DK 533.119 CD_RP 15584

Département amélioration des méthodes pour l'innovation scientifique Cirad-amis

Recueil de données environnementales sur le criquet nomade *Nomadacris septemfasciata* Serv. dans le bassin de la Sofia, Madagascar

Mission du 17 avril au 6 mai 2006

Alex FRANC

CIRAD-AMIS
UPR Acridologie

CIRAD-AMIS N° 5/2006

Mai 2006

CIRAD-DIST
Unité bibliothèque
Lavalette

CIRAD
000079526

Liste des sigles et abréviations

AG	Aire Grégarigène
AMIS	Amélioration des Méthodes pour l'Innovation Scientifique, département du CIRAD (Montpellier, France)
AT	Assistant Technique
BAD	Banque Africaine de Développement (Tunis)
CIRAD	Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (Montpellier, France)
CirPV	Circonscription de la Protection des Végétaux
CNA	Centre National Anti-acridien (Tuléar, Madagascar)
DCE	Délégation de la Commission Européenne (Tananarive)
DRC	Défense Rapprochée des Cultures
DRDR	Direction Régionale du Développement Rural
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (Rome)
FCV	Fonds de Contre Valeur
FERT	Fondation pour l'Entretien et le Renouveau de la Terre (Antsohihy)
FOFIFA	Centre national de la Recherche appliquée au développement Rural
FSP	Fond de Solidarité Prioritaire
FTM	Institut géographique et hydrographique national malgache
MAEP	Ministère de l'Agriculture, de l'Élevage et de la Pêche (Tananarive)
MNT	Modèle Numérique de Terrain
NSE	*Nomadacris septemfasciata* (Serville, 1838)
PA	Poste Anti-acridien
PCLA	Projet de Contribution à la Lutte anti-Acridienne (SCAC)
Prifas	Unité de Recherche d'acridologie du CIRAD (Montpellier, France)
PLPA	Projet de Lutte Préventive Antiacridienne (BAD)
PS	Protocole Spécifique
SCAC	Service de Coopération et d'Aide Culturelle de l'Ambassade de France
SROE	Section de Recherche Opérationnelle du CNA
UBV	Ultra Bas Volume
UE	Union Européenne
UR	Unité de Recherche
ZA	Zone Anti-acridienne

CIRAD-DIST
Unité bibliothèque
Lavalette

Remerciements

Je tiens à remercier tout le personnel de la zone Sofia, son chef de zone et les prospecteurs acridiens qui font un travail de terrain remarquable. Les contacts professionnels et personnels sur le terrain ont été enrichissants pour tous.
Merci naturellement au Directeur du CNA, M. Herindranovona Augustin qui a permis la réalisation opérationnelle de cette mission. Merci aussi à l'accueil de l'Antenne du CNA à Tananarive.
Je remercie vivement la Direction régionale du CIRAD à Tananarive qui a assuré mon accueil pratique et logistique.

Résumé

Le criquet nomade *Nomadacris septemfasciata* Serv. a connu une période de pullulation sans précédent de 1999 à 2003 dans le bassin de la Sofia. Cette situation exceptionnelle a obligé le Centre National Antiacridien (CNA) à déployer un dispositif de surveillance et de créer une nouvelle zone à Antsohihy. En décembre 2002, avec l'appui du CIRAD, les premières stations fixes ont été installées. D'autres ont vu le jour en juillet 2003. Enfin certaines stations ont été ouvertes en novembre 2004 et refermées en janvier 2006. Les relevés intensifs réalisés sur ces stations ont déjà permis de comprendre la dynamique des populations de l'insecte ravageur et doivent, à terme, asseoir une stratégie de lutte préventive.

Cette mission a été menée en collaboration avec le CNA pour faire le bilan de la campagne passée et assurer une série de relevés environnementaux sur ces stations acridiennes.

La situation acridienne a été agitée pendant la campagne 2005/2006. Le traitement aérien réalisé sur 5 000 ha entre Mandritsara et Marotandrano en novembre 2005 a laissé échapper autant de populations imaginales denses. En décembre ces zones traitées ont été recolonisées, vraisemblablement par des populations encore dispersées plus à l'est. La pluviométrie déficitaire de cette saison semble avoir profité à l'insecte qui s'est reproduit dans d'excellentes conditions : il a multiplié ses effectifs par 10 sur certaines stations très favorables. Lors de la mission, des regroupements imaginaux denses (D ≈ 30 000/ha ont été observés à Mandritsara). La grégarité des populations a aussi sensiblement augmentée pendant cette campagne. Nous sommes donc en début de recrudescence du criquet nomade dans cette région.

Le cycle de l'insecte est maintenant bien connu. Il fait une génération par an avec une diapause en saison sèche. L'ensemble des régions de la Sofia est concernée par la reproduction, mais seules les zones plus altitude et sur la bordure du versant Est abritent des populations imaginales diapausantes. L'insecte effectue donc des déplacements au début de la saison des pluies (recherche de zones de ponte) et en fin de saison des pluies (recherche de zones de diapause). Pour arriver à comprendre sans ambiguïté les critères de choix de ces zones de ponte et de diapause, il a fallu procéder à une série de relevés sur la structure de la végétation et les paysages. Tel était l'objet de cette mission. Les relevés ont été effectués sur les transects de comptage des imagos et des larves dans les stations fixes. Neuf stations fixes ont été prospectées, 180 fiches de relevé structural de la végétation et 9 fiches de paysages ont été remplies. Faute de temps et de moyen de déplacement fiable, il reste encore à relever les données sur 1 station de Befandriana Nord et 2 de Marovatolena.

Les relevés seront compilés dans une base de données qui s'ajoute à celle déjà existante sur la dynamique des populations (15Mo sur MS Access). Il devient maintenant possible de mettre en relation les caractéristiques structurelles de l'environnement avec la présence des criquets selon les 2 périodes du cycle.
Par ailleurs cette mission a aussi permis de récupérer les données météorologiques et les signalisations de la dernière campagne. Les descentes sur le terrain ont chaque fois été l'occasion de former les prospecteurs.

Le CNA a profité du financement de l'Union Européenne pour construire un bureau à Antsohihy et acheter une nouvelle voiture pour la zone. Mais ces fonds sont aujourd'hui épuisés. Pour finir les relevés manquants et arriver à mieux comprendre la limite de dispersion orientale des imagos en saison sèche, il faut prévoir une autre mission pour le mois de septembre. La FAO se dit prête à financer ce projet. Une telle mission permettrait aussi de suivre la campagne de lute contre les ailés en saison sèche.

Référence bibliographique du document :

FRANC Alex, 2005. Recueil de données environnementales sur le Criquet nomade *Nomadacris septemfasciata* Serv. dans le bassin de la Sofia, Madagascar. Mission du 17 avril au 06 mai 2006. CIRAD-Amis n° 5/2005. CIRAD : Montpellier. 29 p.

Table des matières

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS ..... **II**

REMERCIEMENTS ..... **III**

RESUME ..... **IV**

TABLE DES MATIERES ..... **V**

INTRODUCTION **6**

1- PLUVIOMETRIE DE LA SOFIA SAISON 2005/2006 7
2- SITUATION ACRIDIENNE, CAMPAGNE 2005/2006 7
3- LES RELEVES ENVIRONNEMENTAUX 9
3-1 Méthodologie *9*
3-2 Données *10*
4- BILAN DES DONNEES DISPONIBLES 10
4-1 Les stations prospectées *10*
4-2 Les données relevées *12*
4-3 Appui de la télédétection *13*

CONCLUSION **15**

ANNEXES **16**

Liste des figures et tableaux :

Figure 1 : Mesures morphométriques des imagos 2005 et 2006 dans la Sofia 8
Figure 2 : Les 30 répétitions de la station de Beantoko (échelle 1 répétition = 100m) 9

Tableau 1 : Pluviométrie 2005/2006 dans la Sofia 7
Tableau 2 : Prospections sur les stations acridiennes de la Sofia 11

Liste des Annexes :

Annexe 1 : Calendrier des activités de la mission (17 avril au 6 mai) 17
Annexe 2 : Personnalités rencontrées au cours de la mission 19
Annexe 3 : Clé d'identification des types de formations végétales en zone tropicale sèche 20
Annexe 4 : Fiche de Relevé Structural de la Végétation 22
Annexe 5 : Note de situation dans la Sofia (début mai 2006) 24
Annexe 6 : Structure de la base de données relationnelle contenant les données Sofia 29

Introduction

Le criquet nomade *Nomadacris septemfasciata* Serv. a connu une période de pullulation sans précédent de 1999 à 2003 dans le bassin de la Sofia. Cette situation exceptionnelle a obligé le CNA à déployer un dispositif de surveillance et de créer une nouvelle zone à Antsohihy en novembre 2004. Les relevés acridiens ont été progressivement mis en place entre décembre 2002 et novembre 2004. En janvier 2006, le CNA a choisi diminuer le dispositif de surveillance. Les relevés intensifs réalisés sur ces stations ont déjà permis de comprendre la dynamique des populations de l'insecte ravageur et doivent à terme asseoir une stratégie de lutte préventive.

Le traitement aérien réalisé sur 5 000 ha à Mandritsara en novembre 2005 a laissé échapper environ 5 000 ha de populations imaginales denses. La mission d'origine prévue par la FAO avait pour objectif d'évaluer les populations larvaires groupées pour mesurer l'impact des traitements aériens menés en novembre 2005 sur les imagos de la génération précédente. Malheureusement cette mission n'a pas été financée et ces questions restent sans réponse. Il s'agit donc ici plus humblement d'évaluer rapidement la situation acridienne et surtout d'effectuer une série de relevés environnementaux sur les stations acridiennes. Sans perdre de vue la finalité opérationnelle, ces travaux ont pour objectif premier la recherche sur l'écologie du locuste.

Cette mission s'inscrit dans le cadre plus large de l'installation opérationnelle de la zone Sofia à Antsohihy. Une partie des financements de l'Union Européenne a permis d'aménager un bureau, de fournir un véhicule tout terrain et un minimum de matériel. L'installation de cette zone passe par une formation continue du personnel sur leur terrain. Pour arriver à mettre en place une lutte préventive raisonnée contre le criquet nomade dans la Sofia, mais dans tout Madagascar en général, des travaux de recherche ont démarré en 2002 et 2003. Or le criquet nomade ne fait qu'une génération par an et il faut comparer des situations météorologiques constatées pour cerner ses seuils de développement. Ces travaux sont donc longs à mettre en place et demandent de la rigueur dans le suivi et un investissement du personnel sur le terrain. Cette mission a permis de faire un premier bilan des données disponibles et exploitables.

Le cycle de l'insecte est maintenant bien connu. Pour arriver à comprendre sans ambiguïté les critères de choix des zones de ponte et de diapause, il faut pouvoir comparer les données acridiennes avec la structure de la végétation. Ceci est fondamental en particulier pour les sites de diapause. En effet il ne pleut pas ou très peu lorsque les imagos se réfugient dans les zones de diapause de saison sèche, la structure des biotopes et l'aérologie expliqueraient donc en grande partie leur attrait. Le deuxième objectif de cette mission était donc de procéder à des relevés sur la structure de la végétation et des paysages dans les stations acridiennes.

Les deux premières parties du document relatent la situation acridienne. La situation opérationnelle est reprise dans une note rédigée en fin de mission pour le CNA (annexe 5). Les deux parties suivantes traitent plus spécifiquement des relevés de données et des travaux de recherche.

1- Pluviométrie de la Sofia saison 2005/2006

Dans l'ensemble de la Sofia les pluies ont été très déficitaires lors de la saison des pluies 2005/2006 (tableau 1).

Tableau 1 : Pluviométrie 2005/2006 dans la Sofia

	Port Bergé		Antsohihy		Mandritsara		Marotandrano	
	PP mm	Déficit	PP mm	Déficit	PP mm	Déficit	PP mm	Déficit
Octobre 2005	0	100%	0,5	97%	0	100%	0	100%
Novembre	88,4	3%	55,2	51%	6,3	93%	40	-42%
Décembre	214,5	35%	252	-16%	175,5	14%	273	-21%
Janvier 2006	251,5	55%	360	21%	157,5	45%	157	52%
Février	178	66%	408	-30%	308,0	-26%	271	3%
Mars	128	45%	163	39%	54,5	72%	52	67%
Avril	1	96%	?	?	0,0	?	?	?
TOTAL	**861,4**	**39%**	**1237,8**	**15%**	**701,8**	**36%**	**793**	**24%**

Le déficit est calculé par rapport à la moyenne (un chiffre négatif signifie un excédent).

Port Bergé est la station la plus déficitaire de cette campagne. Des pluies importantes arrivent à la 2° décade de décembre (ainsi qu'à Marovato plus à l'Est), rendant ainsi le milieu favorable et attractif pour la ponte. Par la suite aucune pluie supérieure à 35 mm ne tombe jusqu'au 14 janvier, limitant ainsi les inondations et favorisant le développement embryonnaire du criquet nomade.

Antsohihy est la station la moins déficitaire. Globalement 15% de déficit sur la période de ponte (nov. à janvier), surtout importante au début et à la fin (novembre et janvier). Le mois de février est excédentaire ce qui profite tardivement pour la croissance de la végétation.
Les précipitations semblent décroître à l'intérieur des terres. Avec des données très fragmentaires, il semble qu'Anjalazala reçoit environ 20% de pluie de moins qu'Antsohihy de novembre à février.
Par contre les reliefs de Befandriana semblent retenir plus de pluies venant de la côte. Le démarrage est légèrement plus tardif (3° décade de novembre au lieu de la 1° pour Antsohihy), mais globalement il pleut plus à Befandriana Nord (1430 mm de novembre à avril).

Mandritsara est très déficitaire cette année. La première pluie arrive le 13 novembre, provoquant le début de la recherche des sites de ponte par les imagos en maturité. Mais il faut attendre le 27 décembre pour la 1° pluie importante (97 mm). Les seules pluies excédentaires et inondant le sol arrivent en février, après la période de développement embryonnaire souterraine.

Marotandrano est la seule station excédentaire en novembre et décembre. Mais les pluies sont mal réparties (5 jours de pluies sur ces 2 mois) et la différence avec la moyenne est faible (40 mm au lieu de 28 mm en novembre et 273 mm au lieu 225 mm en décembre). Par contre le mois de janvier est déficitaire, mais les pluies sont bien réparties (10 jours de pluie dans le mois).

Globalement les pluies ont été tardives et déficitaires lors de la période de ponte (fin nov. à mi janv.). Aucune inondation importante n'a été rapportée et aucun cyclone n'a traversé la Sofia. Par contre la saison s'est prolongée plus tard puisque des pluies moyennes sont tombées à Antsohihy jusqu'à la fin avril. Les conséquences agricoles sont immédiates, à Mandritsara et Port Bergé, les surfaces en riz ont diminuées de 30 à 50% environ sur les zones prospectées, et une grande partie des parcelles semées n'est pas arrivée à maturité.

2- Situation acridienne, campagne 2005/2006

En octobre 2005 des effectifs importants étaient regroupés dans les hautes vallées orientales de la Sofia (Mangarahara, Amboaboa, Anjombony). Une partie a pu être traitée par voie aérienne fin novembre. Malheureusement une partie des individus en cours de maturité sexuelle avait déjà quitté ces zones en quête de lieux de ponte : les densités ont été divisées par 2 en novembre 2005 sur les stations de Mandritsara. Les zones traitées dans la vallée de l'Amboaboa (Nord de Marotandrano) ont été recolonisées par des imagos matures mi-décembre. Ils proviendraient sans doute de zones de

diapause situées plus à l'est (sud et est du tampoketsa d'Antsiatsiaka), mais cette hypothèse reste à vérifier par une prospection en saison sèche. Sur les stations de Marotandrano et Mandritsara, un tiers des effectifs présents début novembre a pondu sur place à la mi-décembre. Le bilan des départs vers l'ouest est donc positif pour cette zone, la majorité des effectifs passent et vont pondre à l'ouest.
Ensuite des concentrations imaginales de faible surface n'avaient pas pu être traitées en novembre dernier. Or la pluviométrie déficitaire aurait profité à la reproduction : globalement le rendement ovarien des femelles capturées et disséquées entre fin novembre et mi janvier 2006 est de 69% en moyenne, ce qui est très bon. Les femelles ayant pondues 2 fois ont le rendement ovarien qui a augmenté à la deuxième ponte (P1=63% à P2=78%). Les rendements sont meilleurs pour les femelles capturées dans la région de Mandritsara (73%) que Antsohihy (58%). Les concentrations larvaires début 2006 ont été localement importantes dans la vallée de l'Amboaboa et la région de Manampaneva. Les larves ont pullulé dans des zones assez limitées et souvent proches des cultures occasionnant des dégâts impressionnants sur le maïs et les bananiers. Les concentrations larvaires se sont maintenues toute la saison des pluies. Une bande larvaire a même été signalée (mais non validée) à Ambalaben'i fasina début mars. Fin avril des regroupements d'imagos (D= 30 000/ha) ont été observés à Bekaranga et Ambalaben'i fasina sur plusieurs milliers d'ha.

Plus à l'ouest, les densités ont augmenté à partir du début décembre. Les zones offrant du sol nu et des repousses ont été colonisées par des populations de densité moyenne (100 à 500/ha entre Anjalazala et Port Bergé). De nouveau les zones de *tavy* ont abrité les premières pullulations larvaires début janvier. Les brûlis incontrôlés au sud de la forêt Bora et dans la région d'Analarejy ont aussi attirés les femelles en ponte. Les pullulations larvaires ont été localement importantes et ont causé des ravages sur les cultures de riz pluvial et de maïs. Les densités de larves moyennes (L3 à L5) dépassaient parfois les 100 par m².
La région de Port Bergé a été moins infestée même si les effectifs ont augmenté partout (entre X3 et X8 sur les stations fixes).
Fin avril, les densités étaient faibles dans ces régions occidentales ; le maximum observé était de 8 000/ ha à Anjalazala et à Analarejy.

Par ailleurs la grégarité a sensiblement augmenté au cours de cette campagne. Des mesures morphométriques effectuées sur des imagos capturés à Marotandrano et Mandritsara en novembre 2005, puis sur des jeunes imagos capturés à Anjalazala et Marotandrano en avril 2006, montrent une évolution vers des *transiens* (fig. 1). La phase grégaire n'a pas encore été atteinte.

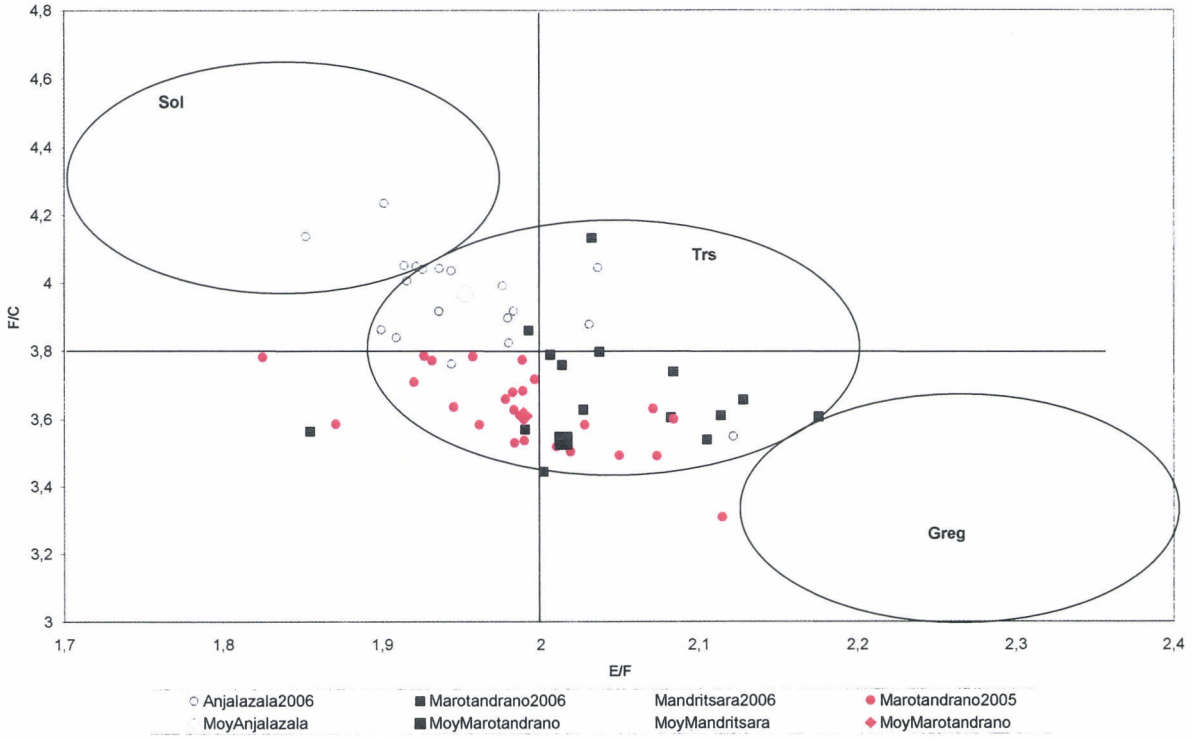


Figure 1 : Mesures morphométriques des imagos 2005 et 2006 dans la Sofia

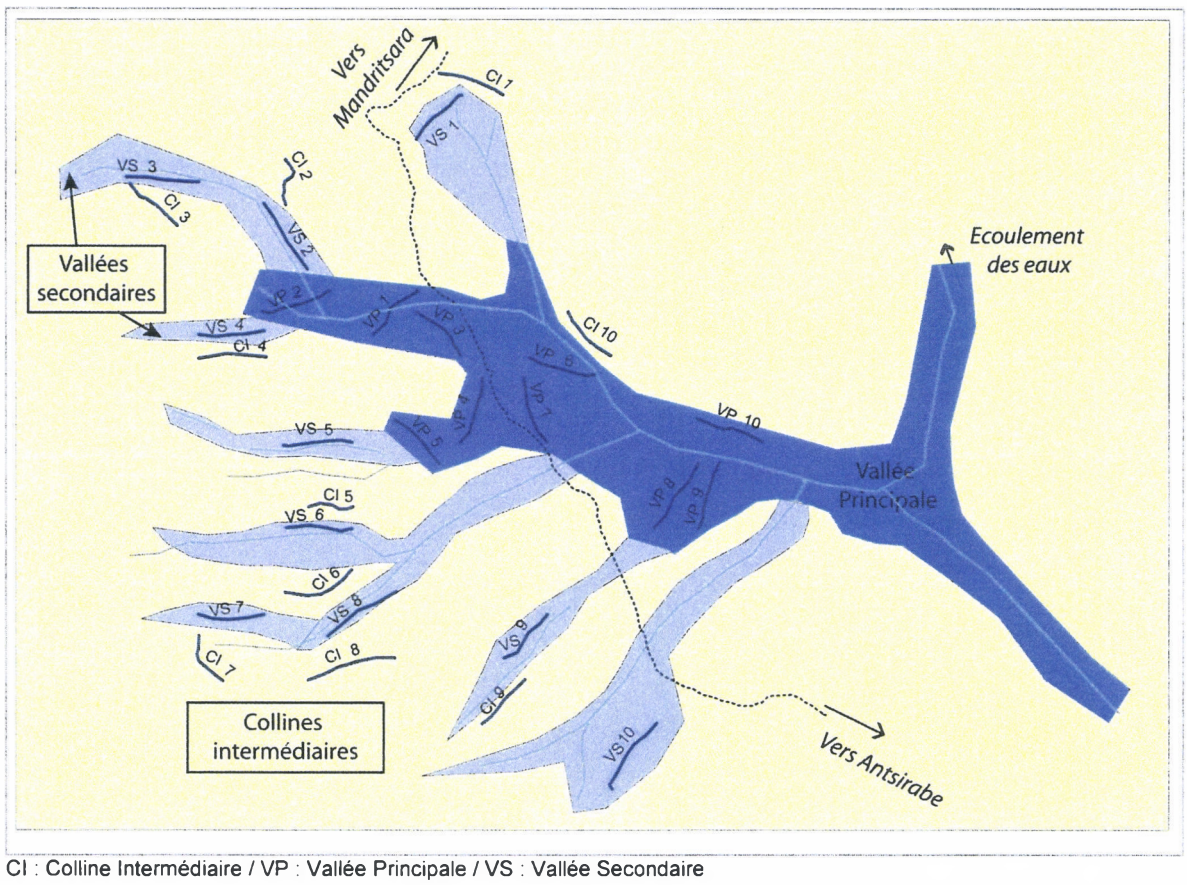
Les imagos capturés à Mandritsara (Mandritsara 2006) ont vécu la vie larvaire en densité faible ; ils sont en moyenne solitaires. Les imagos capturés à Anjalazala (Anjalazala 2006) ont vécu la vie larvaire en densité moyenne à dense et commencent à devenir *transiens*. A Marotandrano, la grégarité moyenne augmente entre novembre 2005 et avril 2006, résultat d'une vie larvaire groupée.

La situation est donc en pleine recrudescence : les effectifs et la grégarité augmentent. Il faudra donc prévoir des traitements préventifs contre des imagos en fin de saison sèche (octobre 2006) dans la région de Mandritsara et Marotandrano. Une note opérationnelle sur la situation acridienne et la zone Sofia a été rédigée en fin de mission et transmise au CNA (annexe 5).

3- Les relevés environnementaux

3-1 Méthodologie

Afin de comprendre précisément la répartition du criquet en fonction des paramètres environnementaux, dès les premiers travaux en 2002, les stations ont été découpées en milieux selon 4 critères d'ordre décroissant : topographie, hydrographie, microclimat et pédologie. Les imagos y sont échantillonnés sur des transects de 100m² et les larves sur 10 placettes de 1m². Ces relevés acridiens sont appelés « répétition ». Selon la surface du milieu, entre 3 et 15 répétitions y sont effectuées. La figure 2 donne l'exemple du découpage de la station de Beantoko qui fait environ 200 ha : 30 répétitions sont réparties sur les 3 milieux.



CI : Colline Intermédiaire / VP : Vallée Principale / VS : Vallée Secondaire

Figure 2 : Les 30 répétitions de la station de Beantoko (échelle 1 répétition = 100m)

La division des stations en milieu aurait du permettre ensuite de regrouper les comptages acridiens selon des entités environnementales homogènes et ainsi de pouvoir les comparer entre elles. Cependant, malgré de fréquentes missions, la répartition des répétitions n'a pas toujours été faite de manière optimale et des répétitions de « bas fond » étaient parfois situées sur les « pentes » et vice

versa. De plus le découpage entre les milieux était trop grossier, englobant ainsi des biotopes parfois très contrastés. Par exemple, un milieu « bas fond » comprenait en fait 3 biotopes : culture de zone humide, forêt galerie et friches à grandes graminées qui ont chacun une signification et un attrait différent pour le criquet. Il fallait donc premièrement revenir à un découpage plus fin de chaque station en biotope élémentaire et deuxièmement affecter chaque répétition à un biotope élémentaire.
Pour caractériser un biotope élémentaire, la méthode la plus stricte reste toujours la phytosociologie : le relevé exhaustif des espèces végétales en présence permet de caractériser des associations végétales. Cependant ce travail demande un investissement de base en botanique dans une région très peu prospectée et ensuite un traitement des données colossal. Ce travail eu été possible avec un binôme spécialisé dans le domaine.
Il a fallu donc procéder à une caractérisation plus rapide du biotope, non plus par les espèces présentes mais par ses caractéristiques physiques : le relevé structural de la végétation. Le relevé structural permet de classer des entités physionomiques et structurales homogènes, les formations végétales, en fonction des principaux types bio-morphologiques présents et de leur arrangement dans l'espace (voir annexe 3 pour les principaux types de formation végétale).

L'échelle retenue pour un relevé structural est identique à celle des relevés acridiens (répétition) en prenant en compte les bordures immédiates, soit une surface d'environ 200m². Après avoir parcouru le transect de comptage acridien, la fiche était remplie avec le prospecteur de la station, une photo numérique ou plus était prise et le point GPS enregistré. Le tout était noté dans une fiche de relevé structural de la végétation (annexe 4).

Par ailleurs un travail de cartographie à partir d'image Landsat (haute vallée Mangarahara et Sofia) et SPOT (région d'Anjalazala et Port Bergé) est mené au CIRAD. Si on prend la peine de choisir les mêmes entités écologiquement homogènes dans la classification des images, il est alors possible d'avoir un outil cartographique d'extrapolation de données obtenues sur des transects assez proches (Cf. 4-3).

3-2 Données

Il s'agit de comparer les données acridiennes dynamiques relevées lors des prospections intensives, avec des données structurales du tapis végétal. De cette comparaison pourra aboutir un classement des milieux favorables en distinguant les 2 périodes du cycle de l'insecte, reproduction et diapause.
Le croisement des données pourra se faire en utilisant les tableaux classiques de statistique multivariée.

4- Bilan des données disponibles

4-1 Les stations prospectées

Il s'agit de faire un bilan des données disponibles actuellement et arriver à en tirer le meilleur parti pour expliquer la dynamique des populations de l'insecte. Quatre stations ont été prospectées avec rigueur depuis décembre 2002. D'autres ont été ouvertes plus tard et certaines ont été prospectées très irrégulièrement (tableau 2).

CIRAD-DIST
Unité bibliothèque
Lavalette

Tableau 2 : Prospections sur les stations acridiennes de la Sofia

	Poste	Nom	Coordonnées	Alt. (m)	Ouverture	Fermeture	Durée (mois)	Nbre G	Qua-lité
1	Antsohihy	**Tsimananila**	S14°54'/E47°59'	25	08/12/2002		41	3	B
2		**Anjalazala**	S15°00'/E48°10'	100	09/12/2002		41	3	B
3	Marotandrano	**Tsimijaly**	S16°09'/E48°51'	475	01/02/2006		3	0	F
4		**Ambalaben'i Fasina**	S16°05'/E48°49'	450	01/02/2006		3	0	F
5	Marovato	Manongarivo	S15°47'/E48°04'	200	29/11/2004	20/01/2006	14	1	F
6		Antsakay	Non relevé	?	01/12/2004	20/01/2006	14	1	F
7	Manpikony	Amparihimanonga	S16°06'/E47°40'	80	15/11/2004	15/11/2005	12	1	F
8		Andranomangatsiaka	S16°04'/E47°38'	50	15/11/2004	15/11/2005	12	1	F
9	Port Bergé	**Marosely**	S15°39'/E47°36'	40	15/07/2003		33	3	M
10		**Bezanadako**	S15°30'/E47°36'	25	20/07/2003		33	3	M
11	Befandriana Nord	Ambodimotso bas	S15°10'/E58°21'	220	03/12/2002	20/01/2006	38	2	M
12		Morafeno	S15°16'/E48°29'	260	04/12/2002	20/01/2006	38	2	M
13	Marovatolena	Manerinarina	S15°13'/E47°35'	160	18/11/2004	30/01/2006	14	1	M
14		Ampanihy kely	S15°11'/E47°38'	200	17/11/2004	30/01/2006	14	1	M
15	Mandritsara	**Beantoko**	S15°53'/E48°55'	360	08/12/2002		41	3	B
16		**Ampotamainty**	S15°47'/E48°50'	365	04/12/2002		41	3	B

Nbre G : nombre de génération suivie entièrement
Qualité : Faible, Moyenne ou Bonne. Cette évaluation dépend de la formation du prospecteur et de la régularité des prospections.
En gras, les 8 stations encore prospectées actuellement.

En 2001 et 2002, la station d'Anjalazala (2) a été prospectée assez régulièrement par l'équipe de la protection des végétaux (CirPV). Si ces prospections n'étaient pas très précises, elles ont donné néanmoins les premières indications sur le niveau des populations. La mise en place des prospections intensives a réellement démarré en décembre 2002. Les stations 1 et 2 ont dés lors été très bien suivies par le même prospecteur.
Les stations de Marotandrano (3 et 4) ont été prospectées officiellement depuis le 22/11/2004, mais les données insuffisantes et fragmentaires sont restées inexploitables jusqu'au changement de prospecteur début février 2006. Aucune génération n'a encore été suivie complètement. Il faut attendre avril 2007 pour avoir de premiers résultats exploitables à Marotandrano.
Pour des raisons d'accessibilité, le prospecteur de Marovato n'a pas pu être encadré avec rigueur. Ses stations (5 et 6) n'ont jamais été suivies finement. Surtout aucun géoréférencement des relevés ni étude de la structure de la végétation n'ont été faits sur place, ce qui empêche toute étude d'écologie dynamique. Les données sont donc à prendre avec beaucoup de recul.
Les stations de Manpikony (7 et 8) n'ont été suivies qu'une génération au cours de laquelle, aucune larve n'a été repérée.
Les stations de Port Bergé (9 et 10) ont mis du temps à se mettre en place. Il a fallu former longuement le prospecteur. Puis il a été remplacé en février 2006. Malgré tout, 3 générations ont été suivies entièrement.
Le prospecteur a aussi changé sur les stations de Befandriana (11 et 12) en novembre 2004. Ce changement a eu un impact sur la qualité des prospections. Puisqu'il a fallu recadrer précisément les itinéraires des répétitions, faute de quoi les comparaisons interannuelles deviennent impossibles. Malheureusement ces 2 stations ont été fermées en janvier 2006.
A Marovatolena (district d'Analalava), les stations 13 et 14 ont permis de suivre une génération seulement. C'est l'année de formation du prospecteur, les données sont intéressantes, mais à prendre avec un peu de recul.
Les stations de Mandritsara (15 et 16) ont été prospectées régulièrement et avec une qualité constante malgré la sollicitation forte du prospecteur pour d'autres travaux : traitement, prospection extensive, encadrement paysan.

Déjà il apparaît que des prospections irrégulières ou mal encadrées empêchent toute exploitation des données sur la génération entière. Ce travail de rigueur est très difficile à maintenir en permanence, surtout lorsque la structure administrative évolue et ne s'adapte pas bien aux besoins des prospections. Le suivi de certaines stations (Befandriana Nord par exemple) s'est arrêté fin janvier en pleine campagne et empêche donc l'exploitation des résultats obtenus depuis novembre (début de la génération 2006). Sans un investissement colossal des prospecteurs et des formateurs sur le terrain, aucun résultat n'aurait pu être exploitable pour des travaux de recherche appliqués.

4-2 Les données relevées

Fréquence

Jusqu'au 1° février 2006, les prospections ont été effectuées tous les 5 jours. Sans raison apparente, cette fréquence est alors devenue décadaire. Pour éviter trop de discordance et un relevé optimal des données, il a été décidé avec le chef de zone que les prospections soient effectuées tous les 5 jours entre le 15 septembre et le 30 mai, puis tous les 10 jours pendant la saison sèche.

Comptages

Toutes les stations ont été découpées en milieux. Dans chacun de ces milieux, les imagos sont échantillonnés sur des transects de 100m² et les larves sur 10 placettes de 1m² : les « répétitions ». Selon la surface du milieu, entre 3 et 15 répétitions y sont effectuées. Nous avons vu plus haut (Cf. 3-1) les limites de ce découpage trop grossier des stations. Il est encore conservé actuellement pour ne pas perturber le dispositif et permettre aux prospecteurs d'avoir des repères. Mais les données seront maintenant compilées selon les biotopes élémentaires plutôt que les milieux.

Sur chaque répétition, le prospecteur compte les criquets à vue, puis fait un relevé de végétation. Trois paramètres dynamiques sont notés : verdissement, hauteur et recouvrement. Pour compléter les données environnementales, le prospecteur note l'humidité du sol en surface et à -10 cm. Sur chaque répétition, les données suivantes sont relevées :

- Nombre d'imagos observés sur 100 m² ;
- Nombre de larves observées sur 10m² ;
- Humidité du sol en surface ;
- Humidité du sol en profondeur ;
- Observation d'accouplement ou de ponte ;
- Pour chaque strate (arborée, arbustive, herbeuse, culture sèche et culture irriguée) :
    - Superficie relative ;
    - Hauteur ;
    - Recouvrement ;
    - Verdissement.

Sur les stations de Antsohihy et Mandritsara, un relevé des espèces végétales présentes a été effectué sur chaque répétition. Les échantillons végétaux ont été collectés dans un herbier.

Captures

Après ou lors du parcours sur l'ensemble des répétions, le prospecteur capture des imagos et des larves. Ces captures sont classées selon les milieux. De retour chez lui, les captures sont triées et les paramètres suivant sont notés :

Larves :

- Couleur générale : verte, panachée ou contrastée ;
- Tache sur le fémur postérieur : absente, diffuse ou présente ;
- Stries oculaires : visibles, diffuses ou invisibles ;

Imagos :

- Sexe ;
- Couleur du thorax : beige, jeune, ou rouge ;
- Couleur des ailes : transparente, rosée, rouge lilas ou rouge cerise ;
- Présence d'acariens blanc, rouge ou jaune ;
- Nombre de stries oculaires : 6, 7 ou 8.

Dissection

De septembre à janvier, le prospecteur dissèque les femelles en cours de maturité sexuelle ou en ponte. Il compte les ovarioles puis pour chaque ponte effectuée, il compte les traces de ponte et les régressions ovocytaires.

Bases de données

Toutes ces informations sont consignées dans une base de données sur MS Access (15Mo) qui compte 969 enregistrements (600 autres sont encore à saisir). La structure des relations figure en annexe 6. Toutes les requêtes sont possibles et permettent de mettre en forme les données selon le format désiré.

Articulation géographique

Les données sont toutes géoréférencées selon l'arbre logique suivant (les surfaces sont données à titre indicatif) :
Sous région (>1000 km²) → Station (1km²) → Biotope élémentaire (10 ha) → Répétition (0,1 ha)

Les regroupements sont possibles à chaque niveau. Un SIG à plusieurs dimensions est en cours d'élaboration pour compiler ces données selon les différentes échelles. Pour arriver à extrapoler des surfaces le problème des limites des biotopes se pose. La télédétection a donc été utilisée.

4-3 Appui de la télédétection

Pour les 2 périodes de développement de l'insecte (diapause et reproduction) des questions se posent :

- Diapause : comment se répartissent les biotopes favorables à la diapause et quelle est leur répartition géographique ?
- Reproduction : la déforestation au cours des 30 dernières années a-t-elle eu un impact sur l'ouverture de nouvelles zones de ponte et aussi de couloirs de migrations ?

Dans les 2 cas l'imagerie satellitaire est un outil qui peut amener des éléments de réponse.

Diapause

Une image Landsat gratuite a été traitée en collaboration avec l'UMR Tetis de la Maison de la Télédétection selon l'itinéraire méthodologique suivant :

1. Choix de l'image satellite : Landsat résolution 30X30 optimale pour détecter le biotope acridien, Image gratuite, prise de vue août 1996 dans la zone de Mandritsara.
2. Préparation de l'image : Géo référencement, calage avec des données SIG délicates (données digitalisées approximatives), récupération d'un MNT (Modèle Numérique de Terrain).
3. Découpage de la zone d'étude : par photo interprétation visualisation de la dissymétrie Est-ouest, découpage selon les bassins versants grâce au MNT, extraction de la zone supérieure à 700 m sur le versant oriental.
4. Choix des parcelles d'entraînement : repérage de parcelles d'entraînement représentant 15 biotopes acridiens, délimitation par photo interprétation à l'écran.
5. Analyse supervisée 1° version : 11 classes, difficile de repérer les cultures sèches, distinction entre les zones herbeuses pas encore évidentes, délimitation de nouvelles parcelles d'entraînement.
6. Analyse supervisée 2° version : 16 classes, impression des cartes pour le terrain.
7. Analyse supervisée 3° version (retour du terrain en décembre 2005) : création de nouvelles classes savane basse arboré / savane basse – savane haute arboré / savane haute – steppe sur le versant Est, redécoupage de parcelles d'entraînement.
8. Analyse supervisée 4° version : comparaison avec les parcelles d'entraînement relevées sur le terrain, découpage de la zone d'étude selon les 2 versants Est et Ouest : analyse sous contrainte (pas de forêt caducifoliée à l'Est et pas de forêt sempervirente à l'Ouest), utilisation de masques et analyse sous contrainte pour faire ressortir les forêts galeries.
9. Finalisation 02/02/2006 : lissage en Maj. 3X3, carte finale répartie en 15 classes de biotopes.

Il s'agit maintenant de faire correspondre exactement chaque répétition avec un biotope repéré sur la carte afin de pouvoir extrapoler les données relevées ponctuellement à des surfaces et évaluer le potentiel écologique sur toute la région de Mandritsara.

Reproduction

L'utilisation d'archives satellitaires accessibles sur ¼ de siècle permettrait de comprendre l'évolution du couvert végétal. Deux zones ont été sélectionnées, une centrée sur Anjalazala et la forêt Bora et une autre sur Port Bergé et la vallée de la Sofia. Pour chaque zone 4 prises de vue d'image satellite à haute résolution (Spot) ont été sélectionnées : 1986, 1992, 1999 et 2004. Cette profondeur historique doit nous permettre de répondre aux 2 questions suivantes :

1. Déforestation et apparition de zones de ponte : l'étude diachronique du couvert végétal permettrait d'élaborer une cinétique de disparition de la forêt et d'évaluer l'apparition de zones de ponte entre 1986 et 2004. Le travail a pour l'instant été limité à la zone pilote d'Anjalazala relativement connue et accessible en voiture.
2. Ouverture de voies de communication entre l'est et l'ouest du bassin de la Sofia le long du réseau hydrographique mettant en relation des zones de reproduction des zones de pontes. Il s'agit de sélectionner sur ces mêmes images, les pourtours du réseau hydrographique et d'étudier finement l'évolution du couvert végétal. En prenant comme postulat que des longues bandes de forêt dense empêchent le déplacement du locuste, il devient possible d'évaluer un « potentiel de déplacement » de chaque rivière orientée E-O et de voir l'évolution de ce potentiel de 1986 à nos jours. En cas de déforestation massive, les cours d'eau perdraient leur rôle canalisateur des déplacements au profit d'autres voies ouvertes par les défriches. Cette étude des couloirs de déplacement a été lancée en mai et devrait fournir les premiers résultats en septembre 2006.

Le préalable à tout travail de télédétection est une bonne connaissance du terrain donc la constitution de bases de données géoréférencées sur les biotopes en présence et les caractéristiques physiques du substrat. Lors de cette mission 15 points ont été relevés dans la région d'Anjalazala. Ce travail n'est qu'un début et devra être complété par une campagne de relevé GPS sur l'ensemble des 2 images Spot. Pour arriver à quadriller correctement une image, il faut pouvoir se déplacer hors des grands axes de communication ; une mission est donc indispensable en saison sèche. L'idéal serait de dévouer le travail d'un stagiaire uniquement à ces relevés en septembre 2006.

Conclusion

La compréhension de la dynamique des populations du criquet nomade passe par 3 composantes. Les composantes statiques (géologie et organisation des milieux), des composantes semi statiques (état du couvert végétal) et des composantes dynamiques (météorologie et indirectement humidité du sol et verdissement de la végétation). Cette mission a permis de mieux appréhender les composantes statiques du milieu.
Il devient maintenant possible de mettre en relation ces composantes statiques de l'environnement avec la présence des criquets selon les 2 périodes du cycle, diapause et reproduction.

Ces travaux montrent bien qu'il est très difficile d'appréhender *a priori* la bioécologie d'un locuste (comme de tout être vivant). Le criquet nomade ne faisant qu'une reproduction par an, il est long et difficile d'obtenir des données dans des situations climatiques contrastées pour arriver à comprendre la réaction de l'insecte. Il est particulièrement délicat d'obtenir des données de qualité sur la durée. Ceci a été possible sur quelques stations de la Sofia grâce à un **investissement colossal du personnel sur le terrain**.

Les **données météorologiques** manquent cruellement, notamment l'aérologie. Une convention entre le CNA et la Météo Nationale a bien été signée, mais ne concerne que l'installation de nouveaux postes et non pas le transfert de données. Sans aucun travail coordonné entre ces services, il sera impossible d'arriver à maîtriser le fléau du criquet nomade et du criquet migrateur dans le Sud. Tous les pays qui sont parvenus à maintenir la menace de locustes ont établi des relations étroites entre le centre antiacridien et le service national de météorologie.

Pour finir les relevés manquants sur les stations fixes et arriver à mieux comprendre la limite de dispersion orientale des imagos en saison sèche, il faut prévoir une autre mission pour le **mois de septembre**. La FAO serait disposée à financer ce projet. Un stagiaire spécialement dédié aux relevés GPS sur les 2 images Spot à l'ouest de la Sofia pourrait être utilement associé à la mission. La campagne de relevé complète serait alors exploitable à l'automne prochain.

Le travail de terrain permet de collecter les données nécessaires aux avancées théoriques sur le criquet et son environnement. La mise en pratique d'un réseau de surveillance et de lutte préventive est un autre défi qui doit se préparer dès maintenant et qui se déroulera sur au moins deux campagnes antiacridiennes sous l'égide du CNA.

Annexes

ANNEXE 1 : CALENDRIER DES ACTIVITES DE LA MISSION (17 AVRIL AU 6 MAI)

Lundi 17 avril (voyage)
06h55 Décollage de Montpellier. 22h50 Arrivée à Ivato - Tananarive. Accueil assuré par la DR CIRAD

Mardi 18 avril (Tananarive)
08h00 Direction Régionale du CIRAD : remise du courrier, récupération fiches de prospections et billet d'avion
09h30 Entretien avec Michel Partiot
11h00 Antenne du CNA. Préparation de la mission avec M Elise et Mlle Lalaina
12h00 Transfert pour Ivato accompagné de Mlle Lalaina
14h30 Annulation du vol Air Mad, pour « problème technique »
17h00 Hébergement assuré par la compagnie à l'hôtel Ivotel à Anosy
19h00 Dîner avec 2 consultants de l'Agha-Khan chargé d'une formation agricole à Befandriana Nord

Mercredi 19 avril (Tananarive - Antsohihy)
05h00 Départ de l'hôtel
07h00 Décollage d'Ivato
10h30 Arrivée à Antsohihy accueil par le chef de zone, Elie Ramiandra
15h00 Bilan de la situation acridienne avec le personnel de la zone

Jeudi 20 avril (Antsohihy)
07h00 Prospection sur la station de Tsimananila, remplissage des fiches de végétation et de paysage
14h00 Retour à Antsohihy
16h00 Récupération des données météo et antiacridienne de la zone, préparation du départ pour Port Bergé

Vendredi 21 avril (Port Bergé)
06h00 Départ pour Port Bergé. Recueil de points GPS sur les biotopes du NSE
10h00 Rencontre avec M. Samuel, nouveau prospecteur de Port Bergé
11h00 Descente sur la station de Marosely. Prospection acrido environnement
15h00 Retour à Port Bergé
16h00 Bilan des prospections et formation du prospecteur

Samedi 22 avril (Port Bergé)
05h30 Départ pour la station de Bezanadako. Prospection acrido et environnement.
14h30 Retour à Port Bergé. Discussion avec Ravoson, ex-prospecteur CNA, remercié mais non payé
15h30 Départ de Port Bergé, 2 pannes sur la route
19h00 Arrivée à Antsohihy

Dimanche 23 avril (Antsohihy)
08h30 Décharge des photos numériques, correction de l'appareil, nettoyage informatique
16h00 Mise au point du programme de prospection avec les 2 PA et le CZA
17h00 Sortie ornithologique dans le marais d'Anahidrano (sud Antsohihy)

Lundi 24 avril (Anjalazala)
05h30 Départ pour la station fixe d'Anjalazala. 6h crevaison, retour à Antsohihy
07h00 Préparation rapport de mission
18h00 Passage au bureau de la zone, état des lieux du véhicule

Mardi 25 avril (Antsohihy)
05h00 Départ avec Dixon et Samuel pour Anjalazala. Prospection acrido et environnement. Retour à Antsohihy à 13h
15h00 Dissection et mesure des captures
16h40 Annulation du vol AirMad de J-F Duranton, assistant technique PLPA/BAfD. Obligation de louer un véhicule pour l'acheminer sur Mandritsara le surlendemain

Mercredi 26 avril (Mandritsara)
05h30 Départ pour Mandritsara
08h00 Passage à la station d'Ambodimontso puis à Befandriana Nord.
16h00 Arrivée à Mandritsara, passage chez le prospecteur Félix. Programmation des prospections à venir

Jeudi 27 avril (Beantoko)
05h30 Départ pour la station de Beantoko, accessible en voiture. Prospection et relevés environnementaux. Retour à Mandritsara à 15h00
16h00 Arrivée par la route de Jean-François Duranton, bilan de situation acridienne au sud et dans la Sofia, état des prospections
18h00 Remplissage des fiches, décharge appareil photo

CIRAD-DIST
Unité bibliothèque
Lavalette

Vendredi 28 avril (Ampotamainty)

05h30 Départ pour la station d'Ampotamainty en 4X4 puis à pied. Prospection et relevés environnementaux. Retour à Mandritsara à 16h30

17h00 Décharge de l'appareil photo, remplissage des fiches

Samedi 29 avril (Marotandrano)

05h30 Départ pour Marotandrano. Prospection de la côte de Bekaranga à Ambalaben'i fasina (densités > 30 000/ha)

11h00 Marotandrano. Rencontre du prospecteur Taurd. Prospection sur la station de Tsimijaly et relevés environnementaux

18h00 (coucher du soleil) Fin de la prospection

Dimanche 30 avril (Marotandrano)

05h30 Récupération du matériel de l'ex-prospecteur CNA, la bicyclette a été prêté à la famille !

06h00 Départ pour la station d'Amabalaben'i fasina : prospection et relevés environnementaux

15h00 Retour à Mandritsara en 4X4, observation de dégâts sur canne à sucre et bananiers

19h00 Arrivée à Mandritsara. Numérotation des photos numériques.

Lundi 1° mai (Mandritsara – Antsohihy)

04h00 Départ de Mandritsara avec Félix et Taurd

07h00 Prospection et relevés environnementaux sur la station d'Ambodimontso

13h00 Befandriana : dépôt des prospecteurs qui rejoindront leur poste en taxi-brousse

16h00 Arrivée à Antsohihy

Mardi 2 mai (Antsohihy - Mahajanga)

07h30 Base de vie de Collas, récupération des données météo des 4 postes Collas

09h00 Numérotation des photos numériques

10h00 Zone antiacridienne du CNA : bilan de la mission avec le CZA : situation acridienne, recherche, lutte, logistique et dispositif humain

13h00 Repas avec le CZA

17h00 Décollage du Twin AirMad, 18h arrivée à Mahajanga

Mercredi 3 mai (Mahajanga – Tananarive)

07h00 Bilan des relevés avec J-F Duranton. Préparation de la note de mission (Annexe 5). Échange de fichiers électroniques. Préparation de la présentation des actions de l'UR Acridologie pour la venue du DG-CIRAD.

20h00 Décollage de Mahajanga

21h00 Arrivée à Ivato, installation et récupération de 157 courriers électroniques en attente

Jeudi 4 mai (Tananarive)

07h00 Entretien avec J-F Duranton. Finition de la note de mission. Passage de courrier

09h00 DR CIRAD, bilan de la mission avec M.Partiot. Accueil de M-H Luong arrivée la veille de Montpellier. Rencontre avec Lalaina Rabesisoa.

11h30 Préparation du rapport final et de la restitution de mission

15h00 FTM : Récupération des images fausses couleurs au 300 000° éditée pour la révision des biotopes de l'AG du *Locusta*

16h00 FAO : Rencontre avec le représentant : pour les futures missions dans la Sofia, aucune garantie n'est obtenue

17h00 DR CIRAD : Rencontre avec les chercheurs CIRAD en poste à Madagascar pour préparer la venue du DG

19h00 Repas avec MH Luong et Lalaina

Vendredi 5 mai (Tananarive)

07h00 Finalisation du compte rendu de mission

09h00 DPSAPS : compte rendu de mission en présence du CNA, du MAEP, des bailleurs de fond et de la FAO

11h00 Fin du bilan. Visite à P. Danthu, chef d'URP Foret et Biodiversité

22h30 Aéroport d'Ivato, enregistrement sur le vol AF 908

Samedi 6 mai (Tananarive – Montpellier)

00H30 Décollage d'Ivato, 10h50 arrivée à CDG, 17h00 arrivée à Montpellier : fin de la mission.

ANNEXE 2 : PERSONNALITES RENCONTREES AU COURS DE LA MISSION

N	Prénom et Nom	Institution	Localité	Fonction
1	M. Michel Partiot	CIRAD	Tananarive	Directeur régional
2	M. Elis Rajaofera	CNA	Tananarive	Chef d'antenne de Tananarive
3	M. Augustin Herindranovona	CNA	Tuléar (par tél)	Directeur du CNA
4	Mlle Lalaina Rabesisoa	CNA	Tananarive	Resp. technique Antenne CNA
5	M. Velondrazana	CNA	Antsohihy	Adjoint au chef de zone
6	M. Élie Ramiandra	CNA	Antsohihy	Chef de zone Sofia
7	M. Dickson	CNA	Antsohihy	Prospecteur CNA
8	M. Ravoson	CNA	Port Bergé	Ex prospecteur CNA
9	M. Samuel Fanorizany	CNA	Port Bergé	Prospecteur CNA
10	M. Taurd Ravelomanana	CNA	Marotandrano	Prospecteur CNA
11	M. Félix Malazamanana	CNA	Mandritsara	Prospecteur CNA
12	M. Jean-François Faye	Collas	Antsohihy	Resp. Laboratoire Géotechnique
13	M. Ignace Boto	DRDR	Antsohihy	Directeur régional Sofia
14	M. Bertrand de Bourran	Mission catholique	Marotandrano	Prêtre de la mission
15	M. Paul Koening	Retraité	Antsohihy	Ornithologue retraité
16	M. Martin Smith	FAO	Tananarive	Représentant régional
17	M. Honoré Razafimbelo	FAO	Tananarive	Chargé de programme
18	M. Jean François Duranton	CIRAD	Antsohihy	Acridologue en mission FOFIFA
19	Mme Luong Skovmand	CIRAD	Tananarive	Acridologue en mission FOFIFA
20	M. Pascal Danthu	CIRAD	Tananarive	Chef de l'URP Forêt et biodiversité
21	M. Alain Ratnadass	CIRAD	Tananarive	Chef de l'URP Riz d'altitude
22	Mlle Marie Hélène Dabat	CIRAD	Tananarive	Chercheur auprès du FOFIFA
23	M. Pierre Montagne	CIRAD	Tananarive	Chercheur à l'URP Forêt

ANNEXE 3 : CLE D'IDENTIFICATION DES TYPES DE FORMATIONS VEGETALES EN ZONE TROPICALE SECHE

1. (12) Formations herbeuses

2. (3) Groupement uniquement composé de thérophytes et/ou de géophytes laissant le sol nu en dehors de la période d'activité

ERME

(Les ermes sont des groupements éphémères).

- La hauteur moyenne au maximum de croissance reste inférieure à 40 cm

ERME BASSE

- La hauteur moyenne au maximum de croissance est supérieure à 40 cm

ERME HAUTE

3. (2) Groupement composé d'une proportion plus ou moins importante d'espèces pérennes.

4. (9) Groupement non nettement stratifié.

5. (6) La hauteur moyenne des appareils végétatifs est inférieure à 15 cm. La hauteur moyenne des appareils reproducteurs ne dépasse pas 40 cm

PELOUSE

(Les pelouses sont souvent des formations azonales révélant un type d'environnement particulier : surpâturage, sol halotrophe,...).

- Le recouvrement global est supérieur à 90 %

PELOUSE FERMÉE

- Le recouvrement global est compris entre 30 et 90 %

PELOUSE OUVERTE

- Le recouvrement global est inférieur à 30 %

PELOUSE TRÈS OUVERTE

6. (5) La hauteur moyenne des appareils végétatifs dépasse 15 cm.

7. (8) Le recouvrement global est inférieur à 80 %. Le recouvrement basal n'excède pas 60 %

PSEUDOSTEPPE

(Les pseudosteppes sont des groupements xérophiles ou mésophiles des régions où la pluviosité annuelle moyenne est comprise entre 600 et 250 mm).

- La hauteur moyenne au maximum de croissance est inférieure à 60 cm

PSEUDOSTEPPE BASSE

- La hauteur moyenne au maximum de croissance est supérieure à 60 cm

PSEUDOSTEPPE HAUTE

8. (7) Le recouvrement global et le recouvrement basal sont supérieurs à 90 %

PRAIRIE

(Des prairies sont des formations inféodées aux milieux hygrotrophes).

- La hauteur moyenne au maximum de croissance est inférieure à 60 cm

PRAIRIE BASSE

- La hauteur moyenne au maximum de croissance est comprise entre 60 et 120 cm

PRAIRIE MOYENNE

- La hauteur moyenne au maximum de croissance est supérieure à 120 cm

PRAIRIE HAUTE

9. (4) Groupement nettement stratifié. On distingue une strate herbeuse supérieure constituée d'espèces pérennes formant de grosses touffes et une strate inférieure qui se développe entre les touffes durant la phase active du groupement.

10. (11) Strate herbeuse supérieure continue au maximum de croissance ; le recouvrement global atteint alors 80 à 100 % alors que le recouvrement basal ne dépasse pas 75 %

SAVANE

(Les savanes sont des groupements xérophiles ou mésophiles voire hygrophiles des régions où la pluviosité annuelle moyenne est supérieure à 800 mm).

- La hauteur moyenne au maximum de croissance est inférieure à 120 cm

SAVANE BASSE

- La hauteur moyenne au maximum de croissance est supérieure à 120 cm

SAVANE HAUTE

11. (10) La strate herbeuse supérieure est discontinue au maximum de croissance. Le recouvrement global reste alors inférieur à 75 % alors que le recouvrement basal est généralement inférieur à 50 %

STEPPE

(les steppes sont des groupements xérophiles ou tropophiles des régions sèches).

12. (1) Formations ligneuses :

- Tapis continu d'hémicryptophytes

  LANDE BASSE

- Tapis continu de microphanérophytes

  LANDE

- Tapis continu de nanophanérophytes

  BUSH

  - Couvert ligneux clair permettant le développement d'une strate herbeuse continue ou sub-continue

    BUSH CLAIR

  - Couvert ligneux dense ne permettant pas le développement d'une strate herbeuse sub-continue

    BUSH DENSE

- Tapis continu de mésophanérophytes

  FORÊT

  - Couvert ligneux clair permettant le développement d'une strate herbeuse continue ou sub-continue

    FORÊT CLAIRE

  - Couvert ligneux dense ne permettant pas le développement d'une strate herbeuse continue

    FORÊT DENSE

Cas de formations mixtes :

Les formations herbeuses sont rarement pures ; aussi, en fonction de l'importance du couvert ligneux, on peut distinguer plusieurs variantes :

- Couvert ligneux nul

  Formation herbeuse PURE

- Couvert ligneux ayant un recouvrement inférieur à 20 %
  - Les espèces ligneuses sont des buissons

    Formation herbeuse BUISSONNANTE

  - Les espèces ligneuses sont des arbustes

    Formation herbeuse ARBUSTIVE

  - Les espèces ligneuses sont des arbres

    Formation herbeuse ARBORÉE

- Couvert ligneux compris entre 20 et 40 %

  Formation BOISÉE

- Couvert ligneux supérieur à 40 %

  Formation MIXTE

Cas des zones de cultures :

- Parcelle ensemencée et sarclée dans l'année

  CULTURE

- Parcelle non cultivée mais participant à un cycle régulier d'assolement

  JACHÈRE

- Parcelle où la culture est abandonnée pendant une ou plusieurs années sans qu'il y ait un cycle régulier d'assolement

  FRICHE

ANNEXE 4 : FICHE DE RELEVE STRUCTURAL DE LA VEGETATION

Photo num :_____ N° relv : ____/ **Date** : _____ NUM

PAYS : MADAGASCAR Rég : _____ Com :_____ **Station** :_____ Milieu : _____

Latitude :_____°_____'____" S Longitude : _____°_____' ____" E Alt :_____m Prospecteur : _____

SBT:_____ha SRE :_____

Biotope :_____ Sol Nu% :____ Sol Nu F_____

NBA :

Géomorpho :_____ Morphopédo :_____ Topo :_____Expo : _____ Pente : _____

Régime hydrique Régional	A	Ed_C	Ed_T	Ed_A	Ex_C	Ex_T		
Rég hyd Rel	A	Ed_C	Ed_T	Ed_A	Ex_C	Ex_T		
Hydrotrophie :	XX	X	MX	M	MH	H	HH	T

Code	Strate	TOTALITE GROUPEMENT						ESPECES DOMESTIQUES						Taxo				
		Rec. %	H mini	H moy	H max	IRH	IRL	Rec. %	H mini	H moy	H max	IRH	IRL	Gr	Cy	Lg	F	H
a	annuelle																	
g	géophyte																	
v	vivace																	
b	annuelle buissonneuse																	
l	lianes herbeuses																	
h	hydrophyte herbeux																	
p	parasite ou hémiparasite herbeux																	
B	petit buisson 1,50 - 3,50																	
BB	buisson < 3,5 m																	
A	arbuste > 3,50																	
AA	petit arbre 3,5- 7,50 m																	
AAA	arbre 7,50 - 15,0 0m																	
AAAA	grand arbre 15 - 25 m																	
L	liane ligneuse																	
P	parasite ligneux																	
Plm	Palmiforme																	

CIRAD-DIST
Unité bibliothèque
Lavalette

Définition des entêtes de la fiche de relevé :

Rég : région
Com. : commune
Station : nom de la station de prospection
Milieu : milieu dans lequel s'effectue le relevé
Latitude et Longitude exprimées en DMS WGS 84
SBT : surface du biotope total en hectare
SRE : surface du relevé en hectare
Biotope : nom donné au biotope présent dans le relevé (en général un relevé s'effectue dans un seul biotope)
sol nu % : pourcentage de sol nu dans le relevé
Sol Nu F : fragmentation des plages de sol nu (0 : aucune, 1 : moyen, 2 : important, 3 : très important)
NBA : nombre de Biotopes Adjacents et liste à fournir
Géomorpho : description géomorphologique du relevé
Morphopédo : description morpho-pédologique du relevé
Topo : place du relevé dans la toposéquence
Expo : exposition (Est, Ouest, Sud ou Nord
Dir : direction (point cardinal) de la pente
Régime hydrique régional : régime du bassin dans lequel se situe la station du relevé
Rég hyd rel: régime hydrique du relevé : aréique (sans écoulement de surface), endoréique (écoulement de surface sans exutoire vers la mer), collecte, transitoire ou accumulation, exoréique (écoulement de surface avec exutoire vers la mer) collecte ou transitoire
Hygrotrophie : hyper-xérophile, xérophile, méso-xérophile, mésophile, méso-hygrophile, hygrophile, hyper-hygrophile, tropotrophe

Définition du tableau de la fiche de relevé :

A (annuelle) : plante à cycle annuel
G (géophyte) : plante dont les organes de développement sont situés dans le sol (bulbes, caïeux, tubercules, rhizomes) et capables d'affronter la mauvaise saison
V (Vivace) : plante qui vit plusieurs années
B (annuelle buissonneuse) : ligneux en touffe annuel
L (Liane herbeuse) : plante grimpante non ligneuse
H (hydrophyte herbeux) : herbe enracinée aux abords de l'eau
P (parasite ou hemi-parasite herbeux) : plante qu se développe tout ou en partie au dépens d'autres végétaux
Plm : palmiforme (par exemple raphia ou Bismarkia)

Rec : pourcentage recouvert globalement par cette strate sur tout le relevé
H mini : hauteur minimale au sein de la strate
H moy : hauteur moyenne au sein de la strate
H max : hauteur moyenne au sein de la strate
IRH : Importance relative au sein de la strate herbeuse, correspond au biovolume occupé par la strate en question
IRL : Importance relative au sein de la strate ligneuse, correspond au biovolume occupé par la strate en question

Taxo :

Gr : Poaceae
Cy : Cypéracées
Lg : Légumineuses (au sens large)
F : Forbes (ligneux)
H : herbeux

Dans le carré en bas à droite du tableau, les espèces végétales importantes et présentes dans le relevé ont été notées

ANNEXE 5 : NOTE DE SITUATION DANS LA SOFIA (DEBUT MAI 2006)

Rédigée par
Jean-François DURANTON & Alex FRANC
Acridologues Cirad-amis-UPR 50 Acridologie

Introduction

- Statut bioécologique du bassin de la Sofia reste à définir
- La déforestation reste très intense dans la région intermédiaire (zone de transit) mais aussi dans la partie orientale de la zone de refuge hivernal.
- Le statut administratif de la lutte anti-acridienne contre le *Nomadacris* bien que provisoire a permis d'améliorer les locaux d'Antsohihy et de recruter quelques prospecteurs depuis le 1er février 2006, maintenant la structure du dispositif doit être complétée pour être pleinement efficace.
- Les résultats de la recherche sont substantiels d'autant que les conditions éco-météorologiques particulières de la campagne 2005-6 ont permis de confirmer certaines hypothèses relatives aux déterminismes des pullulations du Criquet nomade dans le bassin de la Sofia ; les résultats eussent été encore plus significatifs si le protocole d'observation/surveillance n'avait pas été mutilé à compté du mois de février 2006 (arrêt des prospections sur Befandriana et périodicité des prospections réduite à 1 par décade au lieu de 2 par décade).
- A l'issue de cette rapide mission, il apparaît que les populations imaginales du Criquet nomade ont fortement augmenté en effectif et en grégarité durant la campagne 2005-6 et qu'il serait judicieux de préparer dès maintenant une campagne de prospection et de lutte pour le printemps austral prochain (septembre- novembre 2006).

1- Situation acridienne

Au cours de la campagne 2005-6, l'installation de la saison des pluies s'est faite tardivement :
– déficit pluviométrique en décembre- janvier ;
– pluviosité normale en février ;
– pluviosité localement excédentaire en mars- avril.
Dans ce contexte, la reproduction du Criquet nomade s'est effectuée dans d'assez bonnes conditions (ex : coefficient de multiplication de l'ordre de x10 sur la station d'Anjalazala) et une part plus importante des populations a participé à la reproduction dans les zones refuge et vraisemblablement dans la zone intermédiaire (dite de transit, dont Befandriana et Marovato étaient les seules stations représentatives !).
Des dégâts sur cultures ont été enregistrés dans les diverses zones (zone de reproduction, zone de transit, zone de refuge hivernal). Localement des taches larvaires ont été observées en cours de campagne. Des densités imaginales dépassant 25000 jeunes imagos juvéniles/ha ont été observées, assorties d'un comportement *transiens* flagrant.

En cette fin de campagne estivale, on peut estimer que les effectifs de jeunes ailés sont au moins 5 fois supérieurs aux effectifs parentaux : il faut donc dores et déjà se préparer à une campagne de lutte significative en fin de saison sèche 2006 alors que les imagos immatures seront regroupés sur les biotopes de refuges hivernaux : principalement au NE, E et SE de Mandritsara. Il paraît raisonnable de prévoir une campagne de 10 000 à 15 000ha à effectuer, essentiellement par application aérienne.

2- Situation anti-acridienne

2-1 Dispositif de surveillance / recherche

Le bassin de la Sofia bénéficie d'un statut particulier puisqu'il s'agit avant tout de comprendre la dynamique des populations du Criquet nomade dans cette vaste région, en prise avec de profondes transformations de l'environnement (déforestation intensive de certaines parties). Outre la fragmentation puis la disparition progressive des massifs forestiers et des *savoka* secondaires, il se produit de profondes modifications de la redistribution des eaux pluviales, transformant la mosaïque spatio-temporelle des biotopes acridiens. Les transformations sont donc à la fois quantitatives et

qualitatives. Le niveau d'anthropisation actuel semble pouvoir conférer à la région Sofia, le statut d'aire grégarigène pour le *Nomadacris*.
Les observations régulières qui sont effectuées ont donc, **actuellement**, une double finalité :
– une finalité de recherche : pour confirmer ou infirmer le statut d'aire grégarigène ;
– une finalité de surveillance : pour évaluer les risques acridiens et organiser la lutte en connaissance de cause.

Les divers travaux antérieurs ont tous montré que l'on doit distinguer 3 zones majeures quant à la dynamique des populations du *Nomadacris* dans la région Sofia :
– une zone de reproduction, à l'ouest (reproduction estivale) ;
– une zone de transit, médiane (passage des imagos en début et en fin de saison des pluies + reproduction locale) ;
– une zone de refuge hivernal, à l'est (accumulation des imagos en diapause durant l'hiver et reproduction locale).

Il importe que ces trois zones complémentaires soient régulièrement prospectées or les stations de Befandriana ne sont plus prospectées depuis la restructuration de février 2006 ce qui fort préjudiciable, tant pour la surveillance que pour les recherches en cours ; de plus il importe de rétablir le rythme pentadaire des prospections intensives durant la période de reproduction (octobre à mai), une prospection décadaire est suffisante durant la saison sèche (juin à septembre).

2-2 Dispositif de lutte

2-2-1 Stratégie de lutte

La stratégie de lutte contre le Criquet nomade dans le bassin de la Sofia doit être fondée sur une surveillance performante des populations acridiennes car les conditions d'intervention sont très délicates, compte tenu de la bioécologie de l'espèce, des biotopes qu'elle fréquente et des difficultés d'accès à ces biotopes (très peu de voies d'accès permanentes, vastes surfaces enclavées en saison des pluies). Pratiquement, il convient de distinguer les interventions contre les larves (le plus souvent palliatives) des interventions contre les imagos diapausants qui revêt une dimension préventive.

2-2-2 Lutte contre les larves

Or période de recrudescence, les surfaces accessibles (par voie terrestre) durant la saison des pluies font que la lutte contre les larves est avant tout "socio-psychologique" de bord de routes, n'ayant que peu d'impact sur le niveau global des effectifs.
A terme, une réflexion pourrait être engagée quant à l'organisation rationnelle d'une DRC impliquant le CNA, la vulgarisation agricole et les OPA (Organisations Professionnelles Agricoles ou les communautés paysannes). L'enjeu est d'encadrer la protection des cultures en assurant une qualité d'application compatible avec la santé humaine et le respect de l'environnement.

La principale contrainte de la lutte anti-larvaire est le créneau temporel très court dans lequel les interventions peuvent être effectuées de façon pleinement efficaces : période de l'ordre d'une cinquantaine de jours entre la mi-décembre et la mi-février, ensuite la végétation devient trop haute et trop dense pour que les normes d'application puissent être respectées.

Le repérage des zones de ponte dès la fin novembre et début décembre pourrait contribuer à améliorer sensiblement la lutte contre les éclosions et les jeunes larves. Il est maintenant établi clairement que le *Nomadacris* choisit des zones au sol nu avec des perchoirs environnants (*Savoka* ouverte et brûlée). Une estimation de ces surfaces pourrait être conduite au début décembre en associant des prospections aériennes et terrestres.

2-2-3 Lutte contre les imagos

La lutte contre les imagos diapausants, plus ou moins regroupés sur leurs sites refuges de saison sèche, reste le moyen d'intervention le plus efficient à condition d'être rationnellement organisée :
– un bilan de fin de période de reproduction (mai, juin au plus tard) doit permettre d'évaluer le niveau et l'état phasaire des effectifs d'imagos diapausants, donc d'évaluer le kit logistique à mettre en place dès le 15 août suivant ;
– le pré-positionnement des pesticides peut alors être organisé et les démarches administratives engagées pour conduire les opérations de ciblage et de lutte ;
– dès le 1er septembre la localisation des cibles commence ;
– du 15 septembre au 1er novembre on effectue l'élimination des populations les plus dangereuses ;

– en novembre : bilan de campagne, maintenance des matériels et inventaires.

Les derniers traitements de fin novembre 2005 ont concerné 4 500 ha alors que plus de 8 000 avaient été délimités un mois plus tôt. Une part importante des zones traitées a été recontaminée par de nouvelles vagues allochtones venues de l'est. En effet, dès la première pluie, les imagos commencent à chercher des zones de ponte humides et quittent les vallées sèches de l'est de la Sofia, ce qui pose le problème de la limite orientale des zones refuges de saison sèche.
Il s'agit de prospecter beaucoup plus en détail les zones situées à l'est de Mandritsara. Des imagos en diapause passent sans doute la saison sèche sur les rebords du versant est et arrivent tardivement dans la Sofia. Il faut organiser trois prospections sur le Tampoketsa d'Antsiatsiaka, autour du massif du Kambolaza et les abords d'Antanambao Amberina en septembre pour éventuellement délimiter des surfaces infestées. Ces prospections ne sont possibles qu'en moto tout terrain ou à pied.

2-2-4 Logistique

- **Locaux**

De nouveaux locaux ont été attribués à la direction du dispositif CNA d'Antsohihy. Ces locaux sont fonctionnels (Bureau, logement Cadre, Logement CZA, Gîte d'étape) malgré l'absence de cuisine dans le logement du CZA.
Dans le cadre de la structuration du dispositif Sofia (CZA-Adjoint à Mandritsara), il devient urgent d'envisager un campus anti-acridien à Mandritsara (Bureau, logement, gîte d'étape, magasin pesticide et matériel de traitement). Des locaux sont disponibles, il conviendrait de les aménager (réhabilitation simple et creusement d'un puits pour disposer de l'eau courante).

- **Véhicules**

Le dispositif Sofia dispose actuellement d'une ISUZU, rescapée de la dernière invasion, en état de marche précaire et une moto SUZUKI 125cc.
L'ISUZU n'a bénéficié d'aucune maintenance significative depuis près de deux ans, en dépit des demandes réitérées de pièces détachées : il faudrait remplacer la boîte de transfert et effectuer une révision lourde (remplacement des pièces d'usure courante).
Dans la perspective de l'identification des cibles de lutte imaginale, il faut envisager d'affecter trois motos supplémentaires (de type HONDA 185 Trial, modèle robuste plus puissant mais assez léger) à Mandritsara.

- **Communications**

Il est fort dommage que le micro-ordinateur d'Antsohihy ne soit pas doté de modem permettant de recevoir ou émettre des courriels.
Il serait également souhaitable d'installer un poste radio BLU émetteur/récepteur à Mandritsara, en le dotant d'une alimentation électrique par panneaux solaires, dans le cadre de l'installation du poste anti-acridien.

- **Prépositionnements**

Pour mener à bien les opérations de lutte de septembre- novembre 2006, il faut d'ores et déjà envisager de prépositionner 10 000 à 15 000 litres de pesticides et les moyens y afférent pour mener des interventions aéroportées.
Dés la conception des interventions il convient de prévoir les besoins annexes à une opération de lutte intensive et en particulier les carburants nécessaires pour les prospections et l'approvisionnement de chantiers : à titre indicatif on peut tabler sur un besoin de 1000 litres de carburants pour 10 000 litres de pesticides à épandre, dans le contexte de Mandritsara.

Outre le prépositionnement de pesticides il faut envisager d'ouvrir des terrains d'aviation agricoles (30x400 m, au minimum) afin de réduire les temps de convoyages qui réduisent considérablement l'efficience des traitements aériens par AUL.

- **Appareils de traitement**

Actuellement le dispositif de la région Sofia ne dispose que de quatre moto pulvérisateurs à dos (de type SOLO) en état de marche mais ces appareils ne sont pas adaptés aux applications UBV contre le *Nomadacris*, insecte arboricole.

Tous les moto-pulvérisateurs à dos doivent impérativement être équipés du kit UBV :
– pompe auxiliaire pour le pesticide,
– tubulures et joints en téflon,
– régulateur de débit muni d'une plaque métallique (laiton),
– tête de pulvérisation UBV,
sinon les applications de pesticides ne sont pas conforme aux cahiers des charges des applications et conduisent à des gaspillages et à des surdosages.

2-2-5 Administration

Le dispositif d'Antsohihy est éloigné du Siège administratif du CNA, cela ne doit pas être le prétexte de retards répétés pour l'approvisionnement en carburants ou le règlement des salaires et indemnités.

- **Règlement des salaires des ATT**

Six mois après les interventions les agents de traitement temporaires (ATT) n'ont toujours pas reçu leurs salaires !

- **Salaires des Prospecteurs en janvier 2006**

Le changement de statut, entre la fin du Protocole spécifique de l'UE (31 décembre 2005) et le recrutement par le CNA (1er février 2006) se traduit par le non-paiement des salaires de janvier pour les sept prospecteurs en activité. Aucun avis d'arrêt de travail n'a été émis et les prospections ont naturellement continué. Une solution doit être trouvée pour régulariser cette douloureuse situation et rémunérer le travail accompli.

- **Personnel**

La zone d'Antsohihy n'a pas encore trouvé son équilibre structurel, il faudrait :
– nommer un Chef de Zone adjoint en janvier et réhabiliter les locaux nécessaires,
– rouvrir le poste de Befandriana,
– réfléchir à la succession de l'actuel chef de Zone et au remplacement de Monsieur VELONDRAZANA qui part à la retraite à la fin de l'année 2006.

Des compléments de formation sont à envisager, en matière d'informatique, de bioécologie acridienne mais aussi en matière de technique d'application pour garantir la qualité des interventions dans le contexte Sofia et des particularités comportementales du Criquet nomade.

3- Recommandations

3-1 Apurements des arriérés de salaire

L'apurement des arriérés de salaires doit se faire dans les plus brefs délais. Il faut également veiller à la régularité des approvisionnements en carburants.

3-2 Surveillance

Rétablir dans les plus brefs délais le poste de Befandriana, indispensable à la fiabilité de la surveillance et riche d'enseignement pour les recherches en cours.
Rétablir la périodicité pentadaire pour les observations de saison des pluies (fin septembre à fin mai).

3-3 Stratégie de lutte

L'encadrement de la DRC contre les larves mérite d'être repensé, le recours aux pulvérisateurs rotatifs à piles permettrait de rationaliser les interventions paysannes et, dans certains cas, le recours aux formulations en concentré émulsionnable pourrait constituer une alternative aux produits poudres fort mal adaptés au contexte de la Sofia.

3-4 Campagne 2006-2007

La prochaine campagne hivernale est à préparer dès maintenant sur la base d'au moins 10 000 ha de populations imaginales à éliminer par voie aérienne dans la région de Mandritsara et Marotandrano.
Pour éviter les convoyages, il serait judicieux d'aménager une piste d'aviation à Marotandrano ; un terrain sur la concession catholique a été délimité à cet effet par le CZA.

CIRAD-DIST
Unité bibliothèque
Lavalette

3-5 Formation

D'une manière générale le personnel de la Sofia est bien formé aux observations bioécologiques relatives au Criquet nomade (retombée structurelle des investigations de recherche encore en cours). Une formation complémentaire aux techniques d'application serait fort utile pour prendre en compte les conditions particulières aux cibles et biotopes de la Sofia.

Conclusion

Durant la saison des pluies 2005-6 les effectifs et les densités du Criquet nomade ont significativement augmenté.

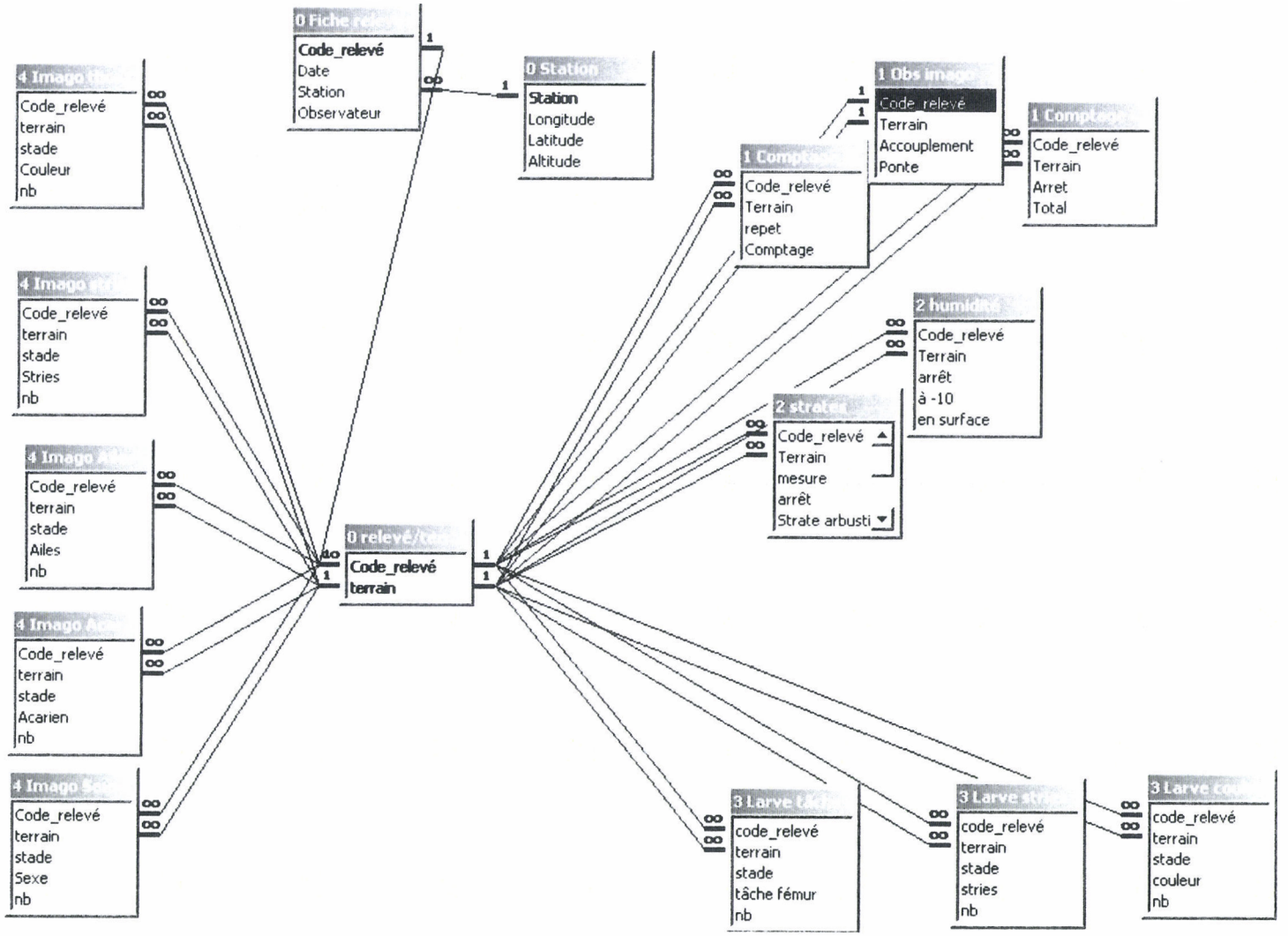
Il est recommandé de préparer une campagne de lutte préventive en fin de saison sèche 2006 (septembre-octobre) afin de réduire les effectifs parentaux de la campagne 2006-7 et enrayer la recrudescence qui s'amorce.

Le réseau de surveillance a été trop allégé en février dernier, il faut le rétablir dans la zone intermédiaire (Befandriana) et revenir à des observations pentadaires durant la saison des pluies.

La restructuration du dispositif Sofia est en cours, elle doit se poursuivre car il faut redouter que les pullulations et grégarisations du *Nomadacris* ne soient maintenant chroniques dans cette partie du territoire malgache et, qu'à court terme, il ne faille transformer le dispositif actuel en véritable zone acridienne. Les travaux de recherche, encore en cours, devraient apporter des éléments de décision en fin de campagne 2006-7. Il est regrettable qu'aucun chercheur ou technicien du CNA ne se soit durablement impliqué dans les travaux de recherche en cours.

Mahajanga, le 3 mai 2006

ANNEXE 6 : STRUCTURE DE LA BASE DE DONNEES RELATIONNELLE CONTENANT LES DONNEES SOFIA



CIRAD-DIST
Unité bibliothèque
Lavalette