (moyen et long termes)

Le deuxième objectif doit être de rétablir dès que possible un système de surveillance et de lutte préventive destiné à empêcher le retour de telles invasions. Ce système de prévention devrait être remis en place dès à présent pour devenir pleinement opérationnel dès la fin de l'invasion en cours.

A Madagascar, et sans doute plus qu'ailleurs, la dynamique des populations du Criquet migrateur et le déterminisme de ses invasions sont bien connus. Cinquante années de travaux scientifiques plus ou moins continus rassemblant des chercheurs de disciplines très diverses ont permis, au début des années 1970 (Projet PNUD/FAO MAG70-523 de recherche sur le Criquet migrateur malgache), d'aboutir à une connaissance suffisante du problème pour proposer un dispositif d'avertissement acridien et de lutte préventive (on consultera en particulier FAO, 1973 et Launois, 1974, mais de nombreux documents existent sur ce thème). Ce système repose sur la connaissance des foyers grégariques, une étude régulière des données pluviométriques, un réseau d'observation au sol et des interventions précoces et rapides contre les premiers regroupements de populations acridiennes pouvant constituer le prélude à la grégariation, à la formation des essaims et au démarrage des invasions. La zone à surveiller, l'aire grégarienne, est localisée dans le sud-ouest de l'île, en particulier au niveau des pays Mahafaly et Antandroy. Les bases scientifiques d'un système simple, efficace et peu coûteux de lutte préventive sont donc réunies à Madagascar.

Ce dispositif de prévention a peu à peu été démembré au cours des 20 dernières années. Il devrait être remis en vigueur, actualisé en prenant en compte l'évolution récente du milieu et perfectionné grâce aux progrès réalisés au cours des dernières années, en particulier dans les domaines des techniques d'application et d'utilisation de la télédétection spatiale.

3.1.2. Stratégie générale

Une situation d'invasion subsiste. Elle nécessite, pour revenir en période de rémission, de maintenir les efforts de surveillance et de lutte pendant au moins deux campagnes. Toute pause dans la conduite des opérations risque de profiter aux populations acridiennes et de relancer l'invasion, réduisant à néant les efforts consentis jusqu'à ce jour.

Pour stopper l'invasion, les actions de surveillance et de lutte doivent être poursuivies sur l'ensemble du territoire. La surveillance devra être d'autant plus soutenue que les populations acridiennes auront tendance à diminuer et seront plus difficile à repérer.

Pour conduire avec efficacité les actions nécessaires tout en préparant l'avenir, une révision de la stratégie et de l'organisation actuelles s'imposent. Des mesures urgentes doivent être prises, aussi bien sur le plan institutionnel qu'au niveau de l'organisation des opérations de surveillance et de lutte.

Il convient en particulier :

- de remettre la conduite des opérations aux responsables des services techniques compétents en lutte antiacridienne,

- de mettre un terme à la confusion actuelle comportant deux dispositifs (nord-CNLA/sud-PLAAG) que tout oppose,
- d'exploiter avec beaucoup de pragmatisme toutes les méthodes disponibles de surveillance et de lutte,
- de rétablir le centre antiacridien de Betioky, base du futur dispositif de prévention acridienne, et de lui donner les moyens de remplir son rôle,
- de profiter des opérations actuelles de traitement pour conduire des travaux destinés à perfectionner les techniques d'application et à évaluer l'impact sur l'environnement des mesures de lutte.

Ces différents points sont précisés ci-dessous.

3.1.3. Remise progressive à la DPV de la responsabilité de la direction technique et financière de la lutte antiacridienne

Le transfert de responsabilité de la maîtrise d'ouvrage pour les opérations de lutte contre l'invasion aux services techniques du Ministère de l'Agriculture s'impose. Il convient que la coordination des efforts de lutte, l'interprétation des événements acridiens, la préparation des actions institutionnelles et techniques destinées à préparer le futur service de prévention, soient pris en main par les responsables compétents des services techniques du Ministère de l'agriculture.

Pendant la période d'invasion, l'appui logistique de l'armée, des sociétés civiles (ONG diverses), des opérateurs privés... demeurera bien sûr indispensable, mais leur mobilisation devra être sous la responsabilité de la coordination technique de la lutte. Les mesures administratives indispensables devront être prises pour faciliter la rapidité des actions et la coordination entre les ministères de tutelle.

La passation progressive (mais souhaitable rapidement) de la coordination de la lutte contre l'invasion du CNLA vers les services techniques devra être fortement soutenue par une assistance internationale (un expert "facilitateur-coordonateur" et deux acridologues dont on trouvera les termes de référence en annexe) assortie des moyens financiers nécessaires.

Une stratégie unifiée de lutte devra alors être entreprise sur l'ensemble du territoire national.

3.1.4. Etablissement d'une stratégie unique : synergie des méthodes de lutte

La distribution *de facto* du territoire malgache, pour la conduite des opérations de lutte, à deux entités (CNLA et PLAAG) suivant des logiques et des stratégies différentes ne peut continuer. Il convient de réunifier l'organisation et de valider une stratégie unique tirant le meilleur parti possible des actions jusqu'alors entreprises de part et d'autre.

Les méthodes de surveillance devront utiliser la complémentarité des moyens actuellement disponibles : avion (en particulier ULM) pour le repérage des essaims, hélicoptères pour la délimitation précise des zones devant faire l'objet de traitements en barrière contre les larves. Les méthodes de lutte contre les bandes larvaires par traitement en barrière ainsi que les traitements des essaims en couverture totale devront pouvoir être pratiquées par les opérateurs des cinq zones opérationnelles (GOLA 1 à 5). Les méthodes de traitement devront être unifiées, les opérateurs formés, les matériels adéquats disponibles (GPS, DELTAPAD...), de même que des instructions précises pour la conduite des opérations de traitement dans les règles de l'art. Formation et information devront être dispensés. Les opérateurs devront pouvoir, avec bon sens, faire varier les paramètres de traitement afin d'assurer une efficacité optimale en tenant compte des particularités des cibles acridiennes et de la nature des biotopes. Des guides clairs et précis devront être disponibles pour tous les opérateurs.

Parallèlement à toutes les opérations de traitement, des évaluations régulières de l'efficacité devront être poursuivies avec une méthodologie validée. L'impact environnemental de ces traitements fera également l'objet d'un suivi régulier (voir plus loin).

La **technique des traitements en barrières** contre les bandes larvaires, au niveau de l'aire grégarigène, mais également partout où cette technique pourra être appliquée, devra rester un élément important de la stratégie de lutte. C'est elle **qui permettra de contrôler rapidement les populations acridiennes sur de vastes territoires avec un impact minimal sur l'environnement**. Il conviendra d'en vérifier régulièrement l'efficacité afin de mieux apprécier les paramètres d'application en fonction de la diversité des cibles et des biotopes acridiens.

Ces opérations ne seront cependant efficaces que si elles sont complétées par des actions régulières et soutenues contre les essaims. Ces actions devront être particulièrement importantes dans l'aire d'invasion en saison sèche où les essaims ont tendance à se concentrer (délaissant assez largement le sud) et où - du fait des températures plus basses - ils vont rester immatures et se déplacer plus lentement.

Les opérations de lutte terrestre et la participation des populations à la défense rapprochée des cultures ne devra surtout pas être négligée. Il est important que les populations locales puissent disposer de moyens pour protéger leurs récoltes. Si ces moyens sont insuffisants pour réduire l'invasion, ils peuvent être localement efficaces à la fois en protégeant les cultures et en sécurisant les populations locales. Leur impact psychologique n'est, par ailleurs, pas à négliger.

Enfin, on veillera à la mobilité des moyens de lutte afin de pouvoir adapter rapidement le dispositif en fonction de l'évolution de la situation sur la base des opérations de surveillance.

3.1.5. Respect des particularités régionales : l'originalité de l'aire grégarigène

Dans cette lutte pour stopper l'invasion, les opérations dans l'aire grégarigène revêtent un rôle tout particulier. L'aire grégarigène est bien sûr le lieu de démarrage des invasions. Elle est aussi, et pour les mêmes raisons, le lieu où une partie (une partie seulement) des populations acridiennes - réparties en saison sèche sur l'ensemble de l'aire d'invasion - vont se concentrer en saison des pluies et trouver des conditions très propices à leur prolifération. Cette zone constitue donc un moteur important d'entretien de l'invasion et par là même un lieu stratégique pour la conduite d'opérations de lutte qui, répétées pendant plusieurs saisons, devront contribuer à ramener une situation de rémission.

La lutte dans cette zone devra donc être particulièrement intense et efficace. Elle devra consister essentiellement en campagne de lutte contre les bandes larvaires par traitements en barrières sur toutes les zones de concentration et de multiplication pendant la saison des pluies. Les techniques de surveillance dans cette aire grégarigène devront être spécifiques et déjà préparer celles qui seront utilisées dans le cadre du futur service de lutte préventive.

3.1.6. Rétablissement du centre antiacridien de Betioky et du système de lutte préventive

Dès la fin de l'actuelle invasion il conviendra de revenir aux principes de la lutte préventive tels qu'ils avaient été établis à la suite des travaux du projet PNUD/FAO de recherche sur le Criquet migrateur malgache dans les années 1970. Une somme unique de connaissances sur les biotopes du Criquet migrateur, la dynamique de ses populations en phase solitaire, le déterminisme de ses invasions avait alors été acquise permettant d'établir scientifiquement les bases d'un dispositif de prévention.

Ce dispositif, rendu peu à peu non opérationnel au cours des 20 dernières années, ne pourra être remis en place que progressivement et ne sera fonctionnel, en tout état de cause, qu'après la fin de l'invasion actuelle.

Cependant, il convient impérativement d'engager dès maintenant la réhabilitation de ce dispositif de prévention afin d'éviter, l'invasion passée, de repartir de zéro. Paradoxalement, la situation actuelle a contribué à accentuer l'état de dénuement du centre anti-acridien de Betioky (CAB) qui était dans le passé la base opérationnelle du dispositif de prévention.

Il convient, à partir de maintenant, de rendre les opérations de lutte contre l'invasion structurantes pour l'avenir de la lutte antiacridienne à Madagascar. Ce n'était pas le cas jusqu'à présent. Il faut impérativement modifier cet état de fait.

Il faut profiter de la situation actuelle d'invasion pour réhabiliter le Centre antiacridien de Betioky-Sud. Il est proposé d'en faire, jusqu'à la fin de l'invasion, le moteur de la coordination des actions de surveillance et de lutte dans la zone 5 (aire grégarigène) afin de lui permettre de former son personnel aux techniques et aux méthodes qu'il devra ensuite appliquer, à une échelle plus restreinte, dans le cadre de la prévention.

Le Service antiacridien « nouvelle formule » pourrait comporter 3 éléments fondamentaux :

1. Une section d'avertissement ou cellule de veille : chargée de surveiller le niveau des populations acridiennes et les principaux facteurs clés du déterminisme des invasions afin de localiser les zones à risque.
2. Une section action : chargée des opérations de lutte préventive (élimination des premières pullulations locales).
3. Une section de recherche opérationnelle : chargée du perfectionnement des techniques d'application, et devant en particulier contrôler l'impact des traitements sur l'environnement et chercher à en minimiser les effets.

Dans la perspective de réhabilitation du service antiacridien et du dispositif de lutte préventive, ainsi que pour clarifier et rationaliser le montage institutionnel de la lutte antiacridienne en général, des décisions devraient être prises rapidement par le Gouvernement malgache.

Ces décisions doivent apporter l'assurance aux bailleurs de fonds que leur appui dans le domaine de la lutte antiacridienne viendra désormais s'inscrire dans un plan d'action à long terme garanti par la signature d'un protocole d'accord soulignant les engagements des deux parties (Gouvernement malgache et bailleurs de fonds).

Les mesures suivantes semblent les plus urgentes pour la réhabilitation du Centre anti-acridien de Betioky :

- Redéfinir le mandat du Centre antiacridien.
- Lui conférer un statut d'agence d'exécution disposant - au sein de la DPV - d'une autonomie administrative et financière indispensable pour que ce Centre dispose de la souplesse de gestion et de la rapidité d'action nécessaires à son efficacité (faute d'un tel statut reconnaissant la particularité et les impératifs de la lutte préventive, toutes les actions pour réhabiliter le Service antiacridien risquent d'être rapidement vouées à l'échec et les investissements de devenir inutiles).
- Lui garantir les moyens de fonctionnement sur le long terme : salaire des personnels, crédits de fonctionnement et de renouvellement des équipements (inscription au Budget).
- Recruter ou nommer le personnel nécessaire au fonctionnement durable du service antiacridien.
- Déléguer au Service antiacridien la responsabilité de toutes les opérations de lutte curative dans l'aire grégarigène pendant la période actuelle d'invasion.

Il conviendra également, par la suite, de lui assurer un fonds d'intervention d'urgence devant permettre, en cas de besoin, d'exécuter au sein de l'aire grégarigène des opérations de lutte de plus vaste envergure qu'en année de rémission (plan "ORSEC" ou plan d'urgence acridien).

Ces mesures devront être appuyées par les bailleurs de fonds. A court terme les deux appuis suivants semblent les plus importants :

- Assistance technique internationale au Centre anti-acridien de Betioky pour lui permettre d'assumer immédiatement la responsabilité des opérations de lutte contre l'invasion dans l'aire grégarigène et en même temps de remettre sur pied les bases d'un dispositif de prévention. Cette assistance technique devrait se réaliser via un groupe d'intervention financé par les donateurs. Ce groupe devrait avoir sensiblement, dans un premier temps, la composition du PLAAG actuel. Ses moyens seront ensuite réajustés à la baisse en fonction de l'amélioration de la situation acridienne. Ce dispositif devrait permettre à la fois de conduire les opérations de lutte dans l'aire grégarigène d'une manière cohérente et de former et préparer les futurs responsables du service antiacridien nouvelle formule. Ce dispositif devra être parfaitement intégré à l'ensemble du dispositif national de veille acridienne pendant la période d'invasion; il pourra, par ailleurs, servir d'appui pour la formation d'opérateurs nationaux intervenant dans les autres zones.
- Fourniture d'une assistance technique internationale (expert acridologue) pour commencer la réhabilitation du système de lutte préventive.

Les points ci-dessus devraient faire l'objet d'un protocole d'accord entre le Gouvernement malgache et les donateurs matérialisant leur engagement réciproque pour la réhabilitation du CAB avec un statut et des moyens lui assurant efficacité et pérennité. Ce protocole devrait préciser les modalités de réalisation et fixer un échéancier.

A moyen terme :

- Continuer l'appui au service antiacridien pour la reconstitution progressive du système de prévention des invasions et du réseau de surveillance.
- Encourager la création d'un fonds de réserve mobilisable en cas d'urgence pour le fonctionnement du service de lutte préventive.
- Actualiser les connaissances scientifiques et techniques nécessaires à la mise en place d'un système d'alerte précoce. Un nouvel inventaire qualitatif et quantitatif des biotopes acridiens de l'aire grégarigène du Criquet migrateur devra être réalisé pour tenir compte des modifications survenues au cours des 25 dernières années sous l'influence de l'anthropisation (voir plus loin "Développement et perfectionnement d'outils de surveillance et de lutte").
- Renforcement du réseau pluviométrique dans l'aire grégarigène et utilisation possible de la télédétection spatiale pour le suivi des conditions écologiques (voir plus loin "Connaissance de l'environnement").
- Acquisition d'une meilleure connaissance du Criquet nomade dont les pullulations ont augmenté au cours des dernières années, qui forme maintenant des essaims importants et dont les populations peuvent favoriser la grégarisation du Criquet migrateur (voir plus loin "Développement et perfectionnement d'outils de surveillance et de lutte").
- Développer l'expérimentation à grande échelle de mycopesticides comme méthode alternative de lutte.
- Exploiter scientifiquement les informations recueillies au cours de la période d'invasion afin d'en tirer un maximum d'enseignements pour le service de lutte préventive.

Pour ne citer que les points essentiels.

3.1.7. La surveillance : développer un système unique de collecte, stockage et exploitation des données

Les opérations actuelles de lutte ne pourront être conduites efficacement que si elles sont soutenues par un réseau de surveillance le plus efficace possible.

Il convient de développer un système unique de collecte, stockage et exploitation des données sur les acridiens et leur environnement sur l'ensemble de l'Ile pendant la période d'invasion.

Dans l'aire grégarigène, le réseau de surveillance pourra être plus étoffé, plus sophistiqué, et constituer la base du futur réseau de surveillance du système de lutte préventive. Le dispositif de collecte d'informations dans l'aire grégarigène devrait s'inspirer de ce qui a déjà commencé à être mis en place dans le cadre du PLAAG.

Ailleurs, dans l'aire d'invasion, il conviendra d'être très pragmatique et réaliste quant à la capacité et à l'intérêt de déployer, pour une période limitée (l'actuelle invasion), un réseau de surveillance spécifique impliquant un nombreux personnel qualifié qu'il conviendrait de former en urgence "sur le tas". On cherchera plutôt à combiner, comme actuellement, signalisation et lutte, la tâche des agents du réseau de surveillance étant alors de localiser les zones à traiter, tout en caractérisant au mieux les cibles acridiennes. Plus qu'à la quantité d'informations, on accordera une attention particulière à leur qualité, à leur fiabilité ainsi qu'à la rapidité de transmission, tant vers les opérateurs de la lutte que vers le service chargé de la centralisation des informations et de l'établissement de la situation acridienne sur l'ensemble du pays.

L'analyse et l'interprétation des données de surveillance devait continuer à se faire, pendant la période d'invasion, au niveau du PVA (projet de veille acridienne) dans les locaux de la DPV. Cependant, le Service antiacridien rénové de Betioky devrait également être destinataire régulier de ces informations afin de pouvoir progressivement prendre la relève et assumer à lui seule cette tâche dès que l'on entrera en période de rémission et de lutte préventive.

On veillera au mode d'exploitation et de représentation des données et à perfectionner le dispositif actuel. Les cartes mensuelles des zones infestées, du dispositif opérationnel et des conditions écologiques devront continuer à être améliorées.

Il est recommandé qu'un expert international effectue une consultation sur la collecte, le stockage et l'exploitation des données, tant acridiennes que sur l'environnement et en tenant compte des deux impératifs suivants : lutte contre l'invasion à court terme sur l'ensemble du territoire d'une part, surveillance et lutte préventive à long terme dans l'aire grégarigène, d'autre part.

3.1.8. La formation et l'information

Il conviendrait tout particulièrement de :

- Développer les actions de formation pour tous les opérateurs de la lutte antiacridienne (publics et privés).
- Editer des documents de formation, d'information, des fiches techniques (pratiques, clairs et précis) sur les divers aspects de la lutte antiacridienne et du problème acridien.
- Editer des fiches pratiques de vulgarisation.
- Editer un manuel antiacridien concernant à la fois le Criquet migrateur et le Criquet nomade.

3.1.9. L'expertise extérieure requise

Une assistance technique internationale devra être apportée aux trois niveaux clé du nouveau dispositif : Ministères de tutelle, DPV et Centre antiacridien de Betioky. Les termes de référence des divers experts sont mentionnés en annexe. Il s'agit de :

Coordinateur/ facilitateur international

24 mois, Antananarivo

Acridologue international A

24 mois, Antananarivo

Acridologue international B

24 mois, Betioky-Sud

D'autres experts seront nécessaires pour des périodes plus courtes :

Consultant en gestion de données : collecte, stockage et exploitation des données

1 mois

Ecotoxicologue

4 mois

Spécialiste en télédétection

4 mois

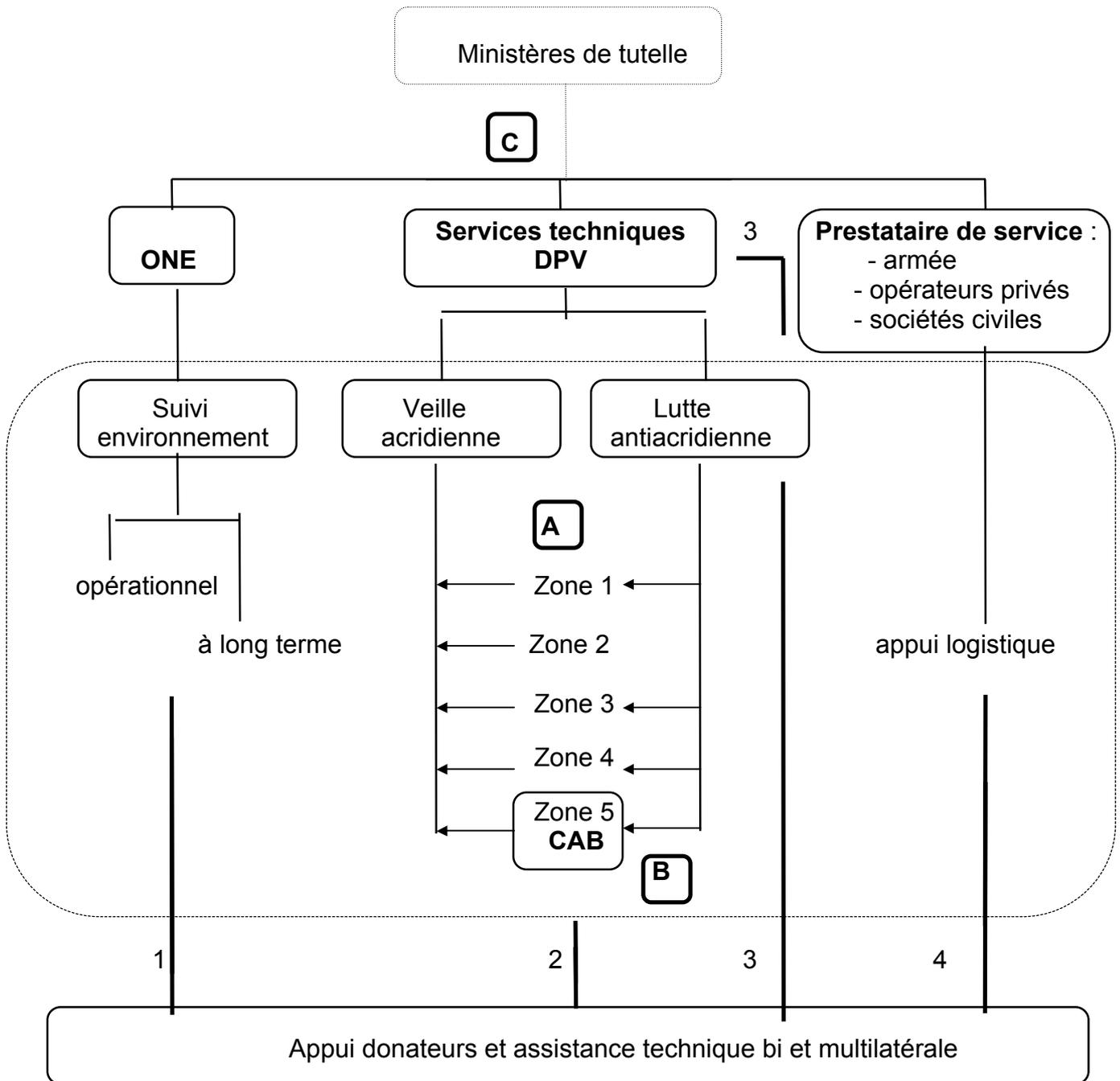
Logisticien

4 mois

Spécialiste en techniques de contrôle

2 mois

3.1.10. Les grandes lignes de l'organisation à mettre en place



CAB Centre antiacridien de Betioky (agence d'exécution autonome)
 ONE Office national pour l'environnement

NB. En période de rémission (lutte préventive) seule la zone 5, sous la responsabilité du CAB, reste opérationnelle

Principaux domaines pour l'appui les donateurs :
 Expertise internationale : 2, 3 (C: coordinateur, A, B, acridologues)
 Recherche opérationnelle et d'accompagnement : 1, 2, 3 - Formation : 4

3.2. Développement et perfectionnement d'outils de surveillance et de lutte préventive

Ces travaux sont destinés à améliorer les méthodes et techniques de traitement, à donner au futur service de lutte préventive les outils nécessaires pour un suivi en temps réel de la situation acridienne, à améliorer la connaissance de l'impact des acridiens sur l'économie malgache. Les principaux thèmes de travaux sont seulement mentionnés ci-dessous. Pour certains thèmes, des projets structurés et chiffrés existent déjà et sont mentionnés en annexe.

Les travaux pour le développement d'outils sur le suivi et l'impact environnemental font l'objet du chapitre suivant.

3.2.1. Développement des outils nécessaires au système d'alerte précoce

- **Réalisation d'un outil d'aide à la décision pour le suivi de la situation acridienne et l'alerte précoce**

Objectif : Elaborer un outil (SIG) permettant d'intégrer l'ensemble des données concernant le Criquet migrateur et ses habitats. En particulier intégration des données météorologiques et acridiennes disponibles et accessibles, sur un pas de temps décadaire, afin de faciliter le diagnostic de la situation acridienne en temps réel, dans l'aire grégarigène du criquet migrateur (modèle de suivi et prévisionnel). Cette étude serait couplée avec les travaux concernant l'utilisation de la télédétection et le renforcement du réseau pluviométrique (voir plus loin paragraphe 3.3 et annexes 2c et 2d).

Voir projet détaillé en annexe 2a.

- **Prise en compte du Criquet nomade dans le système d'alerte précoce**

Objectifs : Permettre d'intégrer le Criquet nomade dans le système d'alerte précoce en améliorant les connaissances sur cette espèce et les facteurs de grégarisation.

Voir projet détaillé en annexe 2b.

3.2.2. Perfectionnement des outils nécessaires au service de lutte préventive

Les différents travaux ci-dessous concernant le perfectionnement des techniques d'application devront, chaque fois que possible, être couplés aux opérations de traitements réels.

- **Perfectionnement des méthodes de lutte contre les essaims**
- **Perfectionnement des traitements en barrières contre les larves**
- **Méthodologie d'évaluation de l'efficacité des traitements**
- **Analyse socio-économique de la lutte antiacridienne**

Les trois premiers points devraient être développés, dans un premier temps, simultanément aux études d'impact environnemental. L'ensemble des travaux devrait être poursuivi dans le cadre d'une future cellule de recherche opérationnelle du centre antiacridien réhabilité de Betioky.

3.3. Renforcement de la connaissance et de la protection de l'environnement

Les aspects environnementaux des situations acridiennes et anti-acridiennes ont été pris en compte dès le début de la campagne actuelle de lutte contre l'invasion. Ils demandent cependant un perfectionnement continu.

Dans ce paragraphe, des propositions pragmatiques et précises sont présentées en vue de l'intégration et du perfectionnement des aspects environnementaux dans les plans stratégiques d'action à court et moyen termes pour une période débutant en juin 1999, ainsi que pour le système de veille et de lutte préventive proposé pour le long terme, système qui doit prendre en compte l'évolution des habitats des espèces en présence (Criquet migrateur malgache et Criquet nomade) et des zones sensibles de Madagascar.

Une analyse de l'information disponible sur les aspects environnementaux de la lutte anti-acridienne à Madagascar (résultats des suivis réalisées par l'ONE et des missions effectuées par la FAO et d'autres organismes) a pu être effectuée. Elle a été complétée par des rencontres avec les personnes ressources, nationales et extranationales, associées au suivi écologique des situations acridiennes et anti-acridiennes. On a cherché à tenir compte de l'évolution spatio-temporelle des habitats des espèces en présence (Criquet migrateur malgache et Criquet nomade), du besoin de mieux caractériser et cartographier les zones sensibles de Madagascar et de la nécessité de valoriser les acquis obtenus lors de la phase de lutte en période critique en vue d'augmenter l'efficacité opérationnelle des systèmes de veille et de prévention qui doivent être mis en place.

Ces analyses en matière d'environnement ont été élaborées dans la perspective de la mise en application de la nouvelle stratégie de lutte telle que définie dans les paragraphes précédents.

Le premier point à mentionner est sans doute qu'il existe un consensus entre le groupe consultatif et ses partenaires, en particulier l'ONE, sur le besoin d'accroître les connaissances sur l'environnement, dans le temps et dans l'espace, pour pouvoir augmenter l'efficacité opérationnelle de la lutte et de la veille antiacridienne, tout en réduisant son impact sur l'environnement.

3.3.1. Environnement et situations acridiennes à Madagascar

3.3.1.1. Le rôle de l'ONE dans la politique environnementale

Comparée à beaucoup de pays en voie de développement, la République Malgache possède des structures bien organisées en vue de la mise en place des politiques environnementales. Cette préoccupation concernant l'environnement, présente dans l'article 39 de la Constitution de la République Malgache, a été bien détaillée au niveau de la Charte de l'Environnement et de ses modifications (Loi 90.033 du 21 décembre 1990 et Loi 97.012 du 06 juin 1997), aussi qu'au niveau de plusieurs décrets, en particulier le 94.612 du 28 septembre 1994 qui a fixé les attributions du Ministre de l'Environnement ainsi que l'organisation générale de son ministère.

La mise en oeuvre de Politique nationale de l'Environnement de la République Malgache a défini un cadre institutionnel comportant un certain nombre d'entités comme le Conseil national pour l'Environnement – CNE, le Comité interministériel de l'Environnement – CIME, les Agences d'Exécution – Agex (DEF, ANGAP, FTM, CPF, CFSIGE, ANAE) et l'Office national de l'Environnement, l'ONE.

Enfin, l'article 4 du décret 95.312 du 25 avril 1995, a défini la mission de l'Office national de l'Environnement (ONE). Entre autres, l'ONE est chargé d'élaborer les normes environnementales de référence et les directives techniques pour chaque type d'activité considérée et d'évaluer l'application

des normes et procédures ainsi que de la diffusion de toute information et de toute donnée utiles en matière d'environnement (Décret 95.377 du 23 mai 1995). L'ONE représente la structure opérationnelle assurant la coordination et l'exécution de la politique de gestion de l'environnement et du Plan d'Action environnemental – PAE.

3.3.1.2. Les responsabilités de l'ONE dans la lutte antiacridienne

Comme le signale l'étude sur les impacts environnementaux de la lutte anti-acridienne à Madagascar élaborée par l'ONE (1999), "les risques potentiels de l'utilisation à grande échelle de pesticides ont été reconnus par l'ONE en 1997. L'ONE a commencé à travailler sur un programme d'évaluation environnementale, en collaboration avec des institutions nationales et internationales. Le suivi des impacts sur les faunes sauvages non cibles et l'écosystème a été le premier programme exécuté (1998) et ceci a été suivi par le volet santé humaine et la surveillance des résidus de pesticides dans les denrées alimentaires. Les résultats de ces programmes de suivi sont extensifs, particulièrement sur l'écotoxicologie. Toutefois, il faudra encore une période de temps supplémentaire avant qu'une évaluation à long terme des impacts soit connue."

Les termes de référence pour une évaluation approfondie de l'impact sur l'environnement (EIE) des mesures de lutte antiacridienne d'urgence et pour une étude d'impact relative à la lutte stratégique ont été spécifiés dans ce document (*ibid.*, 1999.) dont le but était de focaliser l'EIE sur les principaux enjeux environnementaux. Il semble fondamental, comme propose ce document, qu'au niveau de l'EIE, tout soit mis en oeuvre pour "éviter le recueil de données non nécessaires et les coûts inutiles et de guider le processus vers une conclusion constructive qui facilite la prise de décision par les instances concernées". Enfin, il faut rappeler que l'EIE a été demandée par la Banque Mondiale (conformément aux procédures de ladite institution) en concertation avec l'Office National pour l'Environnement et sera exécutée par ce dernier. Les termes de référence ont été élaborés avec l'assistance technique du *Natural Resources Institute* (NRI), à la demande de l'ONE, et avec l'assistance financière de l'USAID" (*ibid.*, 1999).

3.3.2. Comment améliorer la connaissance et le suivi de l'environnement ?

Les recommandations concernant la connaissance et le suivi de l'environnement sont faites pour orienter et perfectionner le système de veille et de lutte antiacridienne qui est en train d'être mis en place. Il s'agit d'un cadre majeur pour aborder et donner plus de cohérence à la question environnementale, structuré en trois niveaux principaux : le statique (assimilable au niveau stratégique), le dynamique (assimilable au niveau tactique) et l'opérationnel. Ce système pourra aider les suivis d'impact écologiques en cours et contribuer à une compréhension plus élaborée de l'environnement. Comme cela a été déjà signalé, le besoin d'une évaluation des impacts des mesures de lutte antiacridienne d'urgence sur l'environnement et d'une prédiction d'impact pour la lutte stratégique à long terme à venir ne sont pas une condition *sine quae non*, ni la seule source d'information, afin de pouvoir choisir les alternatives (car il s'agit de plusieurs et non d'une seule) les plus appropriées. Il existe un énorme acquis scientifique sur des situations similaires qui peut être intégré immédiatement.

3.3.2.1. Propositions sur les aspects environnementaux statiques

Par "aspects environnementaux statiques", on entend les dimensions peu ou pas modifiables de l'environnement telles que le relief, la géomorphologie, la géologie, la pédologie... ou encore des thèmes dont la dynamique est appréciée à une échelle interannuelle, comme l'évolution de la couverture forestière, par exemple.

Il existe un grand acquis sur les plus divers aspects de l'environnement statique à Madagascar (Cartes et photographies, 1998). Il est inutile de rappeler ici l'intérêt que la Grande Ile a toujours occupé au sein de la communauté scientifique. En particulier, en ce qui concerne la cartographie, l'Institut National de Géodésie et Cartographie –FTM et le Centre de Formation aux Sciences de l'Information Géographique et de l'Environnement – CFSIGE possèdent une excellente expérience et des nombreux travaux et produits (Fofana *et al.* 1994).

Il ne semble donc pas nécessaire de proposer des études spécifiques à des échéances de court terme mais de mobiliser et valoriser -de façon synergique- les informations ainsi que les ressources humaines et logistiques appropriées. Dans ce sens, en ce qui concerne les rapports environnement x situations acridiennes, deux problèmes critiques sont à souligner dans le court terme : la disponibilité ou les difficultés d'accès aux informations et l'urgence de l'actualisation de certaines données.

Les principales propositions pour améliorer la connaissance de l'environnement statique du Criquet migrateur à Madagascar sont ici simplement mentionnées. Le détail de ces propositions se trouve en annexe 2c. Ces propositions doivent permettre de structurer une partie des éléments fondamentaux nécessaires au système d'alerte précoce et de lutte préventive.

- Proposition I: Augmenter la disponibilité et l'accès aux informations numériques et cartographiques
- Proposition II : Actualiser les informations sur l'usage des terres
- Proposition III : Perfectionner la cartographie des zones sensibles
- Proposition IV: Perfectionner le suivi des processus et indicateurs écologiques
- Proposition V: Réaliser la cartographie et le zonage des habitats acridiens

3.3.2.2. Propositions sur les aspects environnementaux dynamiques

En ce qui concerne les données relatives aux aspects dynamiques de l'environnement, la situation est presque à l'opposé de ce qui a été constaté au niveau des informations statiques de l'environnement. Il y a, là aussi, un consensus des différents partenaires et institutions impliqués dans le problème acridien quant à la quasi inexistence d'informations valables et opérationnelles. Beaucoup d'informations peuvent être obtenues, mais deux points principaux sont suggérés pour le court terme : le suivi dynamique des habitats acridiens et le suivi dynamique des conditions climatiques. Ces deux propositions constituent là aussi des éléments fondamentaux pour la mise en application d'un système d'alerte précoce contre les pullulations de criquets migrateurs (cf. annexe 2d)..

- Proposition VI : Suivi dynamique des principaux habitats acridiens
- Proposition VII : Suivi dynamique des conditions environnementales

3.3.3. Comment réduire l'impact de la lutte antiacridienne sur l'environnement ?

La réponse à cette question commence avec la connaissance globale de l'environnement à Madagascar, tournée vers une connaissance spécifique et actualisée des relations environnement x situations acridiennes. La diversité des situations agro-écologiques du pays et la dynamique de l'usage des terres rendent impossible une compréhension des phénomènes, isolée de leur expression spatiale et temporelle. Cette vision d'ensemble, synchronique et diachronique, doit se traduire - entre autres - par des cartes, dont le but principal est leur usage opérationnel. Cette connaissance ne peut être obtenue que par le suivi dynamique des facteurs écologiques et acridiens, soit des processus environnementaux déterminants vis-à-vis des criquets. Elle ne peut être le résultat d'études ponctuelles, *a posteriori*, sur les impacts d'une partie des mesures de lutte. Devant l'urgence et l'ampleur des problèmes à Madagascar, la télédétection spatiale et les systèmes d'information géographiques représentent aujourd'hui les vrais outils, indispensables et privilégiés, dans la réduction de l'impact de la lutte acridienne sur l'environnement.

Les propositions faites aux niveaux statiques et dynamiques de l'environnement doivent permettre un perfectionnement immédiat et constant de la cartographie et de la caractérisation des zones sensibles, l'établissement progressif d'une cartographie améliorée des habitats acridiens et un zonage des

situations acridiennes capable de fournir une orientation additionnelle pour les opérations de veille et lutte. Toutefois, une autre conséquence des résultats de ces propositions est la possibilité d'élaborer et de perfectionner des protocoles environnementaux pour les procédures opérationnelles dans le cadre de la lutte antiacridienne, qu'elle soit préventive, curative ou palliative.

Les considérations présentées à la suite seront détaillées par d'autres membres de la mission FAO et font déjà l'objet d'études de la part de l'ONE. Elles vont dans le sens d'étayer une vision, la plus élargie possible, de l'interface environnement, agriculture, situations acridiennes et anti-acridiennes. Souvent les aspects environnementaux sont réduits aux seuls problèmes d'impact des traitements chimiques réalisés contre les criquets, ce qui n'est vraiment pas le cas à Madagascar et, parfois, même pas l'aspect le plus important vis-à-vis de l'environnement.

3.3.3.1. Etablissement de protocoles environnementaux et de procédures opérationnelles

L'élaboration de protocoles environnementaux vise à appuyer tous les aspects opérationnels, un peu dans l'esprit du *check list* proposé par l'ONE dans le cadre de la lutte d'urgence, en vue d'une réduction des impacts environnementaux. Toutefois ce processus a besoin d'être complété par l'élaboration et l'application de protocoles environnementaux pour les procédures opérationnelles. Une proposition concernant ce thème est donnée en annexe 2e.

- Proposition VIII : Protocoles environnementaux et procédures opérationnelles

3.3.3.2. Diminution des risques toxicologiques et éco-toxicologiques

Au vu de l'état des lieux dressé plus haut (paragraphe 2.3) les principales recommandations en ce domaine sont ici rassemblées.

Santé humaine

Collaborateurs

Il est recommandé de trouver les fonds nécessaires, afin de pouvoir effectuer un suivi médical complet des manipulateurs avec des techniques adaptées aux pesticides utilisés (en consultation avec les producteurs). Les mesures principales de sécurité sont à respecter même si la toxicité des produits manipulés semble moindre par rapport à celle des produits ayant une toxicité aiguë connue (comme les organophosphorés).

Populations

Afin de minimiser les risques pour la santé publique, les traitements devraient être confiés à des paysans ayant reçu une formation concernant l'utilisation des produits poudre. Un système qui accorde aux paysans pleine liberté concernant l'utilisation des insecticides ne sert en aucun cas à la lutte antiacridienne et se révèle être un danger pour la santé publique. Les médecins inspecteurs ont un rôle indispensable à jouer pour tenter d'enrayer ce phénomène (formation des paysans, disponibilité et connaissance dans l'utilisation des antidotes au niveau des services de santé locales, etc.). Les organismes ayant une expérience dans la gestion des produits chimiques à Madagascar, tels que le projet VOARISOA et leurs partenaires, devraient être consultés lors de la mise en place d'un programme visant à réduire rapidement et efficacement les risques encourus par la population.

Efficacité selon le mode de traitement

Traitements en barrières

Afin de définir clairement la technique de traitement en barrière en fonction de la distance entre les passes, de la fréquence d'épandages et du choix d'insecticide, il est recommandé d'établir – sous les conditions opérationnelles et suivant un protocole standardisé d'évaluation – les conditions nécessaires afin de pouvoir garantir un contrôle suffisant avec les produits persistants homologués à Madagascar. La mise en place d'un tel suivi d'efficacité, accompagné d'un suivi d'impact, nécessite un appui technique extérieur.

Traitements en couverture totale

Afin de définir clairement les techniques de lutte contre les essaims, il est également recommandé d'établir (avec une assistance technique) – sous les conditions opérationnelles et suivant un protocole standardisé d'évaluation – les conditions nécessaires afin de pouvoir effectuer un contrôle efficace des essaims.

Traitements avec les produits sous forme de poudre

Il est recommandé de continuer de former les paysans auxquels le poudrage est confié. De plus, il est nécessaire que les interventions soient bien ciblées et ne représentent pas un risque pour l'opérateur et la population. Une évaluation ponctuelle de l'efficacité de cette méthode fait partie d'une telle formation, mais elle n'est actuellement pas effectuée à grande échelle et n'est pas considérée comme prioritaire.

Impact des produits sur l'environnement

Il est recommandé de réaliser, en accompagnement du suivi d'efficacité, un suivi de l'impact de la deltaméthrine sur l'environnement.

Vu les problèmes de couverture irrégulière rencontrés avec le fipronil, les traitements en barrière devraient être exécutés de telle manière que ...

- les zones entre les passes soient de *véritables refuges*. Il serait donc judicieux de définir des limites inférieures d'inter-passes ou de réduire la largeur des andains. Une limite inférieure provisoire fixée à 800 m donnerait une marge suffisante de protection.
- les mêmes zones ne devraient pas être traitées plusieurs fois lors d'une seule campagne. Dans le cas exceptionnel d'une réinfestation importante, d'autres techniques ou produits de lutte (par exemple, traitement terrestre ponctuel) devraient être utilisés en priorité.

Afin de minimiser les risques liés aux différentes techniques de lutte antiacridienne à moyen et à long terme, il est proposé d'organiser, avec l'appui d'un ou plusieurs consultants internationaux d'origines diverses, un atelier d'évaluation et de planification. Cet atelier devra définir les priorités et la méthode utilisée pour un suivi opérationnel ciblé, ainsi qu'élaborer les règles préliminaires d'utilisation des produits antiacridiens (voir annexe pour les termes de référence). La mise en place d'un programme de recherche complexe avant d'avoir étudié, d'une manière représentative, les phénomènes les plus évidents (tel que les effets rémanents sur les termites et certains reptiles) est à déconseiller.

Choix des insecticides

Il est recommandé d'utiliser un éventail de produits pour la lutte contre le Criquet migrateur et le Criquet nomade. L'idée n'est pas de chercher un équilibre entre différents insecticides, mais d'utiliser des produits de substitution lorsque les préoccupations écologiques l'exigent (traitements répétitifs, zones sensibles).

Des fonds devraient être dégagés pour accroître les capacités locales de mise au point et de production de mycopesticides. La production d'une souche locale ou africaine à l'extérieur de Madagascar devrait également être envisagée, puisque le cadre juridique pour la (ré-)importation d'agents de lutte biologique sera établi sous peu.

Banque de données et système de cartographie

Il est recommandé de mettre au point et d'utiliser une seule banque de données et un seul système cartographique. Ce travail exigera l'assistance technique d'un expert (voir annexe 3e).

Le rôle du Groupe consultatif sur les pesticides de la FAO

Vu l'impact des recommandations de ce Groupe sur la lutte contre les criquets, il est recommandé de lui demander d'étudier plus particulièrement le problème du Criquet migrateur à Madagascar. Les parties prenantes sont donc invitées à soumettre des dossiers sur l'efficacité, l'impact écologique et les incidences sur la santé humaine de la lutte contre le Criquet migrateur à la prochaine réunion du Groupe.

Travaux à long terme

Des études à long terme sur l'environnement seront sans doute nécessaires au-delà de l'an 2000, en fonction des priorités identifiées par l'atelier. Les résultats des diverses études sur l'efficacité et l'impact écologique constituent le fondement de la gestion des risques et doivent être intégrés dans une stratégie de lutte révisée pour les périodes de rémission et les périodes de pullulation. Au cours de nombreux entretiens avec les opérateurs pendant la mission, on s'est inquiété de ce qu'il n'existait pas de directives claires et positives sur la façon dont la lutte devait être menée (plutôt que sur ce qu'il ne fallait pas faire).

Il faudrait mettre au point des études d'impact sur l'environnement à long terme, bien ciblées, pour répondre aux priorités identifiées pendant l'atelier.

Il est recommandé que DPV, CAB et ONE établissent, en coopération avec les opérateurs et avec une assistance technique, un guide sur la lutte contre le Criquet migrateur qui fournisse aux opérateurs des directives claires et unanimes et des suggestions pour organiser une lutte efficace et sans danger (ou minimisant les dangers) pour l'environnement. Ce guide ne devrait pas venir s'ajouter à la liste des ouvrages théoriques, mais constituer un outil commode au niveau opérationnel.

L'analyse des résidus de pesticides joue un rôle important dans les études d'impact sur l'environnement. Actuellement, 700 échantillons provenant de différentes matrices environnementales (sol, végétation, insectes, vertébrés) attendent une analyse des résidus de fipronil et de ses métabolites au laboratoire de la DPV, qui est normalement chargé du contrôle de qualité des pesticides et de l'analyse des résidus de pesticides. Il est évident que ce laboratoire n'est pas équipé pour traiter un nombre aussi considérable d'échantillons.

Il est donc recommandé de créer des capacités d'analyse ou de renforcer les capacités existantes en dehors de la DPV (par exemple à l'Université) et de définir avec soin les objectifs avant d'entreprendre des programmes d'échantillonnage à grande échelle.

3.3.4. Conclusions sur les aspects environnementaux

Les propositions et recommandations ci-dessus concernant les aspects environnementaux de la lutte antiacridienne à Madagascar ont fait l'objet de plusieurs rencontres préparatoires et de deux réunions d'information et de discussions avec la partie technique malgache et ainsi qu'avec un groupe de responsables, décideurs et bailleurs de fonds. A chaque occasion, l'ensemble des participants a approuvé et enrichi les propositions de la mission. Les suggestions ont été intégrées dans le document dans la mesure du possible.

Les propositions présentées dans ce rapport ne doivent en rien entamer le système de veille et lutte antiacridienne en cours. Une bonne partie des actions pourraient être menées directement par une équipe dirigée par la FAO, en parfaite concertation avec les autorités locales.

Pour les aspects concernant le suivi environnemental, tous les produits et informations acquis pourraient être intégrés au niveau du système de veille et de lutte antiacridienne (dès le début de l'année 2000) si les études sont lancées rapidement.

Pour l'impact environnemental, l'atelier proposé devrait être programmé et organisé le plus tôt possible.

4. ACTIONS ET MOYENS

4.1. Les actions à entreprendre

Des financements existent actuellement (reliquats de crédits de divers projets) pour conduire rapidement certaines des actions à entreprendre. Il est recommandé de faire une révision budgétaire afin de planifier le financement des activités les plus urgentes.

A noter que de nombreuses actions devraient s'inscrire dans le cadre de projets à long terme pour lesquels il n'a pas été possible de chiffrer l'intégralité des coûts.

4.1.1. Actions sur le court terme : juin - septembre 1999

- Recruter un coordinateur/facilitateur (appui au Gouvernement).
- Recruter un acridologue en appui au CNLA puis à la DPV (expert acridologue A).
- Recruter un consultant en éco-toxicologie.
- Recruter un consultant en gestion des données.
- Entreprendre le début de réhabilitation du CAB :
 - Engagement de partenariat sur le long terme entre le Gouvernement malgache et les donateurs pour la réhabilitation du CAB avec un statut et des moyens lui assurant efficacité et pérennité; cet engagement devra préciser les modalités de réalisation des points ci-dessous et fixer un échéancier.
 - Définition des tâches et du schéma d'organisation du service antiacridien et de lutte préventive.
 - Estimation des coûts récurrents du dispositif proposé de lutte préventive.
 - Nouveau statut du service antiacridien et engagement des autorités malgaches pour soutenir ce service sur le long terme et lui accorder les moyens garantissant son efficacité.
 - Nomination et formation complémentaire des responsables (sélectionnés parmi l'actuel personnel du PLAAG).
 - Fourniture d'une assistance technique internationale (expert acridologue B) pour l'appui à la réhabilitation technique du système de lutte préventive et la gestion locale des divers projets d'appui au centre antiacridien de Betioky.
- Assurer la poursuite d'un minimum d'activités pour le PLAAG pendant la saison sèche (afin qu'il se maintienne opérationnel et puisse être actif pour la prochaine campagne anti-larvaire dans le cadre d'un dispositif de lutte réunifié). Assurer un transfert des activités du PLAAG vers le Centre antiacridien de Betioky en voie de rénovation.
- Poursuivre les activités de surveillance sur l'ensemble du territoire.
- Assurer la formation et le recyclage des agents d'encadrement.

- Poursuivre la lutte contre les essaims (tout spécialement *Locusta* en zone 1 et *Nomadacris* en zone 5).
- Préparer la prochaine campagne anti-larvaire; bilan des stocks et évaluation des besoins ; organisation et commandes à faire en juillet-août afin que le dispositif soit opérationnel en octobre.
- Pré-positionner des moyens logistiques dans les zones enclavées à fort risque acridien.
- Réaliser d'un atelier sur l'impact environnemental et début des travaux.
- Débuter les travaux sur l'optimisation des traitements en barrière et en couverture totale contre essaims.
- Mettre au point la méthodologie pour le contrôle de l'efficacité.

Pour le déroulement des suivis opérationnels « santé publique » et « impact et efficacité » la première étape est l'organisation de l'atelier d'évaluation et de planification, dès août 1999 si possible. Dans cet atelier, les priorités des suivis et les protocoles opérationnels seront élaborés sur la base d'informations disponibles à Madagascar et ailleurs. En outre, les règles d'utilisation des produits antiacridiens seront révisées et élaborées. Les suivis se dérouleront du mois de septembre jusqu'au début de la saison des pluies. Un deuxième atelier ayant pour tâche la synthèse des différents suivis et le développement de nouvelles directives de lutte sera organisé à la fin de l'année. L'atelier devra également identifier, selon les cas, les priorités d'une recherche d'accompagnement approfondie sur le long terme.

4.1.2. Actions sur le moyen terme : octobre 1999 - mai 2000

- Conduire la campagne anti-larvaire : devant l'incertitude sur l'évolution de la situation, les besoins ont été prévus pour les trois premiers mois; les estimations pour les 5 mois suivants sont très imprécises et devront être revues en fonction de la situation acridienne en début de saison des pluies. Les commandes devront être prévues sur le principe d'une livraison échelonnée des produits afin de permettre leur actualisation en fonction de l'évolution de la situation acridienne et éviter la création de stock inutiles.
- Poursuivre la réhabilitation et appuyer le service antiacridien pour permettre :
 - la conduite des opérations de lutte curative (bandes larvaires et essaims) dans l'aire grégarigène;
 - préparer la mise en place du futur service de lutte préventive.
- Débuter les travaux pour la réalisation d'outils d'aide à la décision pour le service de lutte préventive contre le Criquet migrateur et le Criquet nomade.
- Débuter les travaux sur la télédétection et la mise en place d'un réseau de stations météorologiques.
- Poursuivre les travaux engagés au cours de la phase précédente (impact environnemental, optimisation des traitements...).

4.1.3. Actions sur le long terme

- Tant que l'invasion n'est pas entièrement arrêtée et qu'une situation de rémission ne s'est pas installée, maintenir un dispositif de surveillance et de lutte dans l'ensemble de l'île.
- Continuer, dans le cadre d'un projet à long terme (3 à 5 ans) avec assistance internationale, la réhabilitation du service anti-acridien dans l'aire grégarigène ainsi que le développement et le perfectionnement des outils d'aide à la décision qui lui sont indispensables pour fonctionner.
- Poursuivre dans le cadre de projets à long terme, et en appui à la section "Recherche opérationnelle" du Centre antiacridien, les études pour le perfectionnement des techniques d'application, la réduction des impacts environnementaux et l'usage des mycopesticides.

4.1.4. Programmation des principales activités 1999 - 2000

Voir organigramme page suivante

Planning d'activités pour 1999/2000

				1999						2000							
	Mai	Juin	Jui.	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév	Mar.	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	xxxx
Lutte antiacridenne																	
Etat de la situation, finances, stocks, matériels	■																
Prévisions situation acridienne	■																
Préparation, mise en place plan Juin - Déc 1999		■															
Prépositionnement stocks Oct 99 - Mai 2000				■													
Evaluation et modifications Jan - Mai 2000					■												
Evaluation et modifications Jan - Mai 2000								■									
Evaluation et modification Jun - Déc 2000											■						
Assistance technique, surveillance, recherche opérationnelle																	
Coordinateur/facilitateur			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Acridologue A (Antananarivo)			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Acridologue B (CA Betioky-Sud)			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Atelier impact environnemental				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Recherches impact environnemental				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Outils aide décision pour service de lutte préventive				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Etude du Criquet nomade				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Télédetection (NOAA) et réseau météorologique			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Optimisation traitements des essais				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Optimisation traitements en barrières				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Méthode évaluation efficacité				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Surveillance impact sur l'environnement			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Surveillance impact sur santé humaine	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Formation				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Edition, documentation				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

4.2. Les moyens nécessaires

Les informations permettant d'identifier et de quantifier les principaux besoins ont été obtenues au cours de la mission auprès de sources très diverses. Cependant, l'organisation complexe du CNLA et le fait que beaucoup de travaux de surveillance et de lutte sont sous-traités ont rendu cette tâche très difficile. Une visite à chacun des cinq GOLA aurait été très utile ; ces visites n'ont malheureusement pu être réalisées dans le temps disponible.

4.2.1. Bases retenues pour les évaluations

Les évaluations des surfaces à traiter et des moyens matériels et humains à maintenir ou à mettre en place ont été réalisées en tenant compte :

- de la gravité de la situation en 1998-99,
- des prévisions effectuées avant la campagne 1998-99,
- des traitements effectivement réalisés,
- de l'appréciation de la situation acridienne actuelle (baisse par rapport à l'année dernière à pareille époque, mais certainement sous évaluation actuelle de la gravité de la situation en divers endroits),
- des scénarios possibles pour les mois à venir (incertitude sur la gravité de la situation actuelle et l'efficacité des opérations de repérage et de lutte contre les essaims en saison sèche; possibilité de concentrations massives d'essaims dans l'aire grégarigène en début de saison des pluies selon la plus ou moins efficacité des opérations de saison sèche; incertitude sur l'évolution des conditions écologiques en début de saison des pluies).

Les besoins pour le début de saison des pluies devront être effectivement disponibles en septembre et pour certains pré-positionnés dans les zones enclavées avant le début de la saison des pluies. Pour les besoins de la saison des pluies, une réévaluation de la situation acridienne devra être réalisée en septembre (pour mise à disposition des moyens en janvier) puis de nouveau en décembre 1999 et mars 2000.

Tableau 13. Prévisions concernant les traitements, juin - décembre 1999.

Type de traitement	Juin - Septembre 1999 (4 mois)	Octobre - Décembre 1999 (3 mois)
Barrières (aérien)	-	900 000 ha
Couverture totale (aérien)	100 000 ha	30 000 ha
Terrestre	20 000 ha	30 000 ha

Tableau 14. Statistiques provenant de la zone du PLAAG (non mises à jour pour mai) et sur lesquelles certains calculs sont fondés.

	Saison sèche (Juin - Octobre)	Saison des pluies (Novembre - Avril)
Couverture totale (%)	100	0
Barrières (%)	3,3	96,7
Convoiage (%)	8,2	8,6
Prospection (%)	50,9	35,6
Traitement (%)	40,9	55,8
Total d'heures utilisées	754,3	1387,6
Rendement (l/hr)	151,4	228,1
Rendement (ha/hr)	427,4	1708,4
Coût (\$)	754283	1387583
Coût/ha traité ou protégé	2,3	0,6
Taille moyenne des essaims (ha)	527	

4.2.2. Estimation des coûts

Le tableau 15 donne :

1. Partie haute : Coûts pour les opérations de traitements, estimés sur la base des évaluations mentionnées plus haut et en soulignant que des ré-évaluations devront être faites régulièrement (en particulier, les estimations pour l'année 2000 sont basées sur une diminution sensiblement de moitié des superficies mensuelles à traiter par rapport à celles prévues de juin à décembre 1999 selon l'hypothèse d'une amélioration régulière de l'efficacité des opérations de lutte).

2. Partie basse : Coûts des opérations destinées à améliorer la qualité des traitements, à vérifier et diminuer leur impact sur l'environnement et la santé humaine, à préparer la réhabilitation du système de lutte préventive contre le Criquet migrateur et le Criquet nomade. Ces opérations, pour se développer pleinement et avec efficacité, devront s'inscrire dans le cadre d'un ou plusieurs projets à long terme de lutte antiacridienne préventive à Madagascar.

Tableau 15. Budget général indicatif pour la période de juin à décembre 1999.

		1999		2000
		Jun-Sep	Oct-Déc	
Insecticides	Couverture totale	1380000	414000	1242000
	Barrière	0	1468125	1957501
	Poudre	0	0	95143
Aéronefs traitement	Avions/hélicoptères	280748	716386	2191110
Prospection	Marches manoeuvres	91851	91851	367404
	Avion prospection	185520	185520	742080
Traitements terrestres	Equipes terrestres	200360	150280	700000
Carburant	Gasoil	18438	18438	73752
	Essence	4143	4143	16572
Communications	HF radio (BLU)	0	0	0
	VHF/UHF talkie walkie	0	0	0
OSC (ONG)	Contrats	45000	90000	230000
Evaluation chaque 3 mois		10000	10000	40000
Prépositionnement		259496	0	150000
Fûts vides	Compression	132000	0	0
Consultants	Coordinateur	60000	45000	180000
	Acridologue A	60000	45000	180000
	Acridologue B	60000	45000	180000
	Logisticien	30000	30000	30000
	Contrôle	150000	15000	15000
	Ecotoxicologue	30000	30000	30000
	Téledétection	30000	30000	30000
Suivi environnemental :				
Ateliers 1 et 2		15000	15000	0
Suivi env. (court terme)		100000	100000	100000
Suivi env. (long terme)		85000	85000	100000
Suivi santé humaine		65000	50000	50000
Formation	Pilotes	10000	10000	10000
	Equipe contrôle sol	5000	5000	5000
	Marche manoeuvre	20000	20000	20000
	Equipe suivi env.	10000	10000	10000
	Equipe suivi tech.	10000	10000	10000
	Paysans	25000	25000	25000
Développement divers :				
Essais grande échelle	Barrières	0	70000	70000
	Trait. Essaims	74000	0	75000
Téledétection	Antenne, etc	0	470000	0
(suivi environnement)	Stations météo	0	20000	350000
Outil aide à la décision		0	100000	250000
Etude criquet nomade		0	30000	50000
Edition documentation		0	100000	25000
Etude d'impact socio-économique		0	25000	50000
Total		3446556	4533743	9670562

4.3. Les moyens disponibles

De nombreux moyens sont disponibles. Un inventaire complet du matériel du PLAAG peut être trouvé dans Duranton et Lagnaoui (1999a). Les moyens du CNLA sont également certainement importants mais n'ont pu être inventoriés. Les stocks d'insecticides sont mentionnés ci-après (tableau 16).

On trouvera également ci-dessous une proposition d'utilisation immédiate des reliquats de crédits de divers projets.

OSRO/MAG/803/UK (96 830\$ E.-U.)

Objectif: Optimiser les traitements des essaims et les traitements en barrières avec un suivi écologique

Consultant Traitement essaims	15 000 \$ E.-U.
Consultant Traitement en barrières	15 000 \$ E.-U.
Consultant Eco- toxicologie	30 000 \$ E.-U.
30 h/vol Hélicoptère	30 000 \$ E.-U.
Dépenses de fonctionnement	6 830 \$ E.-U.

On suppose que les insecticides (Fipronil, Deltaméthrine et IGR) seront fournis par d'autres sources comme l'UE.

OSRO/MAG/802/EC (42 000 \$ E.-U.)

Logisticien pour deux ou trois missions de soutien à l'homologue national du PLAAG (pour la période fin 1999-début 2000).

OSRO/MAG/801/AFB (218 031\$ E.-U.)

(1101) (123 000 \$ E.-U.)

Acridologue 6 h/m (immédiatement)	90 000 \$ E.-U.
Consultant Banque de données 1 h/m	15 000 \$ E.-U.
Appui du siège 2 X 3 semaines (en 1999)	10 000 \$ E.-U.
Personnes-ressources Atelier écologique	8 000 \$ E.-U.

(4000) (79 152 \$ E.-U.)

Déplacements dans le pays/indemnités de subsistance des équipes chargées de collecter des données pour optimiser les traitements des essaims et les traitements en barrières	20 000 \$ E.-U.
Formation de pilotes	10 000 \$ E.-U.
Equipes de lutte au sol	5 000 \$ E.-U.
Marche manoeuvre/agriculteurs	20 000 \$ E.-U.

Personnes-ressources Atelier écologique (après révision du budget)	10 000 \$ E.-U.
--	-----------------

Collecte de données pour le suivi de l'environnement 14 000 \$ E.-U.

6000 (14 595 \$ E.-U.)

Matériel de campement, GPS, radios	14 595 \$ E.-U.
------------------------------------	-----------------

Tableau 16. Stocks d'insecticides au 20 mai 1999.

A. DETAIL

Produits	Prépositionné ou Stocks	Commandé	Total
Fipronil 4.0	1900 l	-	1900 l
Fipronil 7.5	1000 l	-	1000 l
Decis 17.5	41745 l	50000 l	91745 l
Alcystin	2490 l	-	2490 l
Dimilin	8460 l	-	8460 l
Propoxur	113145 kg	248000 kg	361145 kg
Sumithion	97596 kg	22250 kg	119846 kg
Dursban	5700 kg	-	5700 kg

B. SYNTHÈSE

	Quantité (l)	Superficie équivalente (ha)	Valeur approximative (US\$)
ULV couverture totale	93644	93644	1281376
ULV barrières (fipronil)	1000	8000	15295
ULV barrières (IGR)	10950	54750	197100
Poudres	476691	47669	715036
Totaux		204063	2208807

5. RESUME DES RECOMMANDATIONS

Le coordination de la lutte antiacridienne

- 1 - Confier la maîtrise d'ouvrage et la coordination des activités de lutte aux services techniques du Ministère de l'agriculture (DPV)
- 2 - Appuyer cette coordination technique par une expertise internationale (coordinateur/facilitateur).
- 3 - Faire que toutes les recommandations du présent rapport puissent rapidement être mises en œuvre d'une manière cohérente dans le cadre d'un ou plusieurs projets multi-donateurs associant la lutte contre l'invasion en cours à des actions structurantes sur le long terme.

La conduite de la lutte de la lutte antiacridienne

- 4 - Unifier l'organisation des campagnes de lutte sur l'ensemble du territoire (coordination, méthodes de surveillance et de lutte, centralisation des informations).
- 5 - Maintenir des opérations de surveillance et de lutte sur l'ensemble du territoire tant qu'une situation de pleine rémission n'a pas été diagnostiquée.
- 6 - Appuyer les services techniques de la DPV par une expertise internationale (acridologue A).
- 7 - Utiliser d'une manière synergique les différentes méthodes de lutte (traitements en barrière et en couverture totale).
- 8 - Réaliser des évaluations et revoir les prévisions tous les trois mois.

Les actions dans l'aire grégarigène

- 9 - Conserver la spécificité de l'aire grégarigène, moteur d'entretien de l'invasion et lieu du futur système de lutte préventive.
- 10 - Réhabiliter immédiatement le Centre anti-acridien de Betioky (statut d'agence d'exécution autonome au sein de la DPV, recrutement du personnel, garantie du fonctionnement sur le long terme).
- 11 - Etablir un protocole d'accord entre Gouvernement et donateurs sur le nouveau statut et l'avenir du Centre antiacridien et sur une stratégie antiacridienne à long terme.
- 12 - Appuyer le Centre antiacridien rénové par des moyens et une expertise internationale (acridologue B).

L'amélioration de la lutte

- 13 - Continuer à améliorer les opérations de traitement (DELTA-PAD, mesures de l'efficacité des traitements, cahiers des charges et "normes", collecte des données de traitement...).
- 14 - Continuer à améliorer un dispositif unifié de surveillance : collecte, transmission et exploitation des informations.

15 - Développer des actions de formations pour tous les opérateurs de la lutte antiacridienne (publics et privés).

16 - Editer documents de formation, fiches techniques, manuels...

17 - Demander au Groupe consultatif sur les pesticides de la FAO de fournir des recommandations spécifiques pour les traitements contre le Criquet migrateur malgache.

18 - Diversifier les produits pouvant être utilisés en lutte antiacridienne.

Le développement et le perfectionnement d'outils de surveillance et de lutte

19 - Développement et perfectionnement d'outils d'aide à la décision indispensables pour le système d'alerte précoce.

20 - Développement et perfectionnement des outils indispensables pour la conduite rationnelle des opérations de lutte (méthode d'évaluation de l'efficacité des traitements, perfectionnement des méthodes de lutte contre les essaims et méthode de traitement en barrière, analyse socio-économique des invasions...).

Le renforcement de la connaissance et de la protection de l'environnement

21 - Améliorer la connaissance de l'environnement statique du Criquet migrateur (cartographie des biotopes acridiens...).

22 - Améliorer la connaissance de l'environnement dynamique acridien (suivi en temps réel des conditions écologiques favorables au criquet migrateur).

23 - Réduire l'impact de la lutte antiacridienne sur l'environnement :

- Réaliser un atelier sur l'impact environnemental. N'engager des études d'impact environnemental à long terme qu'après les résultats de l'atelier de travail sur ce thème.
- Etablir les normes des traitements en barrières permettant de concilier efficacité et impact minimal sur l'environnement (zones refuge, éviter de traiter 2 fois au même endroit au cours d'une même campagne...).
- Réaliser un suivi d'impact de la deltaméthrine sur l'environnement.
- Favoriser l'expérimentation en grand des mycopesticides.

L'amélioration de la protection de la santé humaine

24 - Suivi médical des manipulateurs.

25 - Réduire les risques des traitements villageois en confiant ces traitements à des paysans spécialement formés.

TABLE DES MATIERES

Remerciements	3
Liste des sigles et abréviations	4
Sommaire	5
Executive summary	6
Résumé	12
1. CONTEXTE GENERAL DE LA MISSION DU GROUPE CONSULTATIF	20
1.1. L'invasion acridienne	20
1.2. L'organisation et la mise en œuvre des activités de lutte	21
1.3. Objectifs de la mission (termes de référence en annexe)	21
1.4. Activités conduites pendant la mission	22
1.5. Structure du rapport	22
2. SITUATION ACTUELLE	23
2.1. La situation acridienne actuelle et ses développements futurs	23
2.1.1. La situation acridienne en mai 1999	23
2.1.2. Prévisions sur l'évolution de la situation acridienne jusqu'en décembre 1999 puis pour l'année 2000	24
2.1.3. Impact socio-économique de l'invasion	25
2.2. La stratégie et l'organisation actuelle des campagnes de lutte	27
2.2.1. Organisation de la prospection et de la lutte	27
2.2.2. Les cibles	29
2.2.3. Technologie	29
2.2.4. Application	30
2.2.5. Aéronefs de traitement	30
2.2.6. Pulvérisateurs	31
2.2.7. Transport	31
2.2.8. Communications	32
2.2.9. Navigation	32
2.2.10. Guidage des trajectoires, trajectoire des appareils, coordonnées des blocs à traiter	32
2.2.11. Enregistrement des opérations de traitement	33
2.2.12. Rapports	34
2.2.13. Produits UBV	36
2.2.14. Produits en poudre	37
2.2.15. Délimitation de la cible	37
2.2.16. Evaluation de la mortalité	37
2.2.17. Formation	39
2.2.19. Normes et cahiers des charges	41
2.2.20. Contrats	41
2.2.21. Les superficies traitées au cours des 12 derniers mois (juin 1998- mai 1999)	43
2.2.22. Principales difficultés rencontrées pendant la campagne	44
2.3. La protection de l'environnement	45
2.3.1. Surveillance post-homologation	45
2.3.2. Santé humaine	46
2.3.3. Mode de traitement	46
2.3.4. Impact des produits sur l'environnement	48
2.3.5. Choix des insecticides	49
2.3.6. Banque de données et système cartographique	49
2.3.7. Le rôle du Groupe consultatif sur les pesticides	49

3. EVOLUTION SOUHAITABLE	50
3.1. Restructuration de la lutte antiacridienne: les grandes orientations stratégiques.....	50
3.1.1. Objectifs de la lutte antiacridienne (court, moyen et long termes)	50
3.1.2. Stratégie générale	51
3.1.3. Remise progressive à la DPV de la responsabilité de la direction technique et financière de la lutte antiacridienne	52
3.1.4. Etablissement d'une stratégie unique : synergie des méthodes de lutte	52
3.1.5. Respect des particularités régionales : l'originalité de l'aire grégarigène.....	53
3.1.6. Rétablissement du centre antiacridien de Betioky et du système de lutte préventive.....	53
3.1.7. La surveillance : développer un système unique de collecte, stockage et exploitation des données	56
3.1.8. La formation et l'information	56
3.1.9. L'expertise extérieure requise.....	57
3.1.10. Les grandes lignes de l'organisation à mettre en place	58
3.2. Développement et perfectionnement d'outils de surveillance et de lutte préventive	59
3.2.1. Développement des outils nécessaires au système d'alerte précoce.....	59
3.2.2. Perfectionnement des outils nécessaires au service de lutte préventive	59
3.3. Renforcement de la connaissance et de la protection de l'environnement.....	60
3.3.1. Environnement et situations acridiennes à Madagascar.....	60
3.3.1.1. Le rôle de l'ONE dans la politique environnementale.....	60
3.3.1.2. Les responsabilités de l'ONE dans la lutte antiacridienne.....	61
3.3.2. Comment améliorer la connaissance et le suivi de l'environnement ?	61
3.3.2.1. Propositions sur les aspects environnementaux statiques	61
3.3.2.2. Propositions sur les aspects environnementaux dynamiques	62
3.3.3. Comment réduire l'impact de la lutte antiacridienne sur l'environnement ?.....	62
3.3.3.1. Etablissement de protocoles environnementaux et de procédures opérationnelles.....	63
3.3.3.2. Diminution des risques toxicologiques et éco-toxicologiques.....	63
3.3.4. Conclusions sur les aspects environnementaux	65
4. ACTIONS ET MOYENS.....	66
4.1. Les actions à entreprendre	66
4.1.1. Actions sur le court terme : juin - septembre 1999	66
4.1.2. Actions sur le moyen terme : octobre 1999 - mai 2000	67
4.1.3. Actions sur le long terme	67
4.1.4. Programmation des principales activités 1999 - 2000	68
4.2. Les moyens nécessaires	71
4.2.1. Bases retenues pour les évaluations	71
4.2.2. Estimation des coûts.....	73
4.3. Les moyens disponibles	75
5. RESUME DES RECOMMANDATIONS.....	77
TABLE DES MATIERES	79
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	83
ANNEXES.....	86
Annexe 1. Termes de référence du groupe consultatif.....	87
Annexe 1a. Termes de référence de la mission de formulation d'un programme de lutte antiacridienne à court, moyen et long termes pour Madagascar	87
Annexe 1b. Termes de référence du chef de mission.....	89
Annexe 1c. Termes de référence de l'acridologue	90

Annexe 1d. Termes de référence de l'écologiste	91
Annexe 1e. Termes de référence de l'écotoxicologue	92
Annexe 1f. Termes de référence du logisticien	93
Annexe 2. Développement et perfectionnement d'outils de surveillance, de lutte et d'étude des impacts environnementaux	94
Annexe 2a. Réalisation d'un outil d'aide à la décision pour le suivi de la situation acridienne et l'alerte précoce	94
Annexe 2b. Facteurs de grégarisation du Criquet nomade à Madagascar et prise en compte de cette espèce dans le système d'alerte précoce	96
Annexe 2c. Amélioration de la connaissance statique de l'environnement acridien.....	98
Proposition I. Augmenter l'accès aux informations numériques et cartographiques.....	98
Proposition II. Actualiser les informations sur l'usage des terres.....	98
Proposition III. Perfectionner la cartographie des zones sensibles	99
Proposition IV. Perfectionner le suivi des processus et indicateurs écologiques.....	100
Proposition V. Réaliser la cartographie et le zonage des habitats acridiens	100
Annexe 2d. Amélioration de la connaissance dynamique de l'environnement acridien en temps réel.....	102
Proposition VI. Implanter un suivi dynamique des habitats acridiens.....	102
Proposition VII. Implanter un suivi dynamique de l'environnement.....	102
Annexe 2e. Mise au point de procédures opérationnelles pour le suivi des impacts sur l'environnement.....	104
Proposition VIII. Protocoles Environnementaux et Procédures Opérationnelles	104
Annexe 3. Termes de référence des experts proposés	105
Annexe 3a. Coordinateur/Facilitateur	105
Annexe 3b. Acridologue A	106
Annexe 3c. Acridologue B	107
Annexe 3d. Ecotoxicologue	108
Annexe 3e. Consultant Gestion de Données	109
Annexe 3f. Consultant Logisticien (Draft).....	110
Annexe 3f. Consultant Spécialiste de la lutte (Draft)	111
Annexe 4. Récapitulatif des études d'impact du Fipronil sur la faune non-cible.....	112
Annexe 5. Ateliers sur l'impact environnemental	113
Annexe 6. Coûts estimatifs de l'élimination des fûts vides à Madagascar	115
Annexe 7. Budget de fonctionnement post PLAAG : juin à décembre 1999 (7 mois)	117

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1. Organigramme des principales composantes du dispositif de surveillance et de lutte contre l'invasion du Criquet migrateur à Madagascar.	28
Figure 2. Exemple de relevé fourni par un enregistreur d'application Micronair.	33
Figure 3. Exemple de carte de localisation des zones traitées.	34
Tableau 1. Superficies traitées contre les pullulations du criquet migrateur malgache de mai 1998 à mai 1999.....	23
Tableau 2. Aéronefs actuellement utilisés pour lutter contre l'invasion du Criquet migrateur malgache.....	30
Tableau 3. Inventaire actuel du matériel de traitement terrestre	31
Tableau 4. Nombre de véhicules.	31
Tableau 5. Techniques générales d'évaluation de la mortalité.....	38
Tableau 6. Ventilation des heures d'hélicoptères PLA/PLAAG (voir dernier rapport du PLAAG pour des données à jour).	42
Tableau 7. Tableau récapitulatif provisoire des superficies traitées ou protégées, juin 1998-avril 1999.	43
Tableau 8. Tableau récapitulatif provisoire des coûts des aéronefs, juin 1998-mai 1999.	43
Tableau 9. Superficies protégées ou traitées, juin-septembre 1998 (pour l'ensemble du pays) - prévisions et réalisations.....	43

Tableau 10. Superficies traitées ou protégées d'octobre 1998 à avril 1999 (pour l'ensemble du pays) - prévisions et réalisations.....	43
Tableau 11. Pourcentage de fipronil (7,5 UL) épandu avec des inter-passes de 500 à 1 000 m dans la zone grégarigène durant le mois de mars 1999 (source : PLAAG).....	47
Tableau 12. Synthèse des résultats importants de trois études indépendantes sur l'impact du fipronil.....	49
Tableau 13. Prévisions concernant les traitements, juin - décembre 1999.	72
Tableau 14. Statistiques provenant de la zone du PLAAG (non mises à jour pour mai) et sur lesquelles certains calculs sont fondés.....	72
Tableau 15. Budget général indicatif pour la période de juin à décembre 1999.....	74
Tableau 16. Stocks d'insecticides au 20 mai 1999.....	76

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ANDRIANASOLO R. J., 1981. *Le problème acridien à Madagascar*. Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche scientifique : Antananarivo. 33 p.
- BANQUE MONDIALE, 1998a. Programme national de lutte antiacridienne : note de stratégie (18 juin). 11 p.
- BANQUE MONDIALE, 1998b. Report Panel of Experts on locust control.
- CIRAD, 1997. *Eléments d'archives acridiennes à Madagascar*. Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement, Prifas, Montpellier (France). 195 p.
- CNLA, 1999. Bilan et Perspectives 99. Comité national de lutte antiacridienne. Cellule de crise antiacridienne. Antananarivo. [Doc. multigr.]
- DARNHOFER T. O. & LAUNOIS M., 1974. *L'optimum pluviométrique du Criquet migrateur malgache : principes et applications*. **MML/MET**, 9, Projet PNUD/FAO MAG 70/53, FAO : Rome. 77 p. [Doc. multigr.]
- DURANTON J.-F., 1975. *Recherches phytosociologiques dans le sud et le sud-ouest de Madagascar*. Ministère de la Coopération : Paris. 182 p.
- DURANTON J.-F., 1996. *Expertise acridienne à Madagascar. Perspectives de réhabilitation du système d'avertissement antiacridien (11 mars - 17 avril 1996)*. **D. 542**, CIRAD-GERDAT-PRIFAS : Montpellier (France). VIII + 52p. [Doc. multigr.]
- DURANTON J.-F., 1997. *Expertise acridienne à Madagascar. Diagnostic, pronostic, perspectives (24 février au 5 avril 1997)*.- **D. 561**, CIRAD-GERDAT-PRIFAS : Montpellier(France). VI+12p. + 5 annexes 2 fig., 2 tab. [Doc. multigr.]
- DURANTON J.-F., 1998, Situations acridiennes et antiacridiennes à Madagascar. Rapport de mission, 7 octobre - 20 décembre 1997. AGPP, FAO, Rome. [Doc. multigr.]
- DURANTON J.-F. & LAGNAOUI S., 1999. Projet de lutte antiacridienne dans l'aire grégarigène (PLAAG). Bilan d'exploitation pour la période du 1^{er} mars au 20 avril 1999. AGPP, FAO, Rome. [Doc. multigr.]
- DURANTON J.-F. & LAGNAOUI S., 1999. Rapport Final du projet PLAAG. AGPP, FAO, Rome. [Doc. multigr.]
- DURANTON J.-F. & LAUNOIS M., 1972. *Etude des potentialités de distribution du Criquet migrateur malgache dans le sud-ouest de l'île en fonction des régions naturelles*. Projet PNUD/FAO MAG 70/523, FAO : Tuléar (Madagascar). 12 p. [Doc. multigr.]
- DURANTON J.-F., LAUNOIS M., LAUNOIS-LUONG M. H. & LECOQ M., 1979. Les voies privilégiées de déplacement du Criquet migrateur malgache en phase solitaire. *Bull. Ecol.*, **10**(2) : 107-123, 6 fig.
- FAO, 1988. Guidelines on post-registration surveillance and other activities in the field of pesticides.
- FAO, 1973. *Rapport terminal, projet de recherches sur le Criquet migrateur malgache*. Projet PNUD/FAO MAG 70/523, FAO : Rome. 73 p. [Doc. multigr.]
- FAO, 1998. Economic and policy issues in desert locust management : a preliminary analysis. FAO/EMPRES Workshop on Economics in Desert Locust Management. Cairo, September 1997. 131 p.
- FAO, 1998b. Rapport de mission à Madagascar du 14 au 26 février 1998, par James Everts, CTP du Projet FAO GCP/SEN/041/NET.
- FAO/PAM, 1997. Rapport spécial de mission conjointe FAO/PAM pour évaluer les impacts sur les cultures des dommages dus aux criquets et son impact sur la situation alimentaire à Madagascar. 6 p.
- FRAPPA C., 1939. Madagascar : comportement du Criquet nomade *Nomadacris septemfasciata* de 1935 à 1938. *Monit. int. Protect. Plantes*, **XIII**(8) : 174-175.
- GREEN G. M., 1996. Case study on Land Cover change in Madagascar. IN : *Proceedings of the Fourth Japan-U.S. Workshop on Global Change*. Tsukuba. 1996.
- GREEN G. M. & SUSSMAN R.W., 1990. Deforestation history of the eastern rain forests of Madagascar from satellite images. *Science* 248 : 212-215.
- KEPEM & OFFICE NATIONAL DE L'ENVIRONNEMENT, 1996. *Définition et délimitation des zones sensibles et lignes directrices pour la préparation des études d'impact environnemental*. ARD, Antananarivo. 58 p.

- LAUNOIS M., 1973. *Application de la théorie de l'optimum pluviométrique au Criquet migrateur africain, Locusta migratoria migratorioides R. et F.* Projet PNUD/FAO MAG 70/523, FAO : Tuléar (Madagascar). [Doc. multigr.]
- LAUNOIS M., 1974. *Influence du facteur pluviométrique sur l'évolution saisonnière du Criquet migrateur en phase solitaire et sur sa grégarisation à Madagascar.* Ministère de la Coopération : Paris. 159 p.
- LAUNOIS M., 1974. *Le service d'avertissement antiacridien à Madagascar. Conception et réalisation. Etudes biologiques.* **MML/BIO, 9**, Projet PNUD/FAO MAG 70/53, FAO : Rome. 20 p. [Doc. multigr.]
- LAUNOIS-LUONG M. H., 1975. *L'alimentation du Criquet migrateur Locusta migratoria capito (Sauss.) en phase solitaire à Madagascar : régimes et effets.* Ministère de la Coopération : Paris. 202 p.
- LAUNOIS-LUONG M. H., DURANTON J.-F. & LAUNOIS M., 1973. *La lutte écologique contre le Criquet migrateur malgache passe par un plan de développement du sud.* **MML/BIO 5**, Projet PNUD/FAO MAG 70/523, FAO : Rome. 16 p. [Doc. multigr.]
- LECOQ M., 1975. *Les déplacements par vol du Criquet migrateur malgache en phase solitaire : leur importance sur la dynamique des populations et la grégarisation.* Ministère de la Coopération : Paris. 272 p.
- LECOQ M., 1995. Forecasting systems for migrant pests. III. Locusts and grasshoppers in Africa and Madagascar. IN : DRAKE V.A. & GATEHOUSE A.G. (Ed. Sc.). *Insect migration : physical factors and physiological mechanisms.* Cambridge University Press : Cambridge (Great Britain). 377-395.
- Ministère de la Santé, 1999. Rapport de mission à Maevatanana et Mahitsinjo du 30 mars au 3 avril 1999.
- MULLER W., 1971. *Relations entre les conditions climatiques, aérologiques et les invasions du Criquet migrateur au sud de Madagascar.* Projet PNUD/FAO MAG 70/523, FAO : Tuléar (Madagascar). [Doc. multigr.]
- NRI, 1999a. *Evaluation of short-term impact of emergency locust control in Madagascar on non-target organisms. Revised Progress Report to ONE.* National Resources Institute, UK.
- NRI, 1999b.
- ONE, 1999a. Rapport intermédiaire – Suivi des impacts écologiques de la lutte chimique contre les criquets.
- ONE, 1999b. Evaluation des impacts environnementaux de la lutte antiacridienne à Madagascar – *Finalisation des termes de référence* en collaboration avec Natural Resources Institute (financement USAID), Etude d'impact environnemental –EIE (financement Banque Mondiale).
- PAM/FAO, 1997.
- RANDRIAMANANTSOA M., 1998. Manuel sur la lutte antiacridienne. *Projet DPV-GTZ. Promotion de la protection intégrée des cultures et des denrées stockées*, Antananarivo, Madagascar.
- ROY J., 1968. *Rapport au gouvernement de Madagascar sur la lutte anti-acridienne.* PNUD/FAO : Rome. [Doc. multigr.]
- SAP, 1999. Bulletin N°27, Situation fin mars 1999. 48 p.
- SCHERER, R. (1997). Mesure d'aide d'urgence 1997 – Evaluation d'activités de lutte antiacridienne. Projet de lutte antiacridienne en Afrique. GTZ, Eschborn, Rapport 7F.
- SCHERER, R. (1998). Mesure d'aide d'urgence 1998 – Evaluation d'activités de lutte antiacridienne. Projet de lutte antiacridienne en Afrique. GTZ, Eschborn, Rapport 8F.
- SCHERER et LIÉ HONG FONG (éds), 1997. Symposium sur la lutte antiacridienne à Madagascar. . *Projet DPV-GTZ. Promotion de la protection intégrée des cultures et des denrées stockées*, Antananarivo, Madagascar
- SWARTZENDRUBER, BENINATI & SCHROEDER, 1998. L'urgence acridienne à Madagascar. Equipe d'évaluation de l'USAID. 54 p.
- SUSSMAN R.W., GREEN G.M. & SUSSMAN L., 1996. The use of satellite imagery and anthropology to assess the causes of deforestation in Madagascar. IN : *Tropical Deforestation. The human dimension.* pp.296-315. Columbia University Press. New York.
- TÊTEFORT J. P., 1959. Observations récentes sur le processus de formation des bandes primitives dans la région de l'aire grégérigène migrateur malgache. *Bull. Soc. Phyto. Phytopharma.*, **854** : 191-204.
- TÊTEFORT J. P. & WINTREBERT D., 1963. Eléments d'Acridologie pratique à Madagascar. *Agro. trop.*, **9** : 875-932
- TÊTEFORT J. P. & WINTREBERT D., 1965. Possibilité de lutte intégrée antiacridienne à Madagascar. *C. R. Trav. Congr. Prot. Cult. trop. : Marseille* : 287-290.

- TÊTEFORT J. P. & WINTREBERT D., 1967. Ecologie et comportement du Criquet nomade dans le sud-ouest malgache. *Ann. Soc. ent. Fr. (N. sér.)*, **3**(1) : 3-30.
- WINTREBERT D., 1969. *Identité, écologie et comportement du Criquet migrateur dans le sud-ouest malgache*. Thèse de doctorat d'Etat, Université de Paris. 164 p. [Doc. multigr.]
- WINTREBERT D., 1973. Pluralité des aires de grégarisation de *Locusta migratoria migratorioides*. *Ann. Soc. entomol. Fr.*, **9**(4) : 921-928.
- WINTREBERT D., 1973. *Quelques observations acridologiques dans le centre, l'ouest et le nord de Madagascar*. Projet PNUD/FAO MAG 70/523, FAO : Tuléar (Madagascar). 21 p. [Doc. multigr.]
- WINTREBERT D., 1976. Aire de grégarisation malgache de la locuste migratrice, *Locusta migratoria migratorioides* (R. & F.). *Acrida*, **5** : 207-223.
- ZEHRER, HAJANIANA & de GROOTE, 1999 (en préparation). Dégâts et pertes causés par les criquets au sud de Madagascar.
- ZOLOTAREVSKY B. N., 1929. Le Criquet migrateur (*Locusta migratoria capito* Sauss.) à Madagascar. *Ann. Epiph.*, **15** : 185-236.
- ZOLOTAREVSKY B. N., 1933. Contribution à l'étude biologique du Criquet migrateur (*Locusta migratoria capito* Sauss.) dans ses foyers permanents. *Ann. Epiph.*, **19** : 47-142.

ANNEXES

Annexe 1. Termes de référence du groupe consultatif

Annexe 1a. Termes de référence de la mission de formulation d'un programme de lutte antiacridienne à court, moyen et long termes pour Madagascar

Sous la supervision du Chef du Service de la Protection des plantes et en étroite collaboration avec le Représentant FAO à Madagascar, le personnel FAO concerné ainsi qu'avec le Gouvernement malgache et toutes les parties prenantes, la mission aura à évaluer la situation acridienne sur l'ensemble des aires contaminées sur la base des rapports disponibles et d'une prospection de terrain afin de définir un plan d'action pour la période débutant en juin 1999 ainsi que les modalités de mise en place d'un système de veille acridienne.

La mission accordera une attention particulière au suivi et à l'évaluation de l'impact des opérations de lutte antiacridienne sur l'environnement en général et sur la biodiversité en particulier.

La mission, et tout particulièrement son chef, aura un rôle important à jouer dans le renforcement du dialogue entre l'administration malgache et toutes les parties prenantes ; les propositions pratiques et concrètes élaborées par la mission seront discutées au fur et à mesure afin d'aboutir à un consensus.

Pour mener à bien cette formulation, la mission s'appuiera sur :

- 1) les capacités nationales existantes et les contraintes qui participent à l'alerte précoce, la surveillance et la lutte antiacridienne à Madagascar (Criquet migrateur malgache et Criquet nomade) ;
- 2) les résultats des missions de consultation FAO réalisées depuis plus de deux ans à Madagascar ;
- 3) les conditions de création du Centre anti-acridien de Betioky, son évolution et son statut actuel ;
- 4) les conclusions des missions effectuées par d'autres organismes sur des sujets similaires et connexes ;
- 5) les activités en cours ou planifiées dans le cadre de la lutte antiacridienne.

La mission sera composée de cinq membres possédant l'expertise suivante.

- 1) Chef de mission ayant une grande expérience dans l'un au moins des domaines de compétence des trois autres membres et possédant une grande aptitude à la synthèse orale de sujets techniques et au dialogue avec des interlocuteurs aux perceptions et aux intérêts contrastés ;
- 2) Expert acridologue ayant une grande expérience dans la surveillance et les opérations de lutte contre les acridiens grégariques et, de préférence, une expérience de terrain à Madagascar ;
- 3) Ecologiste, spécialiste en biodiversité et ayant une bonne expérience dans le montage de programmes durables ainsi que dans la gestion des projets de terrain ;
- 4) Spécialiste en évaluation et suivi des impacts sur l'environnement de l'usage des pesticides, de préférence en lutte anti-acridienne ;
- 5) Logisticien ayant une expérience confirmée en lutte anti-acridienne, particulièrement dans le domaine aéronautique.

Les documents sur le sujet seront préparés par AGPP et mis à la disposition des membres de la mission avant le départ de celle-ci. Ces documents couvriront les aspects techniques et organisationnels de la lutte contre le Criquet migrateur malgache et le Criquet nomade. Des documents complémentaires seront mis à disposition par la Représentation FAO à Madagascar.

Les activités suivantes se succéderont au cours de la mission :

- 1) activités préparatoires au Siège de la FAO à Rome (...),
- 2) présentation de la mission aux autorités gouvernementales et aux parties prenantes,
- 3) évaluation *in situ* de la situation acridienne sur l'ensemble des zones contaminées avec les experts nationaux ;
- 4) consultation spécifique des personnes ressources nationales ou extranationales dans chacun des domaines de compétence des membres de la mission,
- 5) collecte et étude des documents en particulier concernant les approches économiques et environnementales,

- 6) établissement des scénarios les plus probables de l'évolution acridienne pour la période juin-décembre 1999,
- 7) séances de concertation auprès des différents intervenants,
- 8) organisation de réunions régulières de synthèse et de présentation de l'avancement des travaux ;
- 9) réunion de restitution des résultats de la mission à l'ensemble des parties prenantes.

Rédaction des documents

La mission préparera avec pragmatisme un plan d'action à court et moyen termes pour une période débutant en juin 1999 (lutte de saison sèche contre les essaims, préparation de la prochaine campagne antilarvaire et mise en place de celle-ci) et étudiera les modalités de son financement comme les probabilités de sa mise en oeuvre effective et efficace au vu des campagnes déjà réalisées depuis 1997 et des contraintes inhérentes à celles-ci.

La mission définira un système de veille acridienne pour le moyen et long termes, adapté aux deux espèces acridiennes en présence (Criquet migrateur malgache et Criquet nomade) et à la récente évolution de leurs habitats et identifiera les modalités pratiques et financières de sa mise en oeuvre comme de sa pérennisation.

La mission dressera un bilan croisé de l'évolution de la situation acridienne depuis 1996 avec les moyens mis en oeuvre, pour en déduire les enseignements indispensables à l'élaboration réfléchie et chiffrée des plans d'action à mettre successivement en oeuvre au cours des prochaines campagnes, à court terme (lutte contre les essaims durant l'hiver austral 1999 et lutte anti-larvaire lors de la prochaine saison des pluies) et à moyen et long termes (au-delà de mai 2000), en prenant en compte le projet de lutte préventive déjà élaboré par la BAD.

La mission s'attachera à s'assurer de la pertinence de la stratégie anti-acridienne au vu de la cartographie des zones sensibles et participera à l'élaboration des critères de définition et d'identification de telles zones. Elle établira le cadre général des études de suivi et d'évaluation régulières de l'impact des opérations de lutte anti-acridienne sur l'environnement en accordant une attention particulière aux zones traitées à plusieurs reprises au cours des années écoulées ; ces études, relevant du domaine de la recherche opérationnelle, concerneront également le respect des bonnes pratiques agricoles en matière de pulvérisation. La mission s'efforcera de faire inclure la collecte de données écotoxicologiques dans les protocoles établis en vue de l'homologation des produits (molécules et/ou formulations).

La mission devrait débuter au plus tard fin avril 1999.

La durée totale de la mission sera de 6 semaines au minimum pour le chef de mission et l'un des membres (inclus la finalisation des documents).

La durée de présence des différents membres est modulable mais leur présence simultanée devrait être de 3 semaines au moins.

Annexe 1b . Termes de référence du chef de mission

Sous la supervision technique du Service de la protection des plantes de la FAO (AGPP) et en étroite collaboration avec le Service des opérations de la FAO (TCOR), la Représentation FAO à Madagascar, le Comité national de lutte antiacridienne (CNLA), les différentes parties prenantes de la lutte anti-acridienne à Madagascar et les autres membres de la mission de formulation, le Consultant, Chef de mission, sera chargé de :

- présenter au Gouvernement et à l'ensemble des parties prenantes les objectifs de la mission de formulation et les résultats attendus ;
- participer, au moins *pro parte*, à l'évaluation de la situation acridienne réalisée par le Consultant-acridologue sur l'ensemble des zones contaminées par le Criquet migrateur malgache et par le Criquet nomade ;
- rencontrer individuellement les différents intervenants et planifier les entretiens que devront avoir chacun des consultants dans leur domaine de compétence spécifique avec les personnes ressources, nationales et extranationales, impliquées dans la lutte anti-acridienne ;
- coordonner l'ensemble des travaux et tâches des autres consultants et superviser la collecte et la synthèse de toutes les informations requises ;
- s'assurer, avec le Consultant-écologiste, de l'attention apportée au suivi et à l'évaluation de l'impact des opérations de lutte anti-acridienne sur l'environnement et la biodiversité, en particulier à travers l'établissement de critères précis et simples pour le suivi des opérations (contribution majeure du logisticien) et la définition de protocoles d'études et d'essais pour les moyen et long termes (contribution majeure de l'éco-toxicologue) ;
- superviser 1) l'élaboration des plans d'action à court et moyen termes pour une période débutant en juin 1999 y inclus les modalités de leurs financements comme les probabilités de leurs mises en oeuvre effectives et efficaces et 2) la définition d'un système de veille acridienne pour les moyen et long termes, adapté aux deux espèces acridiennes en présence (Criquet migrateur malgache et Criquet nomade) et à la récente évolution de leurs habitats et identifier les modalités pratiques et financières de sa mise en oeuvre comme de sa pérennisation ;
- organiser des séances de concertation avec les différents intervenants et, sur un pas de temps régulier, des réunions pour présenter l'avancement des travaux à l'ensemble des parties concernées ;
- s'assurer de la pertinence des plans proposés au regard de la bio-écologie des espèces en cause, des contraintes opérationnelles, du respect des bonnes pratiques agricoles en particulier et de l'environnement en général et des limitations budgétaires ;
- organiser une réunion de restitution des résultats de la mission ;
- finaliser les différents documents.

Les activités susmentionnées sont prévues pour une période débutant le 21 avril 1999.

Durée de la mission : 6 semaines à Madagascar (23 avril au 29 mai) et Rome (21-23 avril et 29 mai au 5 juin 1999).

Annexe 1c. Termes de référence de l'acridologue

Sous la supervision technique du Service de la protection des plantes de la FAO (AGPP) et en étroite collaboration avec le Service des opérations de la FAO (TCOR), la Représentation FAO à Madagascar, le Comité national de lutte antiacridienne (CNLA), les différentes parties prenantes de la lutte anti-acridienne à Madagascar et les autres membres de la mission de formulation, le consultant sera chargé de :

- évaluer la situation acridienne sur l'ensemble des zones contaminées par le Criquet migrateur malgache et par le Criquet nomade, à travers les documents et cartes disponibles et des prospections de terrain. Les moyens adéquats seront mis localement à sa disposition (location d'heures de vol hélicoptère et/ou véhicule) afin de réaliser ces prospections au cours desquelles il sera accompagné par des acridologues nationaux ;
- établir les scénarios probables de l'évolution de la situation acridienne à court et moyen terme (progression/régression de la contamination par les essaims durant l'hiver austral 1999, zones prioritaires pour la lutte anti-larvaire lors de la saison des pluies 1999/2000) ;
- sur la base de la situation acridienne actuelle et des prévisions/scénarios, établir les plans d'action de lutte pour les prochaines campagnes (lutte anti-essaims durant l'hiver austral et anti-larvaire durant la prochaine saison des pluies) en les assortissant de l'impact attendu sur l'évolution de l'invasion ;
- en totale concertation avec les autres consultants, corréler ces scénarios prévisionnels avec les ressources disponibles (humaines, matérielles et financières) en tenant compte de l'expérience acquise au cours des deux années précédentes, tant aux niveaux logistique que financier, opérationnel et de l'impact immédiat et à long terme sur l'environnement et la biodiversité ;
- en totale concertation avec les autres consultants, participer 1) à l'élaboration des plans d'action à court et moyen termes pour une période débutant en juin 1999 et étudier les modalités de leurs financements comme les probabilités de leurs mises en oeuvre effectives et efficaces et 2) à la définition d'un système de veille acridienne pour les moyen et long termes, adapté aux deux espèces acridiennes en présence (Criquet migrateur malgache et Criquet nomade) et à la récente évolution de leurs habitats et identifier les modalités pratiques et financières de sa mise en oeuvre comme de sa pérennisation ;
- participer à la finalisation du document final avec le Chef de mission.

Les activités susmentionnées sont prévues pour une période débutant le 26 avril 1999.

Durée de la mission : du 26 avril au 15 mai 1999 (Madagascar) puis du 31 mai au 4 juin 1999 (Rome – finalisation du rapport).

Annexe 1d. Termes de référence de l'écologiste

Sous la supervision technique du Service de la protection des plantes de la FAO (AGPP) et en étroite collaboration avec le Service des opérations de la FAO (TCOR), la Représentation FAO à Madagascar, le Comité national de lutte antiacridienne (CNLA), les différentes parties prenantes de la lutte anti-acridienne à Madagascar et les autres membres de la mission de formulation, le Consultant sera chargé de :

- collecter et analyser l'information disponible sur les aspects environnementaux de la lutte anti-acridienne à Madagascar (résultats des suivis des opérations réalisées par l'ONE ; résultats et conclusions des missions effectuées par la FAO et d'autres organismes) ;
- rencontrer les personnes ressources, nationales et extranationales, associées au suivi de l'impact écologique des opérations de lutte anti-acridienne ;
- visiter, avec le personnel national, certains des sites ayant déjà fait l'objet d'un suivi ainsi que des zones définies comme sensibles ;
- participer à l'élaboration des critères de définition et d'identification des zones sensibles ;
- en association avec le Chef de mission, collecter et analyser les documents relatifs aux aspects économiques de la lutte anti-acridienne ;
- en association avec le Consultant-écotoxicologue, élaborer les protocoles d'étude des suivis à long terme des traitements anti-acridiens ainsi que les modalités de collecte des données écotoxicologiques à inclure dans les protocoles d'essais établis en vue de l'homologation des produits (molécules et/ou formulations) ;
- en association avec le Consultant-logisticien, participer à l'établissement de critères précis et simples pour le suivi des opérations ;
- en totale concertation avec les autres consultants, corréler les scénarios prévisionnels d'évolution de la situation acridienne avec les ressources disponibles (humaines, matérielles et financières) en tenant compte de l'expérience acquise au cours des deux années précédentes, tant aux niveaux logistique que financier, opérationnel et de l'impact immédiat et à long terme sur l'environnement et la biodiversité ;
- en totale concertation avec les autres consultants, participer 1) à l'élaboration des plans d'action à court et moyen termes pour une période débutant en juin 1999 et étudier les modalités de leurs financements comme les probabilités de leurs mises en oeuvre effectives et efficaces et 2) à la définition d'un système de veille acridienne pour les moyen et long termes, adapté aux deux espèces acridiennes en présence (Criquet migrateur malgache et Criquet nomade) et à la récente évolution de leurs habitats et identifier les modalités pratiques et financières de sa mise en oeuvre comme de sa pérennisation ;
- s'assurer plus particulièrement de la pertinence des opérations de lutte inscrites dans les plans d'action à court, moyen et long termes avec la cartographie des zones sensibles de Madagascar ;
- s'assurer de la faisabilité économique des plans d'action proposés pour le court et le moyen termes et des moyens de pérennisation du système de veille acridienne défini ;
- participer à la finalisation des documents.

Les activités susmentionnées sont prévues pour une période débutant le ... mai 1999.

Durée de la mission : du 10 mai au 19 mai 1999.

Annexe 1e. Termes de référence de l'écotoxicologiste

Sous la supervision technique du Service de la protection des plantes de la FAO (AGPP) et en étroite collaboration avec le Service des opérations de la FAO (TCOR), la Représentation FAO à Madagascar, le Comité national de lutte antiacridienne (CNLA), les différentes parties prenantes de la lutte anti-acridienne à Madagascar et les autres membres de la mission de formulation, le Consultant sera chargé de :

- compléter le colligeage de documents réalisés par le Consultant-écologiste en approfondissant les aspects éco-toxicologiques (rapports ONE et NRI entre autres) ;
- en se référant aux conclusions et recommandations de la première mission FAO sur le sujet, faire le bilan des progrès effectués dans le domaine de l'éco-toxicologie associée aux opérations de lutte anti-acridienne ;
- rencontrer les personnes ressources, nationales et extranationales, dont les compétences en éco-toxicologie ont été, ou non, mobilisées pour le suivi des opérations de lutte anti-acridienne ; identifier les besoins en formation complémentaire ;
- en association avec le Consultant-écologiste et le Chef de mission, élaborer les protocoles d'étude des suivis à long terme des traitements anti-acridiens ainsi que les modalités de collecte des données écotoxicologiques à inclure dans les protocoles d'essais établis en vue de l'homologation des produits (molécules et/ou formulations) ; à partir des données cartographiques et géographiques disponibles, accorder une attention particulière aux zones ayant subi à plusieurs reprises des traitements anti-acridiens ;
- en concertation avec les autres consultants, étudier les modalités d'un suivi écotoxicologique dans le cadre d'opérations anti-acridiennes d'urgence ;
- en totale concertation avec les autres consultants, corréler les scénarios prévisionnels d'évolution de la situation acridienne avec les ressources disponibles (humaines, matérielles et financières) en tenant compte de l'expérience acquise au cours des deux années précédentes, tant aux niveaux logistique que financier, opérationnel et de l'impact immédiat et à long terme sur l'environnement et la biodiversité ;
- en totale concertation avec les autres consultants, 1) participer à l'élaboration des plans d'action à court et moyen termes pour une période débutant en juin 1999 et étudier les modalités de leurs financements comme les probabilités de leurs mises en oeuvre effectives et efficaces, et 2) participer à la définition d'un système de veille acridienne pour les moyen et long termes, adapté aux deux espèces acridiennes en présence (Criquet migrateur malgache et Criquet nomade) et à la récente évolution de leurs habitats et identifier les modalités pratiques et financières de sa mise en oeuvre comme de sa pérennisation ;
- participer à la finalisation des documents.

Les activités susmentionnées sont prévues pour une période débutant le 12 mai 1999.

Durée de la mission à Madagascar : du 12 mai au 29 mai 1999.

Une contribution ultérieure de quelques jours supplémentaires n'entraînant pas de nouveau déplacement sera peut-être nécessaire.

Annexe 1f. Termes de référence du logisticien

Sous la supervision technique du Service de la protection des plantes de la FAO (AGPP) et en étroite collaboration avec le Service des opérations de la FAO (TCOR), la Représentation FAO à Madagascar, le Comité national de lutte antiacridienne (CNLA), les différentes parties prenantes de la lutte anti-acridienne à Madagascar et les autres membres de la mission de formulation, le Consultant sera chargé de :

- collecter et analyser l'information disponible sur les aspects logistiques et opérationnels de la lutte anti-acridienne à Madagascar (données chiffrées et cartographiées du CNLA, résultats et conclusions des missions effectuées par la FAO, bilans d'exploitation des projets PLA et PLAAG) ;
- rencontrer les personnes ressources, nationales et extranationales, impliquées dans la gestion et l'utilisation des intrants de la lutte anti-acridienne ;
- en tenant compte des principales périodes de lutte et de leurs caractéristiques, et de l'expérience acquise durant plus de deux années de campagnes anti-acridiennes, établir des calendriers précis et commentés relatifs à l'approvisionnement, à la mise à disposition sur les sites de traitement et au renouvellement des différents intrants indispensables à la lutte anti-acridienne ;
- identifier les ressources matérielles disponibles à Madagascar dans le cadre de la lutte anti-acridienne et en particulier les différents matériels et les moyens d'épandage utilisés, colliger les descriptifs et les éventuels cahiers des charges et les standardiser ;
- en association avec le Consultant-acridologue, évaluer les ressources humaines et identifier les modalités de formation/recyclage et promotion du personnel ;
- identifier les contraintes opérationnelles et proposer des solutions concrètes pour les minimiser ;
- en association avec le Consultant-écologiste et le Consultant-acridologue, participer à l'établissement de critères précis et simples pour le suivi régulier des opérations en cours (conformité des équipements aux cahiers des charges ; qualité de la pulvérisation ; respect, suivi et enregistrement des paramètres techniques d'épandage ; suivi et enregistrement des données géographiques ; évaluation des traitements ; bon usage des produits ; devenir des contenants...) ;
- en totale concertation avec les autres consultants, corréliser les scénarios prévisionnels d'évolution de la situation acridienne avec les ressources disponibles (humaines, matérielles et financières) en tenant compte de l'expérience acquise au cours des deux années précédentes, tant aux niveaux logistique que financier, opérationnel et de l'impact immédiat et à long terme sur l'environnement et la biodiversité ;
- en totale concertation avec les autres consultants, 1) participer à l'élaboration des plans d'action à court et moyen termes pour une période débutant en juin 1999 et étudier les modalités de leurs financements comme les probabilités de leurs mises en oeuvre effectives et efficaces, et 2) participer à la définition d'un système de veille acridienne pour les moyen et long termes, adapté aux deux espèces acridiennes en présence (Criquet migrateur malgache et Criquet nomade) et à la récente évolution de leurs habitats et identifier les modalités pratiques et financières de sa mise en oeuvre comme de sa pérennisation ;
- s'assurer plus particulièrement du pragmatisme et de la faisabilité opérationnelle des plans d'action au regard de certaines contraintes incontournables ;
- participer à la finalisation des documents.

Les activités susmentionnées sont prévues pour une période débutant le 9 mai 1999.

Durée de la mission : du 10 mai au 21 mai 1999.

Annexe 2. Développement et perfectionnement d'outils de surveillance, de lutte et d'étude des impacts environnementaux

Annexe 2a. Réalisation d'un outil d'aide à la décision pour le suivi de la situation acridienne et l'alerte précoce

Objectif :

Elaborer un outil (SIG) permettant d'intégrer l'ensemble des données concernant le Criquet migrateur et ses habitats. En particulier intégration des données météorologiques et acridiennes disponibles et accessibles, sur un pas de temps décadaire, afin de faciliter le diagnostic de la situation acridienne en temps réel dans l'aire grégarigène du criquet migrateur (modèle de suivi et prévisionnel). Cette étude serait couplée avec les travaux concernant l'utilisation de la télédétection et le renforcement du réseau pluviométrique.

Les travaux suivants doivent être envisagés :

A. Bilan des informations de la section d'avertissement acridien depuis 1974

Analyse des archives de la section d'avertissement acridien, depuis sa création en 1974 et bilan des informations accumulées.

B. Création d'une base de données sur l'environnement acridien en 1973

Procéder à la reconfiguration des données mésologiques et planimétriques de l'environnement du Criquet migrateur à Madagascar. Ces données ont été acquises dans le cadre du projet PNUD/FAO ayant permis, en 1973, de mettre au point un premier système d'avertissement et de lutte préventive. Ces données seront transférées sous forme de bases de données informatiques exploitables par un SIG.

- bilan bibliographique,
- bilan cartographique et de l'imagerie satellitaire,
- constitution d'une base de données géoréférencées représentant la situation de l'environnement de l'aire grégarigène du Criquet migrateur en 1973.

C. Nouvel inventaire des biotopes acridiens de l'aire grégarigène du Criquet migrateur

Il conviendra d'effectuer un nouvel inventaire qualitatif et quantitatif des biotopes acridiens de l'aire grégarigène du Criquet migrateur malgache (entre Mangoky et Mandrare sur 60 000 km²) pour tenir compte des modifications survenues au cours des 25 dernières années. Ces informations seront structurées sous forme de base de données exploitables par le SIG.

Ce bilan de situation comportera :

- mise à jour bibliographique concernant le problème acridien à Madagascar,
- bilan actuel des ressources cartographiques et de l'imagerie satellitaire,
- inventaires mésologiques (prospections terrestres et aériennes) pour l'actualisation de la description des biotopes acridiens de l'aire grégarigène du Criquet migrateur malgache,
- cartographie et constitution d'une seconde couche d'information pour la base de données géoréférencées (situation actuelle).

D. Bilan comparatif « situation 1973 / situation actuelle »

On dressera un bilan comparatif des surfaces relatives et absolues des principaux types de biotopes de l'aire grégarigène du Criquet migrateur malgache, entre 1973 et l'année de réalisation des présents travaux.

Cette synthèse comparative permettra :

- l'évaluation des modifications structurelles de l'aire grégarigène du Criquet migrateur,
- l'évaluation des conséquences acridiennes et antiacridiennes de ces transformations,

- l'établissement de recommandations pratiques pour la surveillance, l'avertissement, la lutte et la modélisation de la dynamique des populations du Criquet migrateur malgache.

E. Actualisation du modèle Criquet migrateur malgache et création d'un outil d'aide à la décision

On actualisera le modèle mis au point dans les années 70 qui permettait d'intégrer des données météorologiques et acridiennes sur un pas de temps mensuel, d'en déduire la localisation des principales zones à risque et d'effectuer des pronostics sur l'évolution de la situation (alerte précoce). Il conviendra de reprendre et perfectionner ce modèle, de le faire travailler si possible sur un pas de temps décadaire et de l'intégrer dans le SIG Criquet migrateur afin d'en faire un véritable outil d'aide à la décision pouvant faciliter le diagnostic de la situation acridienne en temps réel dans l'aire grégarigène.

F. Optimisation de la stratégie d'intervention du service antiacridien

On dégagera des analyses et travaux précédents les éléments permettant d'actualiser et d'optimiser la stratégie d'intervention du service antiacridien en matière de surveillance, d'avertissement et de lutte.

G. Rodage des nouvelles structures de surveillance et de lutte préventive

L'actualisation des connaissances biologiques et écologiques permettra d'optimiser la structure du réseau de surveillance acridienne (nombre et localisation des stations et des postes pluviométriques). On appuiera à la mise en place du nouveau réseau de surveillance. Il faudra ensuite roder la nouvelle structure en conditions opérationnelles durant au moins deux campagnes antiacridiennes.

Cette proposition est reprise d'un document de projet présenté par le CIRAD.

Estimation provisoire du coût :

TOTAL	3 ans	800.000 \$ E.-U.
--------------	--------------	-------------------------

Annexe 2b. Facteurs de grégarisation du Criquet nomade à Madagascar et prise en compte de cette espèce dans le système d'alerte précoce

Objectifs :

Permettre d'intégration le Criquet nomade dans le système d'alerte précoce. Pour cela :

- Compléter les connaissances disponibles sur la biologie du Criquet nomade, *Nomadacris septemfasciata* (Serville, 1838), à Madagascar, afin de dégager les facteurs écologiques discriminants qui régissent la dynamique des populations de ce locuste à Madagascar.

- Etudier les facteurs de pullulation et de grégarisation du Criquet nomade et son rôle dans le renforcement du processus de grégarisation du Criquet migrateur.

Les données pertinentes pour le suivi de la situation acridienne et la prévision seront intégrées dans le SIG Criquet migrateur (voir point précédent).

Nature des travaux à entreprendre :

A. Effectuer un **bilan des connaissances** disponibles par une compilation bibliographique des travaux précédemment réalisés à Madagascar. Par ailleurs une exploitation des archives acridiennes de Betioky-Sud où se trouvent des signalisations de ce criquet réalisées par le Service antiacridien devraient permettre d'élaborer une première carte de fréquence spatio-temporelles des pullulations (intégrée au SIG acridien).

B. Etablir la **chorologie de l'acridien** qui reste très mal connue à Madagascar. En particulier les biotopes refuges de saison sèche qui abritent les populations imaginales diapausantes demeurent "mystérieuses". Cette étude peut se faire au travers d'une enquête auprès des populations rurales qui savent très bien reconnaître ce Criquet rouge ("Valala mena").

C. Définir le **tempérament écologique** de l'espèce en précisant ses exigences et ses tolérances vis-à-vis des facteurs du milieu. Ce thème est nécessaire pour établir quels sont les différents types de milieux susceptibles d'abriter le Criquet nomade et en déduire les schémas de déplacements saisonniers. Outre des observations et des expérimentations à mettre en oeuvre dans la nature comme en insectarium, on mettra à profit la très nombreuse documentation existant à l'IRLCO (International Red Locust Control Organization) en Afrique Centrale.

D. Etudier le **polymorphisme phasaire** en cernant les seuils densitaires de grégarisation selon le contexte environnemental à Madagascar. Décrire les modifications liées à la phase (identité phasaire du taxon) pour pouvoir interpréter sur le terrain le degré et le sens de la grégarité des populations rencontrées.

E. Etudier les **facteurs de grégarisation** en considérant l'impact des conditions statiques et dynamiques de l'environnement sur le Criquet nomade. Dégager les conséquences des actions anthropiques dans le sud ouest malgache sur la dynamique de cet acridien. Evaluer l'importance de la synergie avec le Criquet migrateur dans le processus de grégarisation

Cette étude pourrait être réalisée sur une période de 3 ans et les travaux se dérouleront sur le terrain et en insectarium. Des observations se feront au cours de prospections extensives en couplage avec le réseau de surveillance du Criquet migrateur ; ceci permettra de suivre la dynamique des populations du Criquet nomade sans entraîner de coût supplémentaire. Des observations intensives se feront à Betioky, au coeur de l'aire grégarigène du *Locusta* et où des populations de *Nomadacris* arrivent en saison des pluies. Une réhabilitation de l'insectarium de Betioky est nécessaire pour pouvoir entreprendre des expérimentations en conditions semi-contrôlées. En saison sèche, quand la plupart des stations du sud sont désertées par les acridiens, une base d'observation sur les Hauts Plateaux pourrait être établie.

Cette proposition est reprise d'un document de projet présenté par le CIRAD.

Estimation provisoire du coût :

TOTAL	3 ans	150 000 \$ E.-U.
--------------	--------------	-------------------------

Annexe 2c. Amélioration de la connaissance statique de l'environnement acridien

Proposition I. Augmenter l'accès aux informations numériques et cartographiques

En ce qui concerne le problème de mise à disposition ou d'accès aux informations existantes en différents lieux et sources, une solution pourrait être trouvée par le biais du Système d'Information Environnementale (SIE), mis en route par une série de partenaires, dont l'ONE. Le SIE doit produire, entre autres, des informations sur l'état de l'environnement avec une bonne autonomie opérationnelle. Une base de données cartographiques sur l'environnement est, aussi, en train d'être structurée avec l'appui de l'USAID. Cette proposition pourrait faire l'objet d'un projet pilote d'urgence au sein du SIE ou d'une concertation entre les responsables des différents systèmes d'information géographiques mis en place actuellement à Madagascar ou encore d'un appel d'offre pour une exécution sous contrat.

Dans le court terme, il est envisageable d'accélérer et de renforcer la mise en oeuvre du SIE autour d'un système d'information géographique – SIG, tourné vers les problèmes acridiens et basé sur trois axes :

- 1 - La constitution et la diffusion d'une métabase de données cartographiques disponibles dans différentes institutions (ANAE, ANGAP, DGEF, CPF, FTM, CFSIGE, CNLA, DPV, PLAAG, PACT...), intéressant directement les situations acridiennes ;
- 2 - La définition concertée, entre les divers partenaires, d'un nombre limité de plans d'information thématiques, jugés fondamentaux pour appuyer le système de veille et lutte antiacridiennes, ainsi que les études environne-mentales. Cela suppose de proposer et de structurer un SIG en fonction de la demande des utilisateurs (*client based*) et non sur l'exclusive vision ou les souhaits de ceux qui en ont la responsabilité ; cette question représente le grand écueil de toute organisation et structuration d'un SIG : il faut qu'il puisse répondre aux questions des utilisateurs et des destinataires finaux. Dans ce cas précis, appuyer, dans le court terme, la lutte et la prévention anti-acridiennes sur la base d'une connaissance accrue de l'environnement.
- 3 - L'acquisition d'outils permettant la mise à disposition gratuite et libre des plans d'information sur l'internet (web et/ou FTP) et sur format papier, moyennant la couverture des coûts de production. Il faut que les informations soient véritablement disponibles en format digital facilement reproductible et/ou sur internet. L'idéal serait qu'une partie du SIG puisse être mobilisée et utilisée en réseau et par internet. Les logiciels *ad hoc* sont disponibles et très faciles d'utilisation pour des opérateurs non familiarisés avec les SIGs.

Le cas des situations acridiennes présente l'opportunité de pouvoir être traité comme un projet pilote par les responsables des institutions engagées dans le SIE, en rapport avec le CNLA, la DPV, y compris le Centre Antiacridien de Betioky (CAB), dont la réhabilitation semble acquise. Ce travail pourrait être appuyé, éventuellement, par une mission de consultation de courte durée de la FAO en vue de fédérer les différents potentiels pré-existants (données, logiciels, équipements) et aider dans le choix des outils ; il ne s'agit pas d'une tâche énorme. Si cela s'avère impossible à court terme, le mieux et le plus pratique serait la définition des termes de référence pour engager la structuration de ce SGI, de ses interfaces d'accès et de mise à disposition, sur la base d'un appel d'offre, à court terme.

Proposition II. Actualiser les informations sur l'usage des terres

Certains plans d'information et cartes existants ont besoin d'une actualisation ou d'une mise à jour (Taosarintany, 1998). Certaines actualisations sont en cours mais pas à la vitesse nécessaire pour une utilisation immédiate en lutte anti-acridienne. Le cas prioritaire est la situation actuelle de l'usage et de l'occupation des terres ou encore la cartographie de la nature et de l'état actuel de la végétation, surtout dans l'aire grégarigène.

Au cours des vingt dernières années, de profondes modifications sont intervenues dans la structure du tapis végétal sur l'ensemble du territoire malgache (Green & Sussman, 1990 ; Duranton, 1997) et en particulier dans les régions naturelles de l'aire de densation. Elles ont d'importantes répercussions sur la probabilité de résurgence des fléaux acridiens (Duranton, 1998) mais la connaissance actualisée et dynamique de cette situation n'est pas disponible.

L'objectif prioritaire serait la production d'une cartographie sur la nature et l'état actuel de la végétation, dans le court terme, sur la base d'images satellitaires. La première étape serait consacrée à l'aire grégarigène, à l'échelle du 1:200.000, valorisant les informations disponibles (PACT, DGEF, FTM, DPV, Université d'Antananarivo...),

en particulier les documents produits par l'Inventaire Ecologique Forestier National, comme les Cartes de Végétation. Dix cartes sont nécessaires pour couvrir cette zone.

Cette cartographie devrait être basée sur l'utilisation des meilleurs outils de la télédétection spatiale à partir du traitement et de l'interprétation d'images du satellite LANDSAT sur deux périodes (entre 1980 et 1999 – dates à définir et confirmer), éventuellement complétées par des images SPOT. Les principaux processus qui touchent l'environnement devraient être indiqués au niveau cartographique ; pour cela, un rapprochement devrait être fait avec les études en cours au FTM sur la déforestation, et aussi au PACT, avec l'appui de la USAID, sur la dégradation de l'environnement.

Plusieurs algorithmes sont disponibles dans le domaine de la phyto-écologie et pourraient être appliqués; certains ont été développés à Madagascar au CFSIGE et au FTM, auteur de spatio-cartes au 1:100.000 sur la région de Ivohibe. Des missions de terrain et des prospections aériennes devraient valider les résultats et compléter le travail, dans cette phase plus urgente.

Une première version de ce plan d'information cartographique peut être réalisée en six mois. Tous les résultats disponibles et obtenus devraient être disponibles sur l'internet avec un accès FTP ou www, éventuellement sur le site de plusieurs institutions malgaches. Ce travail pourrait être appuyé par une mission de consultation de courte durée de la FAO, en vue de fédérer les différents potentiels pré-existants et aider dans le choix des outils et des méthodes.

Si cela s'avère impossible à court terme, le mieux et le plus pratique serait la définition de termes de référence pour engager la réalisation de ces cartes sur la base d'un appel d'offre national ou international. Les résultats obtenus serviraient à élaborer une proposition raisonnable de l'extension de ce travail vers d'autres régions de Madagascar.

Proposition III. Perfectionner la cartographie des zones sensibles

Madagascar a réalisé, avec l'appui de l'USAID, une série d'études en vue d'élaborer, pour l'ensemble des systèmes écologiques du pays, une définition et, dans la mesure du possible, une délimitation des zones à environnement sensible ayant une valeur écologique, scientifique, socio-économique ou culturelle spéciale ou unique.

Une première ébauche cartographique a été réalisée et a servi de base pour la délimitation des zones tampons (distances de sécurité pour les traitements aériens). Ces informations composaient un *check list* ou un guide pratique sur les questions environnementales fourni par l'ONE au CNLA. Entre autres, ce guide établissait que les épandages aériens devaient respecter une distance tampon d'au moins 500 m autour des zones de conservation figurant dans la carte des aires protégées fournies par l'ONE. Toutefois, les campagnes de terrain et les informations disponibles indiquent le besoin d'un perfectionnement de cette cartographie des zones sensibles (plus de précision dans la délimitation, intégration de nouvelles aires...).

La carte sur la nature et l'état actuel de la végétation, proposée dans l'étape précédente, devrait être croisée avec la cartographie des zones sensibles, dont l'analyse des résultats se ferait avec la mobilisation d'autres données complémentaires. Les zones sensibles ont fait l'objet de définition, études et lignes directrices (KEPEM & ONE, 1996). Mais Madagascar a connu et connaît des changements très importants au niveau de l'usage et de l'occupation des terres (Green, 1996). Il est probable qu'aujourd'hui certaines zones protégées correspondent très exactement à des écosystèmes devant être protégés, ce qui demande une gestion différenciée au niveau de la veille et de la lutte antiacridiennes.

Il est possible aussi que certains territoires cartographiés comme sensibles ne représentent plus des écosystèmes d'intérêt (dû à une intense déforestation et à une mise en valeur agricole généralisée, par exemple) ou que le contraire se présente, c'est-à-dire qu'une zone d'intérêt écologique n'a pas été intégrée dans les aires cartographiées comme sensibles et demeure ainsi sans protection légale. La délimitation et la gestion de ces zones requièrent un perfectionnement permanent. Il faut souligner aussi que les limites d'une partie de ces zones pourraient être ajustées, soit par réduction, soit par extension, après une concertation et un accord avec tous les responsables. Du point de vue spatial ou territorial, un système de zones sensibles ne peut être sous- ou sur-estimé.

La caractérisation écologique, socio-économique et anthropologique de ces zones et de leur contexte, même sommaire, devrait permettre d'améliorer –dès le mois de décembre– les systèmes de veille et de lutte antiacridiennes, avec une augmentation de son efficacité et une réduction des impacts sur l'environnement. Un séminaire multidisciplinaire, bien ciblé, avec la participation des responsables des institutions liées à l'agriculture et à l'environnement, en particulier les AGEX et l'Université d'Antananarive, pourrait aider à

valider la finalisation de cette synthèse d'informations. Tous les résultats obtenus devraient être disponibles sur internet avec un accès FTP ou www, sur le site de plusieurs institutions malgaches. Enfin, les résultats obtenus serviraient à élaborer une proposition raisonnable de l'extension de ce travail vers d'autres régions de la République Malgache.

Proposition IV. Perfectionner le suivi des processus et indicateurs écologiques

La confrontation des résultats de l'interprétation des images satellitaires entre deux périodes (de cinq ou dix ans, par exemple), pouvant être affinée dans un deuxième temps, va mettre en valeur une série de processus importants pour le suivi écologique de l'aire (déforestation, baisse du recouvrement et de la productivité végétale, changements dans les surfaces cultivées, régression de certains habitats faunistiques, urbanisation...). Ces processus seront détectés, identifiés, caractérisés, quantifiés et cartographiés. On dépassera le stade de la perception pour atteindre une vue plus actuelle et circonscrite des problèmes dans l'aire gregarigène.

Une analyse de l'adéquation de l'usage actuel des terres pourrait être réalisée à partir de ces résultats, en tenant compte des connaissances disponibles sur l'évolution des habitats acridiens et des résultats de la campagne de lutte d'urgence. La caractérisation de l'état actuel de la végétation, complétée par d'autres renseignements disponibles sur des aspects écologiques, socio-économiques et anthropologiques de ces zones et de leur contexte, même sommaires, doit permettre de mieux valoriser la portée réelle des sites de suivi écologique établis par l'ONE (Sussman et al. 1996), surtout en termes d'interprétation des résultats, et aussi sur la stratégie d'échantillonnage appliquée dans les études écologiques.

Eventuellement, l'ONE sera amené à décider de compléter le réseau actuel de suivi avec d'autres points d'appui, stratégiquement distribués dans la région, en vue d'une acquisition complémentaire d'informations environnementales. Des recommandations pour les systèmes de veille et de lutte antiacridiennes, avec une augmentation de son efficacité et une réduction des impacts négatifs sur l'environnement, pourraient être proposées dans le cadre d'une typologie des aires les plus critiques ou sensibles, progressivement étendue à l'ensemble de Madagascar.

Cette analyse spatiale des processus écologiques au niveau des grandes unités de paysage devrait tenir compte aussi, et de façon optimale, des résultats des suivis d'impact actuellement menés par des équipes de l'ONE : suivi des impacts écologiques et écotoxicologie ; suivi des impacts sur la santé humaine et, également, suivi des techniques d'épandage. Pour cela, il faudra géocoder, dans la mesure du possible, les résultats les plus significatifs de ces suivis. Un séminaire multidisciplinaire, bien ciblé, avec la participation des responsables des institutions liées à l'agriculture et à l'environnement, en particulier les AGEX, l'Université d'Antananarive, le NRI..., pourrait aider à valider la finalisation de cette synthèse d'informations et d'identification hiérarchisée des problèmes environnementaux dans l'espace. Les résultats obtenus serviraient à élaborer une proposition raisonnable de l'extension de ce travail vers d'autres régions de Madagascar où des suivis écologiques et de santé humaine sont en cours.

L'ensemble de ce travail, essentiellement documentaire et sur une base bibliographique, est tributaire de la réalisation des autres propositions présentées antérieurement. Il peut être accompli en une trentaine de jours et pourrait, éventuellement, être appuyé par des consultants nationaux ou étrangers. En plus des versions papier, tous les résultats devraient être disponibles et d'accès gratuit par FTP ou www, non seulement sur un site mais sur plusieurs sites des institutions malgaches.

Proposition V. Réaliser la cartographie et le zonage des habitats acridiens

La cartographie des habitats acridiens est un élément fondamental pour la compréhension des conséquences de l'extension de l'agriculture dans les zones de pullulation des criquets. Cette cartographie peut constituer un document de base pour l'organisation des opérations de surveillance et de contrôle des populations acridiennes et contribuer à un perfectionnement constant des stratégies de lutte. Enfin, la cartographie des habitats acridiens contribue aussi à une meilleure compréhension des rapports complexes existant entre la dynamique de l'usage des terres et les invasions acridiennes à Madagascar.

L'intégration, dans un SIG, des plans d'information cartographiques concernant le milieu physique et la cartographie de la végétation devrait permettre d'élaborer une première carte des habitats plus au moins favorables aux acridiens. Les connaissances sur la biologie et l'écologie des espèces acridiennes sont suffisantes pour aider dans cette première définition, délimitation et qualification des habitats acridiens. Il s'agit d'avoir une

première vue statique des habitats qui devra servir de base pour un futur suivi dynamique, à l'exemple de ce qui se fait au Sahel en Afrique Occidentale, au Brésil en Amérique du Sud (Miranda *et al.*, 1996) et ailleurs, par la DPV.

Des expériences et des exemples de cartographie des biotopes acridiens ont déjà été réalisés à Madagascar, surtout récemment avec l'appui de la GTZ. Les méthodologies qui valorisent l'usage des SIG et de la télédétection dans ce domaine sont connues (Miranda *et al.*, 1996).

L'évolution de l'usage des terres dans l'aire grégarigène a augmenté la surface des habitats favorables aux criquets. Même les possibles distinctions d'habitats entre les espèces en présence (Criquet migrateur malgache et Criquet nomade) ont évolué vers des situations fortement imbriquées, sujet dans lequel le Centre Antiacridien de Betioky (CAB) sera fortement impliqué.

Cette première approche cartographique des habitats acridiens peut déboucher sur un zonage de la problématique acridienne, avec une hiérarchie spatiale et temporelle des habitats, des indications sur leurs tendances évolutives (régression, expansion, transgression...). Ce zonage est appelé à un perfectionnement mais, distribué au niveau des zones d'intervention, peut déjà représenter un instrument fondamental pour donner une plus grande rationalité et efficacité aux systèmes de veille et lutte antiacridiennes dans l'aire gregarigène, à l'exemple de ce qui est déjà fait, de façon opérationnelle, dans d'autres pays africains et en Amérique latine. L'évaluation des risques pourrait être perfectionnée, ainsi que les réseaux de détection précoce du fléau mis en oeuvre par la DPV.

Dans ce cas aussi, l'ensemble du travail serait essentiellement documentaire et sur base bibliographique, même si quelques missions de terrain peuvent aider à valider cette première version cartographique. Il reste tributaire de la réalisation des autres propositions présentées antérieurement. Il peut être accompli en une trentaine de jours et pourrait, éventuellement, être appuyé par des consultants nationaux ou étrangers. L'expérience et les résultats méthodologiques devraient permettre l'extension de cette cartographie à l'ensemble du pays. Les résultats cartographiques devraient être mis à disposition par un accès gratuit sur FTP ou www et aussi sur format papier.

SYNTHESE DES PROPOSITIONS “NIVEAU STATIQUE”

Propositions	Durée	Coût en \$ U.-S.
SIG au SIE	8 mois	20 000 à 40 000
Cartes de végétation	6 mois	400 000
Zones sensibles	1 mois	20 000 à 40 000
Indicateurs écologiques	1 mois	10 000 à 20 000
Cartes des habitats acridiens	1 mois	20 000 à 40 000
TOTAL	6 – 8 mois	480 000

NB. Ces propositions pourraient être conduites par le centre brésilien de télédétection (Embrapa-NMA) en collaboration avec le CIRAD et en complément des propositions de cet organisme pour la réhabilitation du système de lutte préventive. Les deux propositions sont en fait complémentaires.

Annexe 2d. Amélioration de la connaissance dynamique de l'environnement acridien en temps réel

Proposition VI. Implanter un suivi dynamique des habitats acridiens

A partir de la cartographie statique des milieux (végétation et habitats, par exemple), il est possible d'organiser un suivi temporel des habitats acridiens. Le suivi décadaire de la végétation photo-synthétiquement active ou de l'activité photo-synthétique peut être réalisé à l'aide des Indices Normalisés de Végétation (NDVI) à partir de données journalières des satellites NOAA/AVHRR 12, 14 et 15. Ce type de suivi est opérationnel dans beaucoup de pays dans le cadre de la surveillance anti-acridienne, en particulier au Sahel.

La résolution spatiale ou des pixels des images NOAA/AVHRR est d'environ 1,1 x 1,1 km et la résolution temporelle virtuelle est de l'ordre de trois images NOAA pendant la journée. Les images sont gratuites dans la mesure où l'on possède une antenne de réception. La Météorologie Nationale de Madagascar possède déjà un système de réception d'images NOAA, opérationnel depuis plusieurs années et mobilisé sur une campagne d'acquisition de données météorologiques pour l'Océan Indien. Il faudrait vérifier l'intérêt et la disponibilité de ce système pour un usage continu et opérationnel en lutte antiacridienne, mais l'idéal serait qu'un système d'acquisition et de traitement des images NOAA soit installé au niveau de la DPV.

Les images devront être traitées avec des logiciels appropriés mais qui, en principe, ne présentent pas de difficultés majeures d'utilisation, bien au contraire. Une quinzaine de jours peut suffire pour former une équipe dans la réception, le stockage, le traitement et la diffusion des données en question, avec les logiciels adéquats.

L'existence d'un système NOAA/AVHRR opérationnel de cette nature va permettre aussi un suivi journalier des feux de brousse, à partir de données journalières (et pas seulement diurnes) où la résolution temporelle virtuelle est de l'ordre de six images par jour. Un système analogue est opérationnel au Brésil depuis 1990 et toutes les données cartographiques et numériques sont disponibles sur internet (www.nma.embrapa.br).

Dans ce sens, il faut prévoir une mise à disposition des résultats et des cartes obtenues sur internet (FTP et www), ainsi que leur distribution régulière sous forme papier, par la DPV, le SIE ou les services de télédétection du FTM ou CFSIGE, auprès des différents responsables au sein du système de veille et lutte acridiennes. Ces cartes décadaires ou bimensuelles de l'activité photosynthétique vont permettre d'améliorer le suivi des habitats, les prospections de terrain, l'évaluation des risques acridiens, l'élaboration de pronostics... Il est probable que l'intérêt de ces informations soit plus important au Sud de Madagascar (où la période sèche est prononcée) qu'au Nord, mais le potentiel de ces informations reste à exploiter.

Il s'agit d'un système de suivi dynamique des principaux habitats acridiens qui peut être mis en opération à court terme. Sur le marché, il existe plusieurs systèmes et modèles d'antenne de réception disponibles, à des prix assez raisonnables, soit sur UNIX soit sur DOS. Un minimum d'équipements de traitement et d'édition des données devrait compléter ce système. Il est important que ce système de production d'information sur la base de données NOAA soit intégré, intégrable et exploitable avec d'autres données environnementales disponibles au SIE, à la DPV... La formation du personnel à l'utilisation de ce système NOAA peut être réalisée en un mois.

Proposition VII. Implanter un suivi dynamique de l'environnement

Il est urgent d'établir d'un réseau de postes automatiques et autonomes d'acquisition de données sur les précipitations, la direction et l'intensité des vents et les températures, sur l'ensemble du pays, avec une priorité dans l'aire grégarigène. L'absence actuelle de ce type de suivi représente un des aspects les plus critiques de la connaissance de l'environnement. Sans ce type d'information, les systèmes de veille et de lutte anti-acridiennes butent très rapidement sur des limites infranchissables d'efficacité. Sans l'existence de cartes journalières (parfois horaires) des vents et des pluies, il est impossible d'établir des déductions précises concernant les déplacements des essaims, les conditions d'opération sur le terrain, la dérive probable des traitements chimiques...

Ce réseau d'acquisition de données climatiques de base doit être dissocié *a priori* de toute préoccupation traditionnelle de la météorologie et être bâti et tourné vers l'appui à la veille et à la lutte antiacridiennes. Une interface avec la météorologie doit évidemment exister, mais l'opération et l'utilisation prioritaires du système

doit être déterminée par la problématique acridienne. Il doit être étudié comme une intégration de systèmes d'informations multilocales et multivariables - un peu à l'exemple de ce qui a été accompli dans le cadre du PLAAG - en vue de fonctionner avec plusieurs mesures par jour, dont la fréquence et l'accès puissent être déterminées de forme simple, en fonction des mois de l'année, des opérations en cours ou des préoccupations de la DPV. Il doit être basé sur une communication automatique des données acquises (par radio/modem et/ou satellitaire) vers le CAB à Betioky, à la DPV (Antananarive) ou ailleurs, dont le réseau spatial doit faire l'objet d'une étude (topographie appuyée sur des modèles numériques de terrain, localisation des villes et points d'appui, zones prioritaires...). La mise à disposition des résultats sur des bases de données simples (numériques et cartographiques) doit permettre l'accès par internet et l'édition de bulletins passibles. La distribution des informations commentées, par internet et sous forme papier/télécopie serait assurée deux fois par jour par la DPV, le SIE, le CAB... auprès des différents responsables du système de veille et lutte acridiennes.

Il y a dix ans, ce type d'acquisition, de stockage et de distribution de données climatiques était cher et très complexe. Les cinq dernières années ont connu un développement sans précédent de nouveaux équipements d'acquisition de données climatiques. Ces nouveaux instruments sont entièrement informatisés, robustes, miniaturisés, consomment très peu d'énergie et sont capables d'opérer de façon très autonome (cellules photo-électriques et batteries). Le coût de ces mini-stations automatiques a beaucoup diminué et ne cesse de décroître, à tel point que l'on assiste à une privatisation des acquisitions de données météorologiques locales dans beaucoup de pays. Dans certains cas, le réseau privé arrive à dépasser en nombre - et parfois même en qualité - le réseau officiel. Un réseau de 40 à 50 stations devrait suffire, dans un premier temps, pour fournir les informations nécessaires au système de veille et lutte antiacridiennes sur l'ensemble de Madagascar. La mise en place de ce système doit faire l'objet d'un appel d'offre international, dont les termes de référence peuvent être aisément élaborés, à très court terme.

SYNTHESE DES PROPOSITIONS "NIVEAU DYNAMIQUE"

Propositions	Durée	Coût en \$ U.-S.
Suivi de la végétation	1 mois	120 000
Suivi climatique	2 - 3 mois	250 000
TOTAL	2 - 3 mois	370 000

NB. Là aussi, cette propositions pourraient être conduite par le centre brésilien de télédétection (Embrapa-NMA) en collaboration avec le CIRAD et en complément des propositions de cet organisme pour la réhabilitation du système de lutte préventive.

Annexe 2e. Mise au point de procédures opérationnelles pour le suivi des impacts sur l'environnement

Proposition VIII : Protocoles Environnementaux et Procédures Opérationnelles

L'élaboration de protocoles environnementaux vise à appuyer tous les aspects opérationnels, un peu dans l'esprit du *check list* proposé par l'ONE dans le cadre de la lutte d'urgence, en vue d'une réduction des impacts environnementaux. Parmi les principales opérations où des protocoles environnementaux peuvent être considérés, se trouvent, entre autres:

- Toutes les techniques et procédures en vue d'améliorer la détection et le signalement des populations acridiennes (traiter la cible, minimiser les aires traitées, accroître l'efficacité des actions...);
- Toutes les méthodes de prospection, délimitation et caractérisation des aires infestées. Il suffit de rappeler que l'information correcte peut amener à identifier des bandes larvaires à traiter prioritairement en traitement en barrières (1 litre de produit pour 10 ha) et éviter un traitement ultérieur d'ailés (½ à 1 litre de produit par hectare). Pour cela, la DPV est en train de mettre en ordre toutes les données et variables requises pour appuyer la planification et l'intervention (fiches de prospection, GPS, cartes...);
- Des techniques pour intégrer l'environnement dans la planification des interventions (dates, horaires, existence de villages, de points d'eau, proximité de zones sensibles, type et densité de la végétation dominante, type d'habitat, intervention aérienne ou terrestre, couverture totale ou en barrières, choix des produits, contrôle de la dimension de l'interpasse, stade des bandes larvaires, plan de vol...);
- L'ensemble des méthodes et techniques de l'intervention proprement dite (usage des GPS, précision des positionnements, calibrage et réglage correct des débits, contrôle des conditions météorologiques comme la température et la vitesse du vent, contrôle de la vitesse, de la hauteur de la pulvérisation et de la largeur de la dérive, documentation exacte et précise de l'intervention, fiche et rapport de vol...);
- Evaluation systématique de l'intervention (à 1 jour, 3 jours, 7 jours, 3 semaines; méthodes non fantaisistes d'évaluation de l'efficacité des opérations, techniques correctes pour l'évaluation du taux de mortalité des criquets; détection d'autres cibles atteintes; autres observations remarquables sur le terrain...);
- Synthèses temporelles et spatiales (gestion journalière des stocks, rapports décennaires sur les superficies et essaims traités, la logistique, les stocks de produits et les récipients vides, le rendement moyen en heures de vol, les dépenses et coûts opérationnels, l'efficacité des communications, les principaux besoins...).

Chacune de ces procédures opérationnelles peut faire l'objet d'un protocole commenté vis-à-vis des problèmes environnementaux. Dans ce sens, la contribution des résultats obtenus par l'ONE dans les suivis écologiques des sites témoins ainsi que dans l'Etude d'Impact sur l'Environnement (EIE), conduite par l'ONE, peuvent représenter une contribution significative.

En même temps, en vue de valoriser les résultats et méthodes acquis et appliqués pendant la période de crise, il serait important d'arriver à un accord entre les partenaires sur des questions et problèmes prioritaires relatifs aux conflits existant entre l'opérationnel et l'environnement. La réponse à ces questions prioritaires devrait être recherchée en valorisant les apports des différentes initiatives d'étude des relations existant entre l'environnement et les situations acridiennes et antiacridiennes à Madagascar. Une liste des questions vraiment prioritaires pourrait être dressée et confrontée progressivement aux résultats disponibles, en vue de trouver ou d'obtenir des produits ou des réponses satisfaisantes et pertinentes aux défis posés, aussi bien au niveau des recherches que des opérations de veille et de lutte. Il semble impératif de trouver les mécanismes pour une mise en commun des différents efforts réalisés en matière de connaissance de l'environnement et des situations acridiennes et antiacridiennes sur une base de coopération, en vue de l'objectif final qui est la gestion adéquat du fléau.

Annexe 3. Termes de référence des experts proposés

Annexe 3a. Coordinateur/Facilitateur

MADAGASCAR

TERMES DE REFERENCE

Coordinateur/Facilitateur Antiacridien

24 h/mois: Antananarivo avec beaucoup de visites sur le terrain

Sous la supervision technique du Service de la protection des plantes (AGPP) et en étroite collaboration avec le Service des opérations (TCOR), la Représentation FAO à Madagascar, le Comité national de lutte antiacridienne (CNLA), le Ministère de l'Agriculture, les différentes parties prenantes de la lutte antiacridienne à Madagascar, le Facilitateur antiacridien sera chargé de:

1. Assister le Gouvernement avec le transfert progressif de maîtrise d'ouvrage et de la coordination de la lutte antiacridienne du CNLA au MAGM
2. Promouvoir et faciliter la coordination, la coopération et l'échange d'information entre les parties prenantes (Gouvernement, Bailleurs de fonds, institutions nationales et internationales).
3. Assister le Gouvernement avec la Coordination des initiatives et activités liées à la Lutte antiacridienne.
4. Assister le MAGM pour le rétablissement du Centre antiacridien à Betioky.
5. Collecter et distribuer régulièrement des informations sur les activités entreprises et les résultats obtenus aux parties prenantes.
6. Unifier et renforcer les banques de données existantes sur les activités, surfaces traitées, organisations impliquées, etc...
7. Assister le Gouvernement dans l'identification des besoins en insecticides et équipements de traitement en fonction du développement de la situation acridienne.
8. Assister le Gouvernement dans l'identification des besoins de formation et l'exécution d'un programme de formation pour les groupes cibles.
9. Assister le Gouvernement et les Bailleurs de fonds dans la formulation des propositions de projets de lutte, suivi environnemental, surveillance, etc.

PROFIL

- Entomologiste avec connaissance de la lutte antiacridienne, un grand sens des contacts et médiateur expérimenté.

Annexe 3b. Acridologue A

MADAGASCAR TERMES DE REFERENCE

Acridologue: P3/P4
24 h/mois
Antananarivo

Sous la supervision technique du Service de la protection des végétaux (AGPP) et en étroite collaboration avec le Service des opérations (TCOR), la Représentation FAO à Madagascar, le Coordinateur/Facilitateur Antiacridien, le MAGM, le Comité National ou Public anti-acridien et les différentes parties prenantes, l'acridologue A sera chargé de :

- Donner des conseils techniques au CNLA et au MAGM pour une lutte antiacridienne efficace à Madagascar
- Assister au rétablissement du Centre Antiacridien à Bédioky
- Assister à la programmation des activités de surveillance et de lutte dans la zone grégarigène et la zone d'invasion
- Assister à la collecte, le stockage et l'interprétation des données
- Assister à la programmation et à l'exécution des programmes de développement et de perfectionnement d'outils opérationnels de surveillance et de lutte
- Assister aux programmes de formation
- Assister à la rédaction des rapports sur les activités conduites
- Assister à la formulation des requêtes d'assistance technique et financière.

Annexe 3c. Acridologue B

MADAGASCAR TERMES DE REFERENCE

Acridologue: P3/P4
24 h/mois ou plus
Station anti-acridienne de Betsioky-Sud

Sous la supervision technique du Service de la protection des végétaux (AGPP) et en étroite collaboration avec le Service des opérations (TCOR), la Représentation FAO à Madagascar, le Coordinateur/Facilitateur Antiacridien, le MAGM, le Comité National ou Public anti-acridien et les différentes parties prenantes dont l'acridologue A, l'acridologue B sera chargé de:

- Assister au rétablissement du Centre Antiacridien à Betsioky-Sud
- Donner des conseils techniques au CAB pour le rétablissement du service de surveillance et de lutte préventive.
- Assister à la programmation des activités de surveillance et de lutte dans la zone grégarigène
- Assister à la collecte, au stockage et à l'interprétation des données nécessaires au fonctionnement du dispositif de prévention acridienne
- Assister à la programmation, à la coordination et à l'exécution des divers projets destinés à développer et perfectionner les outils de surveillance et de lutte. Assister en particulier au suivi de la mise en place du dispositif rénové de surveillance et de lutte préventive
- Assister à l'intégration des résultats obtenus dans le cadre des travaux précédents aux pratiques courantes du service de lutte préventive
- Assister aux programmes de formation
- Assister à la rédaction des rapports sur les activités conduites

Annexe 3d. Ecotoxicologue

MADAGASCAR

TERMES DE REFERENCE

1. Collecter et actualiser l'information sur l'impact des acridicides les plus utilisés à Madagascar, y compris l'acquis des données d'autres pays affectés par les criquets.
2. Contacter les personnes ressources et les organisations compétentes dans les domaines de l'écotoxicologie, de la conservation de la nature et de la santé humaine.
3. Estimer la signification de plusieurs épandages dans les mêmes sites (fréquence, superficie, dans le cas du traitement en barrière : nombre d'épandages en relation de la distance inter-passes).
4. Assister l'Office Nationale pour l'Environnement (ONE) et la Direction de Protection des Végétaux (DPV) avec la mise en place d'un atelier sur l'établissement d'un programme de suivi à court terme de l'efficacité et d'étude de l'impact sur l'environnement et la santé humaine.
5. Assister ONE et DPV avec la mise en œuvre du programme élaboré par l'atelier.
6. Planifier et superviser, en collaboration avec le coordinateur/facilitateur antiacridien et les acridologues nationaux, des essais opérationnels au terrain sur l'efficacité et l'impact sur l'environnement de différentes stratégies et techniques de lutte antiacridienne (différents insecticides, distance inter-passes, traitement d'essais en vole et posants).
7. Consulter les équipes de suivi dans l'exploitation et l'interprétation des données.
8. Assister l'ONE et la DPV pour la mise en place d'un atelier sur les méthodes standard de suivi, en se basant sur les résultats obtenus au cours d'exécution du programme de suivi à court terme, et avec le développement des mesures pour minimiser et gérer les risques associés à la lutte antiacridienne.
9. Identifier les besoins et les priorités d'une recherche approfondie sur l'impact à moyen et long terme, sur la base des résultats obtenus en cours d'exécution du programme de suivi à court terme et avec référence aux résultats élaborés dans « l'étude d'impact sur l'environnement » de l'ONE.

Profil :

Ecotoxicologue expérimenté avec plusieurs années d'expérience dans la lutte antiacridienne

Durée : 4 mois (2 séjours)

Lieu : Antananarivo avec beaucoup de sorties sur le terrain

Annexe 3e. Consultant Gestion de Données

MADAGASCAR TERMES DE REFERENCE

1. Analyser les différents types d'informations recueillies et archivées par le CNLA et le PLAAG
2. Sélectionner les paramètres les plus importants et aisés à recueillir
3. Evaluer la comptabilité entre les différents systèmes d'archivage des données
4. Elaborer une seule banque de données et un système d'exploitation uniforme (un utilisant les logiciels déjà utilisés, comme l'Access et MapInfo)
5. Assister à l'adoption du nouveau système

Profil

Informaticien, Biologiste ou Géographe ayant de bonnes connaissances en informatique, préférentiellement dans le domaine de la lutte antiacridienne

Durée : 1 mois

Lieu : Antananarivo

Annexe 3f. Consultant Logisticien (Draft)

MADAGASCAR TERMES DE REFERENCE

- Prepare a full inventory (including condition and location) of all existing equipment, products and resources relating to locust control. This will include vehicles, radios, camping equipment, sprayers, pesticides etc. It will also include financial reserves/debts and domestic and international funding commitments.
- Prepare a full inventory of contracted services over the last 12 months and their unit costs
- In collaboration with the agency implementing the campaign, draw up a list of needs in terms of equipment, products and services for the coming rainy season campaign
- In collaboration with the agency implementing the campaign, draw up a time schedule for procurement, contracting, recruitment, prepositioning, trials and all other activities associated with the campaign
- Review the survey and control structures and procedures (including communication, data management and reporting) and make suggestions for changes which will tackle constraints and enhance cost-effectiveness of the campaign
- Establish and operate a system of managing resources in time and space (either physical maps or a GIS system) for the locust-infested areas. Use this to assist the implementing agency with day to day running of the campaign - allocation of equipment, products, personnel.
- Assist with identifying training needs for personnel
- Train national staff to on the job in aspects of logistics management

Annexe 3f. Consultant Spécialiste de la lutte (Draft)

MADAGASCAR TERMES DE REFERENCE

- In close consultation with all control staff (pilots, drivers, sprayer operators etc) review techniques used for hopper band and swarm control, including calibration, target demarcation, spraying, dusting, efficacy monitoring.
- Gather together all available technical literature/reference material (including fiches techniques and normes) relating to control and identify errors and omissions. Compile this information into a short field reference manual for senior control staff.
- On seeing the findings of the logistician, make recommendations on the suitability of equipment and products available or planned for the control campaign.
- Plan and implement trials to optimise parameters and procedures for barrier spraying with all available products
- Plan and implement trials to develop standard procedures for spraying settled and flying swarms
- Observe and participate in control operations (together with those responsible for suivi technique) wherever possible and advise on improving control quality (efficacy, efficiency, safety, monitoring, reporting)
- Assist with identifying training needs
- Train national staff on the job in techniques of control and control monitoring

Annexe 4. Récapitulatif des études d'impact du Fipronil sur la faune non-cible

Objet de recherche		Ankazoabo (barrières)	Namakia (couverture totale)	Berongo
Biologie végétale				
	Phytophénologie	.	.	.
	Régénération	.	.	.
	Interaction plantes-fourmis	.	.	⊗
	Lichens	.	.	.
Biologie animale				
Milieu terrestre	Microfaune terricole	.	.	.
	Myriapodes	.	.	⊗
	Araignées	⊗	.	.
	Termites	⊗	.	⊗
	Sauteriaux	⊗	⊗	⊗
	Papillons	⊗	.	.
	Abeilles	.	.	.
	Fourmis	.	⊗	⊗
	Autres insectes	⊗	⊗	⊗
	Reptiles	⊗	⊗	.
	Oiseaux	.	.	.
	Micromammifères	.	.	.
	Chauves-souris	.	.	.
Milieu aquatique	Poissons	.	⊗	.

⊗ = indication d'un effet

Annexe 5. Ateliers sur l'impact environnemental

Questions qui seront traitées par l'Atelier I et résultats escomptés

L'objectif est:

- d'évaluer l'impact des insecticides adaptés au Criquet migrateur sur un nombre limité mais important de sites par rapport aux techniques de lutte actuellement utilisées et à leur efficacité
- évaluer l'impact des insecticides utilisés dans la lutte contre le Criquet migrateur sur la santé humaine (opérateurs et population), en particulier au niveau des exploitations et des villages

Pour atteindre ces objectifs, l'atelier :

- évaluera les informations à jour sur l'impact écologique et les problèmes de santé humaine associés à l'utilisation d'agents de lutte contre le Criquet migrateur à Madagascar
- évaluera des informations à jour sur les techniques de traitement les plus utilisées à Madagascar
- fixera des priorités pour le suivi opérationnel à court terme²
- sélectionnera ou adoptera des méthodes pratiques et validées
- identifiera des zones de suivi prioritaires (zones traitées plusieurs fois, traitements à grande échelle et à couverture totale avec des insecticides à spectre large, traitements proches de zones protégées et/ou sensibles, zones où des produits pour poudrage sont distribués à la population)
- élaborera des protocoles de suivi de l'environnement et d'évaluation de l'efficacité
- sur la base des connaissances actuelles en matière d'effets secondaires et en tenant compte du principe de précaution, élaborera des directives préliminaires concernant l'utilisation d'agents de lutte pour réduire les risques pour l'environnement et la santé humaine avec effet immédiat.

Questions qui seront traitées par l'Atelier II et résultats escomptés

L'objectif est :

- d'examiner les résultats du suivi opérationnel
- de mettre au point des directives en matière de gestion des risques

Pour atteindre ces objectifs, l'Atelier :

- analysera les résultats du suivi de l'impact sur l'environnement et sur la santé humaine, et évaluera les dernières informations disponibles sur les techniques de traitement les plus utilisées à Madagascar
- fixera des priorités pour le suivi opérationnel à long terme
- sélectionnera ou adoptera des méthodes pratiques et validées
- identifiera des zones de suivi prioritaires (zones traitées plusieurs fois, traitements à grande échelle et à couverture totale avec des insecticides à spectre large, traitements proches de zones protégées et/ou sensibles, zones où des produits pour poudrage sont distribués à la population)
- révisera les protocoles de suivi de l'environnement et d'évaluation de l'efficacité
- révisera les directives concernant l'utilisation d'agents de lutte pour réduire les risques pour l'environnement et la santé humaine avec effet immédiat.

² a) Activité des termites et survie à long terme, b) la décomposition des matières organiques et c) les effets secondaires sur les reptiles à des points clés, fondés sur des preuves préliminaires mais claires découlant d'études de terrain distinctes, à inclure dans le programme.

Participants suggérés:

Experts internationaux du suivi de l'environnement et de l'évaluation des risques (consultants en écotoxicologie, y compris des écotoxicologues du NRI et du CIRAD, pour ne citer que ces deux organismes)	4
Facilitateur	1
Représentant de PDV (expertise en matière de Criquet migrateur)	1
Représentants de ONE (impact sur l'environnement et santé humaine)	2
Représentant de DPV (département de chimie)	1
Représentant du Département de chimie de l'Université de Antananarivo	1
Chefs d'équipes des groupes chargés du suivi de l'environnement en place depuis 1998 (Université de Tulear, Université de Antananarivo, Groupe NRI/GTZ/ONE)	3
Médecins, département de toxicologie, hôpital de Antananarivo	2
Représentant du projet VOARISOA	1
Partenaire de Varisoa au niveau des exploitations (ONG), à désigner	1
Représentant du CNLA (niveau technique/opérationnel)	1
Représentant du PLAAG (niveau technique/opérationnel)	1
Acridologue malgache	1
Total	20

Annexe 6. Coûts estimatifs de l'élimination des fûts vides à Madagascar

Estimation fondée sur les données fournies. Le coût définitif ne sera connu que si l'élimination est confiée à des entreprises par appel d'offres.

(A) Tableau récapitulatif des fûts de pesticides vides contaminés à Madagascar

	Lieu au 20/5/99	Fûts de 50 litres	Fûts de 200 litres	Observations
1	Amboasray	20		
2	Andonaka	171		
3	Ankaraobato	62		
4	Befandraina-Sud	94		
5	Bekily	42		
6	Beloha	50		
7	Betroka	324	7	
8	Ejeda	79	7	
9	Manja	163		
10	Ranohira	156		
11	Sakaraha	738		
12	Tsivoy			
13	Beticky	1255		
14	Ihosal	1580		
15	Antananarivo/DPV	46	6	
16	Tuléar	189		
17	Antananarivo ASM	48	84	
18	Antananarivo/EMFD	100		
19	Conducteurs= Gazole	32		conservé pour réutilisation
	Total	5149	104	

Les fûts vides et contaminés énumérés ci-dessus qui sont tout aussi dangereux que les déchets d'insecticides, doivent être éliminés par des méthodes sans danger pour l'environnement. S'il existe des installations ou des entreprises de fonderie de métal à Madagascar, ils peuvent être détruits sur place, à condition que les fûts soient nettoyés et rincés trois fois avant d'être envoyés au four afin que des émanations toxiques de dioxine ne soient pas émises dans l'environnement. S'il n'existe pas de fonderie appropriée, les fûts doivent être écrasés et réemballés dans des conteneurs spéciaux approuvés par l'ONU et expédiés en Europe pour y être détruits dans des incinérateurs à température élevée. Dans ce cas, les coûts indiqués ci-après doivent être pris en compte:

(B) Coût indicatif de l'élimination des stocks obsolètes à Madagascar.

Quantité	Volume	Matériau	Poids approx. (kg)	Poids total (kg)		
5192	50 litres	Acier	6	31152		
200	200 litres	Acier	25	5000		
5392			Total	36.152	Tonnes	
					En supposant un coût de 500 livres par tonne	£18 076,00
Emballage						
Caisses 50 litres	148	En supposant qu'une caisse contient 35 fûts				
200 litres	13	En supposant qu'une caisse contient 15 fûts				
	162	En supposant qu'une caisse coûte 50 livres			£8 ,083,81	
Expédition						
Conteneur de 20 pieds - En supposant qu'un conteneur contient 20 caisses						
	8	En supposant qu'un conteneur coûte 3000 livres			£24 251,43	
Main-d'œuvre						
	359,46 Heures	En supposant que 15 fûts sont éliminés à l'heure				
	29,9 Jours	En supposant 12 heures de travail par jour				
2 employés payés 450 livres par mois					£26 960,00	
Matériel						
Fût					£1 000,00	
Broyeur PPE					£900,00	
FIBCs					£3 233,52	
					En supposant que deux hommes travaillent pendant 30 jours	
					En supposant que les caisses sont au nombre de 162	
TOTAL					£82 504,76	
\$E.-U. (1,60 par livre sterling)					\$132 007,62	

Un courant tri-phasé sera nécessaire au centre de traitement pour permettre le fonctionnement des broyeurs de fûts. Tous les fûts devront être rassemblés sur un site adapté.

PPE = Exécution. FIBC = Conteneurs Iso (Grands conteneurs normalisés). Livres = Livres sterling

Annexe 7. Budget de fonctionnement post PLAAG : juin à décembre 1999 (7 mois)

1. PERSONNEL

1.1. QG PLAAG

1.1.1. Antananarivo (PLAAG/DPV/Nanisana)

	Nb	Nb mois	Salaire mensuel	Total salaire	Indemnités**	Total
LOGISTICIEN	1	7	900 000	6 300 000	3 600 000	9 900 000
ACRIDOLOGUE	1	7	900 000	6 300 000	3 600 000	9 900 000
COMPTABLE	1	7	700 000	4 900 000	-	4 900 000
ASSISTANT ADMINSTRATIF	1	7	650 000	4 550 000	-	4 550 000
SECRETAIRE	1	7	550 000	3 850 000	-	3 850 000
CHEF DE PARC	1	7	550 000	3 850 000	1 200 000	5 050 000
OPÉRATEUR RADIO	1	7	*240 000	1 680 000	-	1 680 000
CHAUFFEUR COURSIER	1	7	400 000	2 800 000	1 500 000	4 300 000
CHAUFFEUR CAMION	1	7	500 000	3 500 000	1 400 000	4 900 000
AIDE CHAUFFEUR	1	7	350 000	2 450 000	-	2 450 000
FEMME DE MENAGE	1	7	75 000	525 000	-	525 000
GARDIEN	1	7	200 000	1 400 000	-	1 400 000
Total PLAAG Antananarivo	12	84	6 015 000	42 105 000	11 300 000	53 405 000

Remarques sur le tableau :

* Heures supplémentaires. L'opérateur radio étant un salarié de la DPV ; seules ses heures supplémentaires sont à la charge du PLAAG.

** Le détail du calcul des indemnités journalières est donné dans le planning de déplacement ci-après sur la base des barèmes ci-dessous :

Indemnités logisticien et acridologue 60 000/ jour
 Indemnités chef de parc 30 000/jour
 Indemnités chauffeur 20 000/jour

	Juin 1999	07	08	09	10	11	12	Total jours	Total indemnités
Logisticien	15 j.		15 j.		15 j.		15 j.	60	3 600 000
Acridologue		15 j.		15 j.		15 j.	15 j.	60	3 600 000
Chef de parc		10 j.		10 j.		10 j.	10 j.	40	1 200 000
Chauffeur 1	15 j.	15 j.		10 j.	15 j.	10 j.	10 j.	75	1 500 000
Chauffeur 2		10 j.	15 j.	15 j.		15 j.	15 j.	70	1 400 000
	30 j.	50 j.	30 j.	50 j.	30 j.	50 j.	65 j.	305	11 300 000

1.1.2. Betioky (CAB)

	Nb	Nb mois	Salaire mensuel	Total salaire	Indemnités**	Total
GESTIONNAIRE	1	7	500 000	3 500 000	-	3 500 000
OPÉRATEUR RADIO	1	7	240 000	1 680 000	-	1 680 000
SECRETAIRE	1	7	400 000	2 800 000	-	2 800 000
CHAUFFEUR	1	7	400 000	2 800 000	4 280 000	7 080 000
GARDIEN	3	7	200 000	4 200 000	-	4 200 000
Total PLAAG Betioky	7	49	2 140 000	14 980 000	4 280 000	19 260 000

1.2. Personnel itinérant du PLAAG (POR, POL et équipes terrestres)

	Nb	Nb mois	Salaire mensuel	Total salaire	Indemnités*	Total
PROSPECTEUR (DPV)						
POR (6) & POL (2)	8	7	-	-	68 480 000	68 480 000
POL (20 jours / mois)	2	7	-	-	11 200 000	11 200 000
CHEF D'EQUIPE	4	7	-	-	34 240 000	34 240 000
MANOEUVRE						
DPV	7	7	-	-	29 960 000	29 960 000
PLAAG	3	7	230 000	4 830 000	12 840 000	17 670 000
CHAUFFEUR (PLAAG)	10	7	400 000	28 000 000	42 800 000	70 800 000
Total	34	238	4 690 000	32 830 000	199 520 000	232 350 000

* Indemnités prospecteur et chef d'équipe 40 000/jour

Indemnités manoeuvre et chauffeur 20 000/jour

Deux prospecteurs du POL ont 20 jours d'indemnités par mois (petit rayon d'action des activités) ; tous les autres personnels touchent des indemnités pour chaque jour du mois soit durant 214 jours pour la période de juin à décembre 1999.

2. CARBURANT

Type de véhicule	Nombre de véhicules	Déplacement estimé	Consommation au 100 km	Prix du carburant	Nombre de jours	Total
POR et équipes terrestres	10	100 km / jour	14 litres	2 000	214	59 920 000
Maintenance	1	3 000 km / mission	14 litres	2 000	(4 missions)	3 360 000
Mission QG	1	3 000 km / mission	14 litres	2 000	(7 missions)	5 880 000
QG Tana	2	40 km / jour	14 litres	1 750	214	4 195 000
Moto des POL	4	50 km / jour	5 litres	3 000	214	6 420 000
Total						79 775 000

3. ENTRETIEN, PIÈCES DE RECHANGE ET RÉPARATION

Entretien des véhicules (filtres et lubrifiant), pneus et forfait réparation : **150 000 000 FMG**.

4. COMMUNICATION

	Nb	Coût mensuel	Nb mois	Total
Ligne téléphonique QG	1	1 000 000	7	7 000 000
Téléphone portable	2	1 500 000	7	21 000 000
Total				28 000 000

5. FOURNITURES DE BUREAU

Sur la base des dépenses en fournitures des mois précédents, le coût mensuel en fournitures de bureau (y compris les consommables informatiques) est de 3 000 000 FMG

Pour la période considérée, le total est donc de **21 000 000 FMG**.

6. FRAIS DE PRÉ-POSITIONNEMENT DES INTRANTS DE LA LUTTE ANTI-LARVAIRE

Sur la base de 40 000 litres de pesticides arrivés par voie maritime à Tamatave et transportés à Manja soit **40 000 000 FMG**.

7. RÉHABILITATION DU CAB (pour mémoire)

POST-PLAAG
BUDGET DE FONCTIONNEMENT
 Juin à décembre 1999 (7 mois)

TABLEAU RÉCAPITULATIF

Type de poste	Coût par poste
Personnel	
QG Tana	53 405 000
Betioky	19 260 000
Terrain	232 350 000
Carburant	79 775 000
Entretien / Réparation	150 000 000
Communication	28 000 000
Fournitures de bureau	21 000 000
Transport de pesticides	40 000 000
Sous-total	623 790 000
Divers et imprévus 15 %	93 568 500
Réhabilitation du CAB	p.m.
Total général	717 358 500