DK536565 CD-RP15876

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

Caractérisation des zones de ponte du criquet nomade *Nomadacris septemfasciata* Serv. dans le bassin de la Sofia, Madagascar

(23 octobre au 12 novembre 2006)

Alex FRANC

Marine DUMAS

CIRAD-AMIS N°21/2006
UPR Acridologie

Novembre 2006

CIRAD-DIST
Unité bibliothèque
Lavalette

CIRAD
000081908

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)
DRC	Défense Rapprochée des Cultures
DRDR	Direction Régionale du Développement Rural
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (Rome)
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)
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

Remerciements

Nous tenons 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 à M. Tsimandany d'avoir repris du service quelques jours pour nous accompagner sur le terrain.
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.
Nous remercions enfin vivement la Direction régionale du CIRAD à Tananarive qui a assuré notre accueil pratique.

Résumé

Le criquet nomade *Nomadacris septemfasciata* (Serville, 1838) a connu une période de pullulation sans précédent de 1999 à 2003 dans le bassin de la Sofia. Suite à cette situation exceptionnelle le Centre National Antiacridien (CNA) a créé une nouvelle zone à Antsohihy. En décembre 2002, avec l'appui du CIRAD, les premières stations de surveillance ont été installées. 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 s'est divisée en 2 temps : tout d'abord un recueil de données environnementales sur les zones de ponte occidentales de la Sofia, puis une prospection extensive dans les zones de diapause à l'est en vue de préparer les traitements aériens prévus en novembre.

Afin de comprendre la dynamique de pullulation de ce locuste, il est fondamental de cerner les zones propices à sa multiplication, à savoir les zones de ponte. Le bassin de la Sofia est schématiquement divisé en 2 zones, à l'ouest une zone de reproduction de saison des pluies, et à l'est une zone de reproduction et aussi de diapause imaginale de saison sèche. La déforestation qu'a subie la zone occidentale ces trente dernières années laisse à penser que le criquet nomade a profité de nouvelles conditions environnementales pour pulluler. Cette mission a pour premier objectif de caractériser ces zones de ponte pour ensuite pouvoir les cartographier sur des images satellites Spot actuelles (2004) et anciennes (1986). La scène satellitaire Spot choisie couvre la forêt Bora, la région d'Anjalazala jusqu'à Befandriana-nord.

La pluviométrie déficitaire de la dernière campagne (2005/2006) semble avoir profité à l'insecte qui s'était reproduit dans d'excellentes conditions. En avril dernier, des regroupements imaginaux denses (D ≈ 30 000/ha) avaient été observés à Marotandrano. La température anormalement élevée de septembre 2006 à Mandritsara a stimulé l'activité de vol des imagos, précipitant la migration vers l'ouest. Aussi les cibles à traiter devenaient moins denses et cohérentes. Des populations imaginales *transiens* réparties sur des milliers d'hectares se sont donc dispersées dans les zones de ponte. Si le début de la saison des pluies est peu arrosé, alors de fortes pullulations larvaires sont à craindre cette année.

Enfin cette mission a aussi permis de récupérer les données météorologiques et les signalisations de la dernière campagne. Les prospections sur le terrain ont chaque fois été l'occasion de former les prospecteurs.

La zone d'Antsohihy a bénéficié d'un appui de la part de l'UE (4X4 et bureau neuf). Mais de nombreux investissements simples sont encore à réaliser par le CNA avec les reliquats disponibles. De nouvelles questions de recherche émergent et pourraient être l'objet d'un nouveau partenariat. La fin de mission à Tananarive a permis de mettre en place un projet de vulgarisation des connaissances sur le criquet nomade avec l'aide de la FAO. Ce projet devrait voir le jour début 2007.

Référence bibliographique du document :

FRANC Alex, DUMAS Marine, 2006. *Caractérisation des zones de ponte du criquet nomade Nomadacris septemfasciata Serv. dans le bassin de la Sofia, Madagascar (23 octobre au 12 novembre 2006)*. CIRAD-Amis n°21/2006. CIRAD-Amis : Montpellier (France). 42p.

Table des matières

Liste des sigles et abréviations ii

Remerciements iii

Résumé iv

Table des matières v

Introduction 7

1- Situation acridienne dans le bassin de la Sofia *8*
1-1 Zone occidentale 8
1-2 Zone orientale 8
1-3 Les traitements anti-imagos 9

2- Caractérisation des zones de ponte du criquet nomade *11*
2-1 Problématique 11
2-2 Itinéraire méthodologique 11
2-3 Préparation de la mission 12
2-4 Relevés de terrain 16
2-5 Analyse des relevés 18

3- Nouvelles questions de recherche *19*
3-1 Etude du criquet nomade à l'échelle de toute l'île 19
3-2 La synergie phasaire *Locusta/Nomadacris* 19
3-3 Influence de la météorologie dans la grégarisation du criquet nomade dans le nord de l'île 19
3-4 Le rôle de la côte Est et des couloirs de défrichement 19
3-5 L'optimum pédo-hydrique du développement embryonnaire 20
3-6 Les ennemis naturels 20
3-7 Un biomodèle national vers une stratégie d'avertissement 20

Conclusion 21

Bibliographie 22

Annexes 25

Liste des figures et tableaux :

Figure 1 : Facteurs multiplicatifs moyens (2002-2005) des répétitions de la station d'Anjalazala..... 15

Figure 2 : Facteurs multiplicatifs (2003-2004) des répétitions de la station d'Ambodimontso..... 15

Figure 3 : Facteurs multiplicatifs (2003-2004) des répétitions de la station de Morafeno 16

Tableau 1 : Températures à Mandristara en septembre 2005 et 2006 8

Tableau 2 : Paramètres bioécologiques optimaux pour la ponte du criquet nomade..... 13

Tableau 3 : Bilan des relevés morpho-pédologiques..... 17

Tableau 4 : Biotopes synthétiques..... 17

Liste des Annexes :

Annexe 1 : Calendrier des activités de la mission (23 octobre au 12 novembre) 26

Annexe 2 : Personnalités rencontrées au cours de la mission..... 29

Annexe 3 : Investissements nécessaires à la zone Sofia sur les reliquats du PS-UE 30

Annexe 4 : Biotopes attendus des points théoriques..... 31

Annexe 5 : Fiche de description structurale de biotope de ponte..... 33

Annexe 6 : Relevés effectués 36

Annexe 7 : Determination des biotopes synthetiques 40

Annexe 8: Itinéraire de la mission..... 42

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 : des bandes larvaires et des essaims ont pour la première fois vu le jour dans la Sofia et ont envahi les zones adjacentes à la région (cote Est, vallée de la Betsiboka, lac Alaotra). Face à cette situation le CNA a créé une nouvelle zone à Antsohihy en novembre 2004. Un premier réseau de surveillance mis en place par le CIRAD en 2002 a déjà permis de comprendre la dynamique des populations de l'insecte ravageur et doit à terme asseoir une stratégie de lutte préventive.

Cette mission s'inscrit dans le cadre 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 surtout par la mise en place et la formation continue du personnel sur leur terrain. Pour arriver à asseoir une lutte préventive raisonnée contre le criquet nomade dans la Sofia, des travaux de recherche sur ce nouveau locuste ont démarré en 2002. Le criquet nomade ne fait qu'une génération par an et il faut comparer des situations météorologiques contrastées pour cerner son écologie. Ces travaux sont longs à mettre en place et demandent de la rigueur dans le suivi et un investissement du personnel sur le terrain.

L'objectif principal de la mission était de repérer les zones de ponte dans la partie occidentale de la Sofia et d'y faire des relevés morpho-pédologiques. Ces relevés serviront ensuite à caractériser les biotopes de ponte et à analyser leur répartition sur des images satellites Spot prises en 1986, 1992, 1999 et 2004 acquises dans le cadre d'un programme ISIS® CNES. Une étude diachronique de l'évolution de ces zones de ponte permettra donc de comprendre leur évolution dans le temps et dans l'espace et d'apporter les réponses à l'apparition de la grégarisation du criquet nomade dans la Sofia.
Le deuxième objectif est de participer à l'évaluation des zones infestées par le criquet nomade dans l'est de la Sofia par des prospections extensives de terrain. L'itinéraire suivi tout au long de la mission est retracé en annexe 8.

La première partie du document relate la situation acridienne. Les deux parties suivantes traitent spécifiquement des relevés de données et des travaux de recherche.

1- Situation acridienne dans le bassin de la Sofia

La mission essentiellement dédiée aux relevés morpho-pédologiques sur les zones de ponte occidentales du bassin de la Sofia, a aussi permis de réaliser quelques prospections acridiennes et ceci dans un délai très court. Le diagnostic relaté ici n'est donc qu'un aperçu de la situation réelle.

1-1 Zone occidentale

Au cours de la saison sèche 2006, l'ensemble des imagos de la région de Port Bergé a quitté les zones de ponte dans les vallées alluviales et sur les plateaux sédimentaires adjacents. Les densités imaginales étaient encore nulles au début du mois de novembre.

Sur la rive droite de la Sofia (pédiplaine de l'Androna), dans la région d'Anjalazala et les défriches de la forêt Bora, la densité imaginale n'est jamais restée nulle (D mini = 30/ha) même à l'acmé de la saison fraîche. Suite à la première pluie datant du 24 octobre (13 mm à Anjalazala), les densités augmentent sensiblement en moins d'une décade : passage de quelques centaines à plus de 1000 imagos par hectare à Anjalazala. Les températures fortes et les quelques repousses de graminées vivaces permettent aux femelles de *Nomadacris* de démarrer la vitellogenèse : l'ensemble des femelles capturées étaient entre 10 et 50% de vitellogénèse (maximum observé 50% de vitellogenèse le 2 novembre à Ambodimontso). Malgré ces arrivées précoces, aucune zone de ponte ne semble encore actuellement assez humide pour assurer un développement des œufs.

1-2 Zone orientale

En saison sèche, des pluies fines et des brouillards tombent en permanence à Mandritsara : 18 mm et 39 jours de précipitations entre mai et octobre 2006, soit une pluie fine 1 jour sur 5 en moyenne. Ces pluies fines permettent à la végétation de ne pas se dessécher totalement et ainsi le criquet nomade passe la diapause dans de relatives bonnes conditions, mais aucune pluie supérieure à 5 mm n'était encore tombée avant le 8 novembre (date de notre départ de Mandritsara).

Dans ces zones de diapause, les imagos ont repris leur activité depuis le début du mois de septembre. A Ambalaben'i fasina (station fixe de Marotandrano), les densités ont chuté de 3500 à moins de 1000/ha entre la fin août et mi-septembre. Ce regain d'activité du vol est sans doute dû à une élévation brutale de la température en septembre 2006 (en comparaison avec celle de 2005 : tableau 1). Ceci est particulièrement visible pour les températures maximales. Or le criquet nomade ne vole pas en dessous de 21°C et a une activité de vol soutenue et fréquente à partir de 29°C (Chapman, 1959a). Ces seuils ont été amplement dépassés en septembre dernier : Tmax > 29°C pendant 14 jours en septembre.

Tableau 1 : Températures à Mandristara en septembre 2005 et 2006

Températures (°C)	**Sept-05**	**Sept-06**
Tmax-max	28	32
Tmax-moy	**27.1**	**28.4**
Tmax-min	26	26
Tmin-max	18	19
Tmin-moy	**16.8**	**18.0**
Tmin-min	16	17

Sur les 4 stations de Mandritsara et Marotandrano, les densités diminuent rapidement début septembre. Hors des stations, sur les zones infestées, les densités étaient aussi divisées par 5 passant aux alentours de 10 à 20 000 /ha à la fin septembre. De la même manière, les superficies infestées passaient de quelques 5 000/ha à certainement moins de 1000 ha actuellement. Malgré ce regain d'activité, les femelles ne sont pas encore matures. La diapause est levée, la première rangée d'ovocytes grossit nettement mais rares sont les femelles dont la première rangée d'ovocytes commence à accumuler du vitellus et à jaunir. Ces observations montrent une fois de plus que le criquet nomade est prêt à pondre relativement tôt dans la saison, mais semble attendre le retour de conditions parfaitement optimales (air et sol suffisamment humide). Or la région de Mandritsara reste sèche assez tard : les premières pluies significatives n'arrivent généralement pas avant la mi-décembre.

Des fluctuations de densités ont ensuite été observées début octobre 2006 : remontée à 2000/ha à Ambalaben'i fasina. Ces nouvelles colonisations se font sous le régime des alizés, vents d'est en ouest dominant encore à cette époque. Des populations allochtones viendrait donc de régions orientales. Or Mandritsara et Marotandrano sont situés à moins de 20 km à vol d'oiseau de la ligne de partage des eaux Est-Ouest. Une prospection extensive au-delà du seuil de Mandritsara sur le plateau de l'Androna (région d'Antsiatsiaka), nous a confirmé l'existence de populations imaginales solitaires. Des imagos en densité inférieure à 100/ha étaient dispersés sur de grandes surfaces anciennement déboisées du plateau de l'Androna (700 à 1000 m d'altitude). Des prairies basses à *Imperata cylindrica* et à fougère aigle (*Pteris equilina*) dominent à l'ouest du plateau de l'Androna et au sud du plateau du Makira (non prospecté par voie terrestre) et couvriraient environ 200 000 ha. Le recouvrement varie entre 40 et 70% en fin de saison sèche et la hauteur excède rarement 1m. Le climat est de type oriental d'altitude humide et frais avec une saison des pluies (mousson) de décembre à avril et une deuxième petite saison des pluies (*ririna*[1]) de juin à septembre. Les températures maximales excèdent rarement les 30°C et les minimales descendent vraisemblablement en dessous des 10°C en juillet et août.

Aux dires des paysans, des populations imaginales solitaires en faibles densités sont présentes chaque année en « saison sèche », de juin à novembre. Mais les larves sont absentes ou en tellement faible densité qu'elles passent inaperçues. Les femelles capturées avaient un développement ovarien très peu avancé (comparativement aux imagos de Mandritsara). Il semble que les températures basses freinent la vitellogénèse. L'élévation des températures qui a lieu de fin octobre au mois de décembre (arrêt des pluies et temps moins couvert donc meilleur ensoleillement) permet aux imagos de migrer vers l'ouest pour aller pondre dans la région de Mandritsara, voire plus à l'ouest.

En période d'invasion le plateau de l'Androna semble être le point de départ de l'exutoire oriental de la Sofia. D'après les enquêtes réalisées sur l'axe menant à Mananara (port sur l'océan Indien), en 2002 et 2003, des essaims denses seraient passés vers l'est en juin et juillet, puis seraient remontés vers l'ouest en octobre et novembre. Les dégâts dus aux imagos concernaient un large éventail de cultures : canne à sucre, manioc, café, fleurs de vanille, jacquier. Au cours du retour vers l'ouest, des essaims matures auraient aussi pondu sur le trajet, particulièrement dans les *tavy* (seules zones de sol nu dans un couvert forestier secondarisé dense), générant des bandes larvaires destructrices pour les cultures de riz pluvial. La quasi-totalité des récoltes ayant été touchées, certains villages ont même été au bord de la famine. Ces témoignages coïncident avec ceux recueillis en 2003 dans les zones à l'Est de Marotandrano (père Bertrand de Bourran, communication personnelle).

Les systèmes de cultures sont basés sur la culture de riz sur abattis-brûlis (*tavy*). Les seules rizières intensives avec repiquage en ligne ont été observées à Antsiatsiaka (reliée à Mandritsara par une piste carrossable en 4X4 pendant 5 mois de l'année). Plus à l'est, les systèmes de cultures sont beaucoup plus rudimentaires : les rizières irriguées sont rarissimes et jamais repiquées en ligne, la quasi-totalité du riz est produit dans les *tavy*. L'agriculture est aussi tournée vers des produits de collecte destinée à l'exportation : girofle, vanille et café arabica. Seulement l'absence de route carrossable empêche les paysans de miser toutes leurs activités sur ces cultures de rentes, pérennes et peu destructrices pour la forêt.

Des corridors de défrichement Ouest-Est créés par l'homme en suivant les voies naturelles de déplacement (cours d'eau et chemin de traverses) aboutissent jusqu'à l'Océan Indien. Ils sont aujourd'hui relativement anthropisés et peuplés, ils servent de voie de déplacement pour le bétail et les marchandises entre Mandritsara et la côte Est (Mananara, Soanieran-Ivongo, Fénérive et Tamatave). Ces corridors ont donc permis aux essaims de criquet nomade d'atteindre l'océan Indien à plusieurs reprises entre 2001 et 2003. Les *tavy* ainsi accessibles ont aussi servi de zones de ponte pour les imagos grégaires. Par contre au cours de notre prospection, aucun solitaire n'a été observé dans ces zones forestières et dans les *tavy* et les larves sont assez rares (ou même absentes) pour ne pas être signalées par les paysans.

1-3 Les traitements anti-imagos

Malgré la diminution des effectifs enregistrés en septembre à Mandritsara, la délimitation des cibles a bien été effectuée par le CNA et un traitement aérien devrait avoir lieu à la 2° décade de novembre. Malheureusement avec une efficacité moindre, puisque les populations *transiens* restées

[1] Crachin en malgache

groupées toute la saison sèche 2006 sont en cours de dispersion dans les zones de ponte occidentales.

Si les conditions sont quelques peu favorables à la reproduction, des pullulations larvaires sont à craindre dans le triangle Befandriana – Antsohihy – Port Bergé sur quelques milliers d'hectares (2 à 5 000 ha). Les opérations de traitements anti-larvaires sont très difficiles à mener lorsque la campagne est avancée (hauteur de végétation dépassant parfois 3 m de haut). Il faudra donc privilégier les traitements sur les jeunes larves au mois de janvier avec des appareils ULV motorisés à dos.

Ces événements montrent encore une fois que les connaissances sur les déplacements de l'insecte sont encore mal connues et que la stratégie de lutte à adopter est encore à préciser

Le passage sur le terrain a permis de dresser une liste du matériel strictement indispensable pour que les prospecteurs puissent réaliser des prospections de qualité dans la Sofia. L'investissement est dérisoire mais les résultats opérationnels seraient grandement améliorés. Les reliquats du PS (Protocole Spécifique) de l'UE (Union Européenne) devraient servir à financer ce matériel. Cette liste de matériel est reportée en annexe 3.

2- Caractérisation des zones de ponte du criquet nomade

2-1 Problématique

Le criquet nomade est univoltin, c'est-à-dire qu'il n'effectue qu'une seule génération par an. Son cycle de vie est bien connu. Les accouplements et la ponte commencent avec la saison des pluies et durent de novembre à janvier (Frappa, 1935). Le développement larvaire a lieu de janvier à mars. Après la mue imaginale, l'insecte entre en diapause imaginale pour toute la saison sèche, de mai à octobre (Descamps & Wintrebert, 1966 ; Têtefort & Wintrebert, 1963). Dans la Sofia, il existe une migration entre des zones chaudes et humides propices à la reproduction et au développement larvaire, et des milieux plus frais en altitude propices à la diapause (Franc & Duranton, 2001 ; Leblanc E., 2003), correspondant à des aires dites « refuges » (Randrianosolo, 1978). A l'échelle de la région de la Sofia, ces déplacements de populations se font entre la zone orientale cristalline où les insectes passent la diapause, et la zone occidentale sédimentaire où ils se rendent majoritairement à la recherche de zones de ponte en début de saison des pluies.

On comprend aisément combien le choix de zones favorables à la ponte donc à la multiplication, est déterminant pour un succès reproducteur chaque année. L'insecte multiplie ses effectifs lors de la ponte. Si le développement embryonnaire se passe dans de bonnes conditions, il pourra constituer des effectifs importants. La surface des zones propice à la ponte est déterminante. Si les zones de pontes ont une superficie limitée, même si les conditions dynamiques sont favorables, le criquet ne pourra pas atteindre le seuil de grégarisation. Si au contraire les zones de pontes sont très étendues dans l'espace, lorsque les conditions sont favorables le criquet pourra se multiplier et constituer des effectifs importants et *in fine* grégariser.

Des pullulations du criquet nomade dans le bassin de la Sofia ont démarré depuis 1999. Des modifications de l'environnement acridien seraient responsables de ce déclenchement de grégarisation. La déforestation a entraîné une ouverture des milieux, ce qui aurait 2 conséquences pour le locuste : création de nouveaux couloirs de déplacement mettant en relation les zones de diapause et les zones de ponte et ouverture de nouvelles zones de ponte (Duranton, 1996). Cette déforestation semble avoir été particulièrement agressive dans la zone centrale et occidentale de la Sofia. Les principaux obstacles aux déplacements par vol de l'insecte sont les montagnes et les forêts. L'évolution du potentiel de déplacement du criquet sur la région d'Anjalazala a déjà été étudiée (Leclair, 2006). Il a clairement été démontré que de nouvelles voies privilégiées de déplacement sont apparues ces 20 dernières années.

Il s'agit maintenant d'étudier l'impact des modifications de l'environnement sur l'ouverture des zones de ponte du criquet. Cela passe par une caractérisation fine de ces zones de ponte puis par leur délimitation géographique. Il faudra enfin mesurer la dynamique de leur étendue spatiale au cours des 20 dernières années.

2-2 Itinéraire méthodologique

1. Choix de la zone d'étude : La région occidentale du bassin de la Sofia uniquement propice à la ponte et soumise à une intense déforestation constitue une excellente zone d'étude. La zone choisie est dans la zone occidentale de la Sofia, centrée sur la forêt Bora.
2. Description préalable des zones de ponte : Une connaissance bibliographique des paramètres favorables à la ponte est un pré-requis nécessaire. Cette étude bibliographique a permis de choisir les paramètres fondamentaux à relever pour discriminer les biotopes entre eux et juger de leur importance pour la ponte.
3. Description des biotopes sur le terrain avec des paramètres choisis. La description de la diversité des biotopes accessibles au criquet nomade doit se faire sur le terrain.
4. Qualité des biotopes décrits : en confrontant chaque biotope avec des données acridiennes collectées par le réseau du CNA, il deviendra possible de caractériser la réussite de la ponte sur chaque biotope. Selon les conditions dynamiques (pluies et températures), le potentiel de ponte de chaque biotope pourra s'exprimer plus ou moins bien.
5. Choix des outils de télédétection : la taille du biotope acridien est de quelques hectares, pour le mettre en évidence par télédétection, il faut donc utiliser des images satellites à haute résolution.

CIRAD-DIST
Unité bibliothèque
Lavalette

Des images Spot (20 m. de résolution) ont été obtenues dans le cadre d'un programme ISIS® CNES. Quatre dates de prises de vue ont été retenues : 1986, 1992, 1999 et 2004.

6. Cartographie du potentiel de ponte : l'objectif final est de dresser une carte de potentiel de ponte actuelle et de la comparer à une carte ancienne pour comprendre l'évolution.

2-3 Préparation de la mission

2-3-1 Etude bibliographique

Avant la mission, une recherche bibliographique a été réalisée à Montpellier. Le but était d'établir les paramètres bioécologiques optimaux pour la ponte du criquet nomade solitaire. Les informations recueillies ont surtout concerné l'Afrique centrale et australe dans les années antérieures à 1980. Pour déterminer les zones favorables à la ponte, il faut tout d'abord étudier les zones attractives pour les imagos matures, comprendre dans quelles conditions s'effectue la ponte et enfin étudier le développement embryonnaire (tableau 2).

1. Comportement des imagos mâtures

Les imagos ont un comportement semi-arboricole et se perchent systématiquement en fin de journée (Descamps & Wintrebert, 1966). La présence de perchoirs (buissons, haies, arbustes) est donc un élément indispensable pour qu'un biotope soit attractif pour la ponte.
Ils affectionnent les biotopes méso-hygrophiles (Randrianosolo, 1978) se trouvant sur le pourtour de zones inondables (Descamps, 1953 ; Lea, 1939 ; Roblot, 1951 ; Stortenbeker, 1967) et également les écotones entre zones brûlées et non brûlées (Dean, 1968 ; Symmons, 1959 ; Vesey-Fitzgerald, 1964 ; Woodrow, 1965).

2. Comportement de ponte

La femelle pond en forant le sol avec l'extrémité de son abdomen. La ponte se ferait très tôt le matin chez les solitaires (Michelmore, 1947 ; Têtefort & Wintrebert, 1963) alors qu'elle aurait lieu durant la nuit pour les grégaires (Burnett, 1951).

La ponte du criquet nomade solitaire a lieu dans des zones dépourvues de tout couvert forestier dense, correspondant à des clairières ou des jachères avec une végétation herbacée en mosaïque composée de graminées hautes et basses (Albrecht, 1956 ; Backlund, 1955 ; Chapman, 1959b ; COPR, 1982), seulement ponctuée de quelques arbres servant de perchoir aux ailés aux pieds desquels ils pondent (Burnett, 1951; Faure, 1935 ; Lea, 1938 ; Michelmore, 1947 ; Têtefort & Wintrebert, 1963). Des plages de sol nu sont nécessaires (Materu, 1984, Vesey-Fitzgerald, 1955) ainsi qu'une litière.

3. Facteurs favorables au développement embryonnaire

Le développement embryonnaire a lieu dans le sol et dure 3 à 4 semaines. Dans les premiers jours, les œufs multiplient leur volume d'un tiers en se gonflant d'eau. Les œufs peuvent souffrir, voir mourir d'une immersion prolongée. Les conditions favorables au développement embryonnaire sont le croisement de conditions structurales (type de sol, capacité de rétention en eau) et dynamiques (quantité et intensité des pluies). Les sols sableux à argileux favorables à la ponte sont généralement hydromorphes (Faure, 1935 ; Têtefort & Wintrebert, 1967), donc faiblement drainés et leur température doit être assez élevée (supérieure à 37°C).

Tableau 2 : Paramètres bioécologiques optimaux pour la ponte du criquet nomade

	Couvert végétal	Sol	Humidité
Comportement des ailés	- consommation de cultures et adventices (*poaceae*) le jour - repos sur les perchoirs la nuit (arbres, arbustes, hautes graminées) - accouplements sur les perchoirs ou au sol => comportement semi-arboricole et graminivore		
Ponte	- zones défrichées : clairières embroussaillées, jachères, cultures mal désherbées, savanes. - écotones: zones de transition entre une parcelle brûlée et une parcelle non brûlée (cultures sur brûlis). => végétation mosaïque: herbes hautes et basses	- accessibilité du sol : plages de sol nu au sein d'une végétation herbacée haute. - perforation aisée par l'abdomen des femelles : sol peu compact, riche en matière organique avec présence de litière. - sol argileux à sableux (ferme, à gros grains), non salé, pH variable. => perméabilité faible => drainage jamais fort - sol hydromorphe. - épaisseur de la couche sèche de surface inférieure à 6 cm. - épaisseur de la couche humide supérieure à 4 cm.	Milieux méso-hygrotrophes variables en fonction de la pluviométrie et de la topographie du milieu : - proximité des cours d'eau. - bordure de plaine inondable. - zones d'épandage des eaux d'inondation des fleuves. - zones de contact entre prairies pluviales et prairies de plaine inondable. - vallées mal drainées avec inondations saisonnières. - dépressions marécageuses. - fonds des petites mares et bordure des grandes. - bas-fonds. - cuvettes inondables ou marécageuses. - faibles soulèvements de terrain. - thalwegs.
Développement embryonnaire		- eau édaphique indispensable pour les premiers jours de développement.	- ni d'inondation, ni sécheresse - l'inondation ou la siccité du sol résultent du croisement de la capacité en rétention en eau du sol, de la pluviométrie et de la redistribution locale des pluies.

De cette étude, il ressort que les paramètres suivants sont indispensables à relever sur le terrain pour caractériser les biotopes de ponte :

- Répartition des différentes strates végétales pour estimer si le biotope est attractif pour les imagos reproducteurs,
- Type de sol : il faut pouvoir évaluer la capacité de rétention en eau du sol (granulométrie, profondeur, perméabilité),
- Position dans la toposéquence : pour évaluer la possibilité d'immersion ou de sécheresse du sol,
- Bilan hydrique du sol : synthèse qui évalue en fonction des conditions pluviométriques la durée d'humidification du sol.

2-3-2 Prédétermination de points de relevés

L'image satellite Spot 2004 d'une partie du bassin de la Sofia a fait l'objet d'un travail sur ArcGIS, avant la mission à la Maison de la Télédétection. L'image s'étend sur plus de 3000 km² et comprend la réserve Bora, la région d'Anjalazala et celle de Befandriana Nord. Un travail de photo-interprétation a été réalisé sur des parties de l'image correspondant aux cinq stations à prospecter : 3 stations fixes du CNA (Anjalazala, Ambodimontso et Morafeno) et 2 stations choisies par ailleurs (Ambodimangan'Bora et Ambobaka). Le choix de ces stations a été fait sur des critères tels que la proximité de la route, la présence de biotopes variés dans un minimum de surface, donc plutôt des zones à la limite de plusieurs milieux.

Pour chaque station, une vingtaine de points ont été choisis par photo-interprétation sur l'image Spot 2004. Les teintes rouges correspondent à un couvert forestier plus ou moins dense et les teintes vertes, à des formations ouvertes (savane, prairie, steppe, culture, jachère, *savoka*, rizière). Nous avons ainsi choisi une diversité de biotopes théoriques maximale et pouvant faire l'objet de relevés descriptifs sur le terrain. Ces points de relevés théoriques sont géoréférencés dans un fichier de forme créé sur ArcGIS. L'annexe 4 indique les informations géographiques, les noms des biotopes attendus par photo-interprétation et les stations auxquelles ces points appartiennent.

Pour repérer les points sur le terrain, 5 cartes de la composition colorée correspondant aux stations ont été sorties sur ArcGIS. Le réseau routier, le réseau hydrologique, un point situant la station avec les localisations des comptages d'imagos ainsi que les points de relevés ont été aussi ajoutés sur les cartes. Ces présentations ont été imprimées en format A3 à une échelle 1/15 000 avec une imprimante laser, à la Maison de la Télédétection.

2-3-3 Préparation GPS

Le fichier de forme des points de biotope théorique a pu être transféré sur le GPS Garmin 76 à l'aide du logiciel GPS-TrackMaker. Une fois sur le terrain, le GPS nous a permis de nous rendre exactement sur les points pour décrire les biotopes réellement en présence.

Le système de projection choisi est la projection Universal Transverse Mercator (UTM). Les coordonnées sont donc en mètres. Malheureusement le logiciel GPS-Trackmaker transfère mal dans le GPS les coordonnées déjà projetées. Il a donc fallu passer par des coordonnées non projetées (longitude/latitude, datum WGS1984) et définir le système UTM une fois dans le GPS pour avoir les mêmes coordonnées dans le GPS et sur les 5 cartes de la composition colorée.

2-3-4 Calcul du facteur multiplicatif de la reproduction

Les données acridiennes récoltées entre 2003 et 2005 sur les trois stations de prospection présentes sur l'image satellite (Anjalazala, Ambodimontso et Morafeno), ont été exploitées pour être mise en relation avec les données environnementales. Il s'agit de mettre en relation la réussite du développement embryonnaire sur les relevés, exprimé pas le facteur multiplicatif de la reproduction, avec les caractéristiques des biotopes. Sur une station, les imagos sont comptés sur des comptages de 100 m² (transect de 100x1m.) et les larves sur des arrêts de 10 m² (10x1m²). Ces données sont disponibles dans une base de données MS Access.

Afin de calculer le facteur multiplicatif au niveau de chaque comptage, les densités maximales à l'hectare d'imagos reproducteurs et les densités maximales à l'hectare de larves L1 ont été isolées pour les 3 saisons de reproduction. Un facteur multiplicatif calculé en faisant le rapport des densités maximales de larves L1 sur les densités maximales d'imagos reproducteurs, n'aurait qu'une valeur relative. En effet, la densité imaginale évaluée lors des prospections ne correspond pas forcement à la densité des imagos qui vont pondre sur le lieu de comptage ; les prospections ont eu lieu tous les 5 jours et durant la journée, alors que la ponte se déroule la nuit. La moyenne des densités maximales d'imagos reproducteurs a donc été calculée pour chaque station. Le calcul le plus représentatif du facteur multiplicatif pour un comptage correspond donc au rapport des densités maximales de larves L1 sur la densité moyenne d'imagos reproducteurs de la station. Ce facteur est calculé sur chaque comptage dans les 3 stations, pour les 3 périodes de reproduction disponibles (2002/2003, 2003/2004 et 2004/2005). Une valeur moyenne sur les 3 années peut être obtenue pour chaque comptage. Le facteur multiplicatif d'un génération prendrait en compte la mortalité des larves de stades ultérieurs.

Pour la station d'Anjalazala, le graphe obtenu rend bien compte du fort potentiel de ponte correspondant à la répétition 10, pour les périodes de reproduction 2002 à 2005.

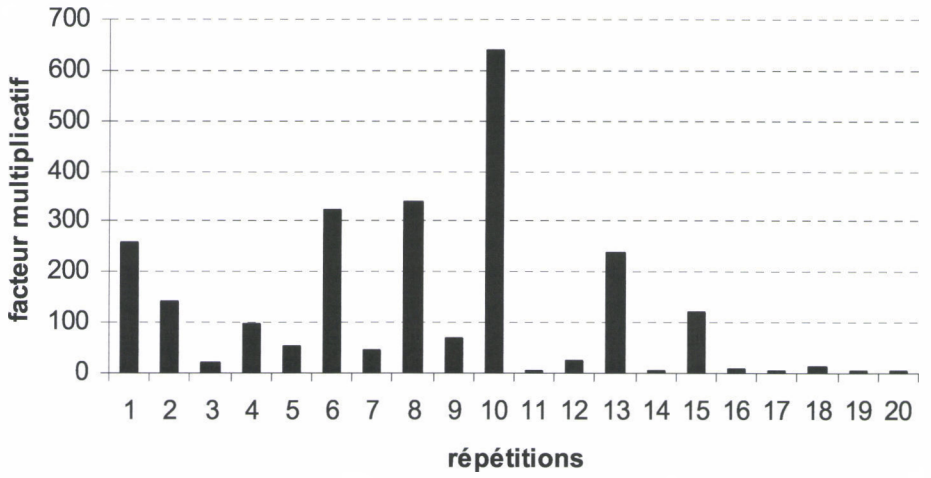


Figure 1 : Facteurs multiplicatifs moyens (2002-2005) des répétitions de la station d'Anjalazala

Concernant les 2 autres stations, les données sont plus fragmentaires, les facteurs multiplicatifs n'ont pu être calculés que sur une l'année 2003-2004. Les répétitions sont réparties en 2 milieux : bas-fond (BF) et colline intermédiaire (CI) qui servent uniquement de numérotation aux répétitions.

Pour la station d'Ambodimontso, c'est au niveau des répétitions CI5 et CI7 que sont observés les meilleurs potentiels de ponte cette année-là.

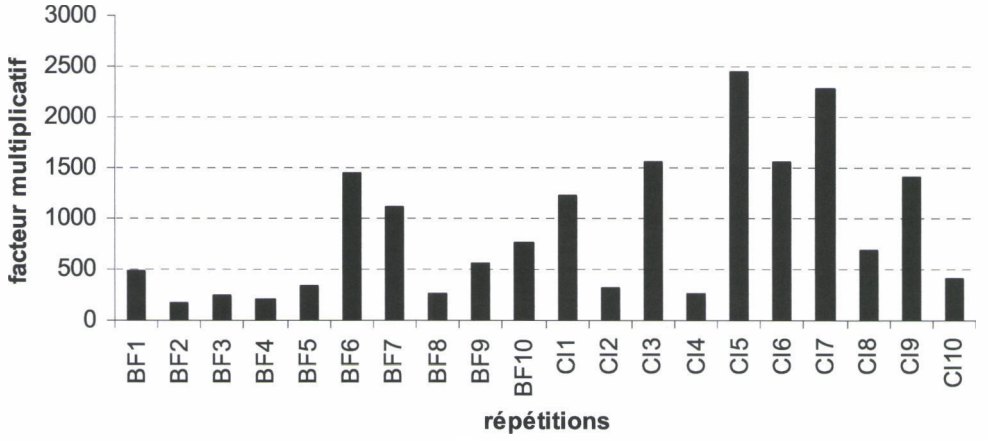


Figure 2 : Facteurs multiplicatifs (2003-2004) des répétitions de la station d'Ambodimontso

Pour la station de Morafeno, les facteurs multiplicatifs correspondent là aussi à la période de reproduction 2003-2004.

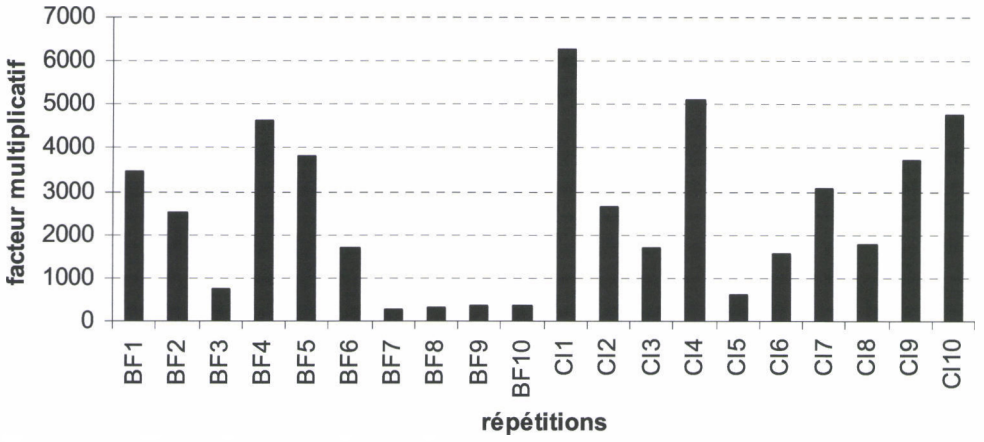


Figure 3 : Facteurs multiplicatifs (2003-2004) des répétitions de la station de Morafeno

Les relevés de terrain de description des biotopes ont été effectués précisément sur ces lieux de comptage. La confrontation des données acridiennes et des données environnementales permettra ainsi de caractériser le potentiel de ponte de chaque biotope.

2-4 Relevés de terrain

2-4-1 La fiche de relevé

Pour décrire les biotopes du criquet nomade, une fiche de description structurale a été créée. Elle reprend les différents paramètres fondamentaux à relever pour décrier un biotope de ponte. Cette fiche de description structurale de biotope de ponte du criquet nomade est reportée en annexe 5.

Une fiche a été remplie durant la mission en chaque point de relevé, au niveau des arrêts des stations, des points de relevés choisis sur l'image satellite, ou tout autre point jugé intéressant sur le terrain. Afin de décrire exhaustivement la structure des biotopes de ponte rencontrés, les relevés doivent décrire la géologie, la géomorphologie, la topographie, l'hydrologie, la pédologie, les facteurs énergétiques et biotiques (degré d'anthropisation du milieu) ainsi que la structure de la végétation. La description de la végétation passe par l'appréciation du sol nu, de l'abondance relative des différentes strates de végétation, de leur hauteur maximale dans le cycle annuel, des espèces dominantes. Pour chaque relevé, le biotope est nommé d'après le type de formation végétale qui le caractérise, tout comme les biotopes qui lui sont adjacents puis sa superficie a été estimée.

Pour les relevés effectués en dehors des stations de prospection acridienne, aucune donnée sur le rendement embryonnaire du biotope n'est disponible. Un potentiel de ponte a donc été estimé grâce à l'expérience des prospecteurs nous accompagnant sur le terrain.

2-4-2 Déroulement des relevés

Dans chaque station prospectée, le temps a manqué pour décrire le biotope de chaque arrêt ainsi que celui de tous les points prédéterminés. Nous avons fait au mieux en relevant un maximum de biotopes différents à l'aide de la fiche descriptive élaborée. Ce sont les relevés dits complets.

Lorsque nous rencontrions des biotopes identiques et proches, seul un relevé partiel était effectué : identification du biotope et de sa surface, et renvoi vers le relevé complet du même biotope déjà décrit par ailleurs. Le bilan des relevés effectués est résumé dans le tableau 2.

Tableau 3 : Bilan des relevés morpho-pédologiques

Station	Date	Relevés complets			Relevés partiels		
		arrêts	points prédéterminés	points non prédéterminés	arrêts	points prédéterminés	points non prédéterminés
Anjalazala	27/10/2006	20				1	
Ambodimangan'Bora	28/10/2006		8	6		2	
Ambobaka	29/10/2006		6	2		1	
Befandriana-nord	29/10/2006			6			
Ankobakobaka	29/10/2006						1
Port-Bergé Taloha	30/10/2006			2			2
Bezanadako	31/10/2006	17			6		
RN6 PortBergé-Antsohihy	31/10/2006						9
Ambodimontso	02/11/2006	9		3			
Morafeno	03/11/2006	18			4		
Sous-total :		64	14	19	10	4	12
Total : 123 relevés		97			26		

La station d'Analarejy et Ankobakobaka ont fait l'objet de relevés en plus des 5 stations initialement prévues. D'autres relevés ont été faits à proximité de la RN6 entre Port-Bergé et Antsohihy ainsi que sur des stations situées hors de l'image Spot, au sud-ouest de la zone d'étude : Port-Bergé Taloha et Bezanadako. Une autre scène Spot est aussi disponible pour cette zone et ces relevés pourraient être ultérieurement utilisés lors de l'analyse de la scène.

Le nombre de points prédéterminés qui ont effectivement été relevés est très faible, à peine 15%. Ceci s'explique essentiellement par les difficultés de progression dans des zones embroussaillées et par le relief assez accidenté. Par ailleurs, si nous étions satisfaits de la diversité des biotopes décrits sur les comptages des stations de prospection, les points prédéterminés devenaient alors facultatifs.

Pour les stations fixes, la station d'Ambodimontso a été prospectée sans le prospecteur et en fin de journée, aussi il n'a pas été possible de se rendre sur tous les lieux de comptages des imagos. Les 9 relevés effectués ont néanmoins été réalisés au plus près des comptages.

Une carte sous ArcGIS et finalisée sur Adobe Illustrator, montre l'itinéraire parcouru durant la mission, la zone d'étude et les stations de relevés (annexe 8).

2-4-3 Synthèse des relevés

Tous les relevés effectués ont été d'abord saisis dans un tableau synthétique (annexe 6) qui présente les renseignements géographiques ainsi que les biotopes en présence et leur surface. Les 123 relevés ont été répartis en 81 biotopes élémentaires et 26 biotopes synthétiques. Les biotopes élémentaires sont ceux décrits sur le terrain dans chaque station. Des classes de biotopes synthétiques regroupant les biotopes élémentaires à partir des informations sur la structure de la végétation (annexe 7). Ils synthétisent les biotopes de toute la zone d'étude.

Tableau 4 : Biotopes synthétiques

Biotope synthétique	Nombre de relevés
Culture de décrue	2
Culture sèche	9
Forêt galerie	1
Forêt sèche	1
Jachère	2
Prairie arborée	1
Prairie buissonneuse_arbustive	7

Biotope synthétique	Nombre de relevés
Prairie de bordure de zone inondable	1
Prairie de zone inondable	1
Rizière irriguée	3
Rizière pluviale	2
Savane basse buissonneuse_arbustive	2
Savane haute	5
Savane haute arborée	4
Savane haute buissonneuse_arbustive	14
Savane haute embroussaillée	2
Savane moyenne	2
Savane moyenne arborée	3
Savane moyenne buissonneuse_arbustive	3
Savoka dense	1
Savoka ouverte	1
Savoka très ouverte	1
Steppe	5
Steppe arbustive	1
Tavy 1 an	2
Tavy 2 ans et plus	5
Total: 26 biotopes synthétiques	**81**

2-5 Analyse des relevés

2-5-1 Présentation des tableaux de la base de données

Un premier tableau a été créé pour indiquer les biotopes attendus au niveau des points théoriques (annexe 4). Un second tableau répertorie les relevés complets et partiels effectués, avec leur nom de biotope élémentaire (annexe 6).

Ultérieurement, une saisie complète des fiches de description de biotope de ponte sera réalisée pour construire un tableau exhaustif des caractéristiques environnementales et du potentiel de ponte de chaque relevé. Toutes ces informations serviront pour l'analyse des biotopes sur l'image satellite.

2-5-2 Méthode d'analyse

La base de données ainsi créée grâce aux observations de terrain et à l'utilisation du GPS, contient les informations pour la caractérisation des biotopes de ponte et leur délimitation géographique. Le travail de cartographie des zones de ponte actuelles peut commencer, d'abord à l'aide des Systèmes d'Information Géographique puis de la Télédétection. Les informations concernant les routes, les villes, les stations et les points de relevés sont dans des fichiers exploitables par les SIG. En télédétection, une analyse d'image est réalisée pour chaque objectif visé. L'analyse de l'image Spot 2004 servira ici à cartographier les zones de ponte existantes en 2004.

2-5-3 Méthodologie de l'analyse diachronique

Cette cartographie des zones de ponte actuelles est le point de départ de l'étude diachronique. Dans le but d'étudier l'évolution spatio-temporelle des biotopes de ponte du criquet nomade, une analyse des biotopes sera aussi effectuée sur des images Spot plus anciennes de la même zone, à savoir, 1986, 1992 et 1999. Une comparaison des images sera alors possible et une interprétation pourra être faite quant à l'impact des changements environnementaux sur la répartition des zones favorables à la ponte depuis deux décennies.

CIRAD-DIST
Unité bibliothèque
Lavalette

3- Nouvelles questions de recherche

3-1 Etude du criquet nomade à l'échelle de toute l'île

Le criquet nomade est réparti sur l'ensemble du versant occidental de la grande île. Certaines zones de hauts plateaux et de la côte Est sont aussi concernées. Aujourd'hui seul le Sud (aire grégarigène du criquet migrateur) et le Nord (bassin de la Sofia et Diana) connaissent des pullulations fréquentes et produisent du criquet nomade grégaire. La zonation à l'échelle du pays des zones de diapause et de reproduction est indispensable. Des allers-retours est-ouest entre le versant oriental le rebord occidental des hauts plateaux sont pressentis mais rarement démontrés. La répartition et le cloisonnement de ces zones sont encore flous et reste à préciser. Une étude sur l'ensemble des signalisations du criquet nomade répartie dans l'espace a démarré. Elle pourrait être appuyée par l'image satellite à haute résolution (Modis, Noaa) comme dans le cas de la définition des zones à paludisme (Hendrickx *et al*, 2001) .

3-2 La synergie phasaire *Locusta/Nomadacris*

Nomadacris grégarise dans la Sofia mais aussi dans le Sud où des populations grégaires ont été décrites dès 1996 sur le plateau Mahafaly en mélange avec *Locusta*. Dès lors la question de la synergie phasaire entre les deux locustes s'est posée.

Une conjonction géographique en premier lieu. Les biotopes de développement larvaire du *Nomadacris* entre janvier et mars coïncident avec la 2° génération (R2) de *Locusta* lorsque les pluies sont précoces dans les aires de densation. La déforestation sur les plateaux Mahafaly et Belomatra et dans la forêt des Mikea aurait ouvert de nouvelles zones de ponte au criquet nomade en offrant une gamme de biotopes méso-hygrophiles apparus sous l'effet du ruissellement sur les pentes dénudées. La dynamique de ce phénomène mérite d'être étudiée. Il s'agirait *in fine* de comprendre les nouvelles potentialités de grégarisation de *Locusta*. Les travaux menés actuellement sur la mise à jour des biotopes du criquet migrateur prennent déjà en considération cet aspect.

La synergie phasaire a aussi un aspect chimique. Des médiateurs chimiques permettent aux criquets de communiquer entre eux ; les locustes en forte densité émettent un bouquet de phéromones. Dans quelles mesures 2 espèces (*Nomadacris* et *Locusta*) de sous familles différentes (*Cyrtacanthacridinae* & *Oedipodinae*) peuvent communiquer avec des phéromones communes. Autrement dit, existe-t-il un bouquet phéromonal commun aux deux locustes ? Dans quelle proportion les deux locustes influent-ils sur la grégarisation ? Quels sont les seuils de grégarisation de l'ensemble *Locusta/Nomadacris* ? De tels travaux pourraient à long terme être applicables en lutte biologique.

3-3 Influence de la météorologie dans la grégarisation du criquet nomade dans le nord de l'île

Une explication météorologique des pullulations de criquet nomade dans la Sofia n'est pas à exclure. La déforestation Seule n'explique sans doute pas tout. Il serait intéressant de connaître la part des événements météorologiques dans les années de pré-invasion entre 1996 et 2000. Malheureusement, le manque de données acridiennes ne permet que de relater les grandes lignes de l'évolution des pullulations avant 2002 (installation du réseau de surveillance). Les données météorologiques de terrain font aussi défaut. Il faut donc avoir recourt à des données satellitaires à basse résolution pour extraire des paramètres météorologiques interprétables et les mettre en relation avec les pullulations avant et après 2002. Une analyse statistique serait possible pour comparer avec les données acridiennes de terrain disponibles (Nord et Sud de Madagascar).

3-4 Le rôle de la côte Est et des couloirs de défrichement

La proximité de la côte Est avec la zone Sofia serait un des éléments fondamental pour permettre au criquet de grégariser. En effet, en diapause en pleine saison sèche, les imagos

atteignent les zones les plus vertes qui soient accessibles. Si des passages entre l'est et l'ouest sont possibles, le criquet nomade va les exploiter. Si la déforestation s'accentue, pourquoi ne pas imaginer que le criquet fasse l'ensemble de son cycle dans les zones les plus sèches du versant oriental. Le rôle du versant Est est donc encore à préciser. Ceci demande des relevés de terrain précis à des endroits stratégiques de passage : seuil de Mandritsara, séparation Ambilobe/Vohémar, limite ouest Andilamena, Col de l'Andrigintra, Fort Dauphin...

Les ennemis naturels jouent sans aucun doute un rôle non négligeable dans la survie des solitaires présents sur la côte Est. Il serait intéressant de savoir lesquels et quels sont leur impact sur les populations grégaires qui colonisent la côte Est en cas d'invasion (comme nous l'avons constaté pour Mananara).

3-5 L'optimum pédo-hydrique du développement embryonnaire

La réussite de la ponte et du développement embryonnaire est le point de départ de pullulations et de la grégarisation. Or il correspond au début de la saison des pluies : les pluies sont d'abord irrégulières entre novembre et fin décembre, puis deviennent fortes et régulières en janvier provoquant des inondations. La position de la zone de ponte par rapport à la zone inondable est cruciale : un début de saison des pluies trop rapide et certaines pontes seront inondées, un départ trop lent et certaines seront asséchées. La succession des pontes dans le temps et dans l'espace est encore à approfondir. La rétention d'eau des sols varie sensiblement. Il serait donc intéressant de tester la réussite de la ponte du criquet en fonction des types de sols et de leur humidité. En conditions contrôlées et sur le terrain pour définir les seuils de mortalité embryonnaire en fonction e la saturation en eau des sols.

3-6 Les ennemis naturels

Les zones défrichées dans lesquelles pond le *Nomadacris* à l'ouest de la Sofia sont perturbées à plusieurs niveaux : régime hydrique, érosion, nouveau cortège de plantes envahissantes et modifications de la faune. Si l'ouverture de vastes zones propices à la multiplication s'avère être le principal facteur qui a déclenché les pullulations et la grégarisation du criquet nomade, il est indispensable de comprendre les conséquences de l'évolution des milieux sur les ennemis naturels. Dans quelle mesure certains ennemis naturels ayant un impact significatif sur les populations de criquet nomade sont ils eux défavorisés par la déforestation ? Il existe une très forte écodiversité entre les zones de pontes occidentales et le rebord de la côte Est. Quelle est la diversité des ennemis naturels et à quelle période sont-ils le plus actifs ? Quel est le rôle particulier des ennemis naturels inféodées à la côte Est dans la limite de l'extension des solitaires ?

3-7 Un biomodèle national vers une stratégie d'avertissement

Le criquet nomade est un ravageur de premier ordre à Madagascar, à l'instar du *Locusta*. Son extension liée au zones de défriches laisse même penser que ses dégâts risquent encore d'augmenter dans les années qui viennent. Il parait donc fondamental de synthétiser les données collectées dans les différents modules de recherche pour aboutir à une modélisation globale du phénomène (échelle nationale) et locale (aires grégarigènes de la Sofia et du Sud).

La distribution géographique des biotopes de ponte et de diapause doit être étudiée au niveau national. Une fois les exigences pédo-hydriques de l'acridien, il deviendrait possible au tout début de la saison des pluies de prévoir les zones infestées par les larves et les effectifs qui seront produits par la suite. Le criquet nomade ne faisant qu'une génération par an, la prévision est tout à fait envisageable et devrait être relativement simple à gérer d'un point de vue opérationnel.

Ce modèle serait la base d'une stratégie opérationnelle d'avertissement, base donc de la lute préventive. Le CNA a cruellement besoin de ces outils pour mener une lutte rationnelle et non plus au coup par coup.

Conclusion

Cette mission représente une étape supplémentaire dans la compréhension de la dynamique des populations du criquet nomade. Elle a permis de s'intéresser au détail des composantes statiques de toute la gamme des biotopes du criquet nomade présents sur l'image satellite Spot. La finesse dans la caractérisation des biotopes est déterminante pour obtenir les clés nécessaires aux choix des zones de ponte par l'insecte.

L'analyse et la comparaison des différentes prises de vue Spot permettra d'apprécier l'évolution spatio-temporelle des zones de ponte depuis 20 ans, en vue de cerner les conséquences des changements environnementaux sur les aires de reproduction du locuste.

L'ensemble des travaux de recherche actuels et à venir doit mener à un avertissement raisonné contre le ravageur. Ces travaux ne peuvent être menés par une seule équipe. Le travail en partenariat entre le CNA et le CIRAD déjà amorcé sur ce sujet depuis 2002 doit s'étendre à d'autres disciplines. Il parait envisageable d'intégrer les compétences Ciradiennes de l'île de la Réunion (Pole Protection des Plantes). Par ailleurs il faut faire appel à des compétences en traitement de données à basse résolution. Le lancement des nouveaux travaux de recherche pourrait être assuré par un projet fédérateur entre Madagascar et la Réunion.

Bibliographie

Albrecht, F.O., 1956. Limitation des effectifs chez un acridien : influence de la sécheresse du sol sur les œufs de *Nomadacris septemfasciata* (Serv.). - *Locusta*, **4**(Novembre) : 1- 21

Anonyme (COPR), 1982. *The Locust and Grasshopper Agricultural Manual*. Centre for Overseas Pest Research (COPR). 690p.

Backlund, H.O., 1955. Red locust and vegetation. - *Oikos (Acta oecologica scandinavica)*, **6**(2) : 124- 148

Burnett, G.F., 1951. Field observations of the behaviour of the Red locust (*Nomadacris septemfasciata* Serville) in the solitary phase. - *Anti-Locust Bulletin*, **8** : 1- 37

Chapman, R.F., 1959a. Observations on the flight activity of the Red locust, *Nomadacris septemfasciata* (Serville). - *Behaviour*, **XIV**(4) : 300- 334

Chapman, R.F., 1959b. Field observations on the behaviour of hoppers of the Red locust (*Nomadacris septemfasciata* Serville). - *Anti-Locust Bulletin*, **33** : 1- 51

Dean, G.J.W., 1968. Studies of factors affecting the formation of hopper bands of the Red locust (*Nomadacris septemfasciata*) in an outbreak area. - *Journal of Applied Ecology*, **5** : 273- 290

Descamps, M. & Wintrebert, D., 1966. *Pyrogomorphidae* et *Acrididae* de Madagascar. Observations biologiques et diagnoses (Orth. Acridoidea). - *Eos (Revista Española de Entomología)*, **42**(1-2) : 41- 263

Duranton, J.-F., 1996. *Expertise acridienne à Madagascar. Perspectives de réhabilitation du système d'avertissement antiacridien (11 mars - 17 avril 1996)*. - CIRAD-GERDAT-PRIFAS : Montpellier (France). VIII +52p.

Faure, J.C., 1935. The life history of the Red locust (*Nomadacris septemfasciata*, Serville). - *Bulletin of Department of Agriculture*, **144** : 5- 32

Franc, A. & Duranton, J.-F., 2001. *Rapport de mission dans le Nord de l'île. 11-17 novembre 2001*. - Centre National Antiacridien / CIRAD-AMIS-PPC-Prifas : Tuléar (Madagascar) / Montpellier (France). 17p.

Frappa, C., 1935. Etude sur la sauterelle migratrice *Nomadacris septemfasciata* Serv. et sa présence à Madagascar de 1926 à 1935. - *Bulletin Economique trimestriel de Madagascar*, **3** : 1- 19

Hendrickx, G., de la Rocque, S., Wint, W., 2001. Spatial Trypanosomosis management: from datalayers to decision Making. – Trends in Parasitology, **17**(1): 35-41

Lea, A., 1938. Investigations on the Red locust *Nomadacris septemfasciata* (Serv.) in Portuguese East Africa and Nyasaland in 1935. - *Science Bulletin, Union of South Africa Department of Agriculture and Forestry*, **176** : 1- 30

Lea, A. & van V.Webb, D., 1939. Field observations on the Red locust at Lake Rukwa in 1936 and 1937. - *Science Bulletin, Union of South Africa Department of Agriculture and Forestry*, **189** : 1- 84

Leblanc, É., 2003. - *Enquêtes sur la biologie, l'écologie et les ravages de Nomadacris septemfasciata (Serville, 1838) dans le Nord de Madagascar*. DAA Protection des Plantes et Environnement - ENSAM / ENSAR / INA-PG : Montpellier / Rennes / Paris (soutenance : 26/09/2003). - Montpellier (France) + 43 p.

Materu, M.E.A., 1984. The ecology and control of the Red locust (*Nomadacris septemfasciata* Serv.). - *Insect Science and its Applications*, **5**(2) : 79- 82

Michelmore, B.A., 1947. The habits and control of the Red locust in outbreak areas and elsewere. - *Bulletin of Entomological Research*, **37** : 331- 379

Randrianasolo, E., 1978. - *Biologie et écologie comparées de deux acridiens (Orthoptera, Cyrthacanthacridinae)* Cyrtacanthacris tatarica buissonneuse *(Linné, 1758) et* Nomadacris septemfasciata *(Serville, 1838) dans le Sud-Ouest de Madagascar.* Thèse de 3ème cycle - Université, Paris XI. - 189 p.

Roblot, M., 1951. Le Criquet nomade (*Nomadacris septemfasciata* Serv.) au Soudan français. - *Agronomie Tropicale*, **VI**(11-12) : 565- 605

Stortenbeker, C.W., 1967. *Observations on the population dynamics of the Red locust,* Nomadacris septemfasciata *(Serville), in its outbreak areas.* - Coll. : Agricultural Rearch Reports. - Centre for Agricultural Publications and Documentation : Wageningen. – **694** V + 118p.

Symmons, P., 1959. The effect of climate and weather on the numbers of the Red locust, *Nomadacris septemfasciata* (Serv.), in the Rukwa Valley outbreak area. - *Bulletin of Entomological Research*, **50, Part 8** : 507- 521

Têtefort, J.-P. & Wintrebert, D., 1963. Eléments d'acridologie pratique à Madagascar. - *L'Agronomie Tropicale*, **9**(sept.) : 875- 932

Têtefort, J.-P. & Wintrebert, D., 1967. Ecologie et comportement du Criquet nomade dans le Sud-Ouest malgache. - *Annales de la Société Entomologique de France (Nouvelle Série)*, **3**(1) : 3- 30

Vesey-Fitzgerald, D.F., 1955. The vegetation of the outbreak areas of the Red locust (*Nomadacris septemfasciata* Serv.) in Tanganyika and northern Rhodesia. - *Anti-Locust Bulletin*, **20** : 1- 31

Vesey-Fitzgerald, D.F., 1964. Ecology of the Red locust. - *Monographiae Biologicae*, **14** : 255- 268

Woodrow, D.F., 1965. Observations on the Red locust (*Nomadacris septemfasciata* Serv.) in the Rukwa Valley, Tanganyika, during its breeding season. - *Journal of Animal Ecology*, **34** : 187- 200

Autres références sur la ponte du criquet nomade

Albrecht, F.O., 1953. The breeding of the Red locust in captivity. - *Bulletin of Entomological Research*, **44**(1) : 1- 4

Anderson, N.L., 1964. Observations on some grasshoppers of the rukwa valley, Tanganyika. - *Proceedings of the Zoological Society of London*, **143**(part 3) : 395- 403

Anonyme, 1937. Contribution pour l'étude biologique du *Nomadacris septemfasciata*, Serv. - *Comptes Rendus de la 4e Conférence internationale sur la Recherche antiacridienne* : 1- 10

Luong-Skovmand, M.H., Franc, A., Rabesisoa, L.F. & Lecoq, M., 2004. *Le Criquet nomade à Madagascar. Eléments de bibliographie.* - Centre National Antiacridien / CIRAD-AMIS-PPC-Prifas : Tuléar (Madagascar) / Montpellier (France). 96p.

Pielou, D.P. & Fres, P.D., 1948. Observations on the behaviour of gregarious hoppers of the Red locust, *Nomadacris septemfasciata* Serville. - *Proceedings of the Royal Entomological Society of London*, **23**(1-3) : 19- 27

Robertson, I.A.D., 1962. Notes on the biology of some grasshoppers from the Rukwa Valley, S.W. Tanganyka (Orht., Acrididae). - *Eos (Revista Española de Entomología)*, **XXXVIII**(1) : 51- 114

Wintrebert, D., 1955. La ponte et l'éclosion du Criquet nomade *Nomadacris septemfasciata* Serv. dans la zone d'inondation du Niger (Soudan Français). - *Agronomie Tropicale*, **10**(5) : 610- 615

Woodrow, D.F., 1965. Laboratory Analysis of oviposition Behaviour in the Red locust, *Nomadacris septemfasciata* (Serv.). - *Bulletin of Entomological Research*, **55** : 733- 745

Zolotarevsky, B.N., 1939. Le Criquet nomade (*Nomadacris septemfasciata* Serv.) en Afrique française. - *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord*, **XXX** : 62- 82

Zolotarevsky, B.N., 1939. Pullulation du Criquet nomade en Afrique occidentale française. - *L'Agronomie Coloniale*, **28**(257) : 141- 149

CIRAD-DIST
Unité bibliothèque
Lavalette

Annexes

ANNEXE 1 : CALENDRIER DES ACTIVITES DE LA MISSION (23 OCTOBRE AU 12 NOVEMBRE)

Lundi 23 octobre (voyage)

06h55 Décollage de Montpellier. 23h50 Arrivée à Ivato - Tananarive. Accueil assuré par la DR CIRAD

Mardi 24 octobre (Tananarive)

08h00 Direction Régionale du CIRAD : remise du courrier, réservation billet d'avion
08h30 Entretien avec Lalaina Rabesisoa, Antenne CNA de Tananarive. Finition de la fiche de relevés
10h00 Récupération du billet AirMad à l'agence de voyage CIRAD
11h00 Antenne du CNA. Préparation de la mission avec M Elise et Mlle Lalaina
12h00 Départ pour Antsohihy avec le Nissan 4X4 de la zone
20h00 Nuit à Ambondromamy.

Mercredi 25 octobre (Manpikony)

07h00 Départ d'Ambondromamy, visite d'un *tavy*, description des paysages agricoles
10h30 Manpikony, principes de prospection sur la station d'Andranomangatsiaka
11h30 Ferme cotonnière de la Bemarivo Dagrys d'Ampapamena : installation. Repas à Manpikony
15h00 Ferme Dagrys, échange de données météo avec le responsable cotonnier Dagrys.

Jeudi 26 octobre (Antsohihy)

06h30 Départ de Manpikony sur RN6.
10h30 Rencontre avec Samuel, prospecteur Port Bergé
13h30 Arrivée à Antsohihy. Installation MD à la zone antiacridienne et AxF chez P&A. Koening
15h00 Réunion au bureau de la zone d'Antsohihy.

Vendredi 27 octobre (Anjalazala)

05h00 Prospection sur la station de Anjalazala avec Dickson : prospection & caractérisation des zones de ponte
15h00 Retour à Antsohihy
17h00 Décharge des données et photos
18h00 Rencontre de M. Tsimandany.

Samedi 28 octobre (forêt Bora)

05h00 Départ pour Ambodimangan'y Bora : lisière de la forêt Bora. Prospection sur une mosaïque de *tavy* et *savoka* et biotopes ouverts.
14h00 Repas à Antsahabe
15h30 Retour à Antsohihy : programmation découpage en Régions Naturelles et mise au format de saisie des données
18h00 Décharge données photos et GPS.

Dimanche 29 octobre (Ambobaka)

05h00 Départ d'Antsohihy pour Analarejy sur la RN32 : recueil des données sur les biotopes de ponte dans zone traitée en février 2006
10h30 Arrêt et prospection au nord d'Ambobaka
15h30 Retour à Antsohihy
16h00 Décharge des données
18h00 calage fonds de carte.

Lundi 30 octobre (Port Bergé)

07h30 Zone CNA Antsohihy : changement des plaquettes du 4X4. Révision de l'itinéraire technique de récupération des points GPS.
11h00 Départ pour Port Bergé. Repas à Anjiamangirina. Arrivée à 14h.
14h00 Port Bergé : prospection sur la route de Marovato dans les zones sédimentaires et alluvionnaires
18h00 Retour à Port Bergé : décharge des points GPS.

Mardi 31 octobre (Port Bergé)

05h00 Départ pour la station de Bezanadako : prospection avec Samuel (prospecteur), relevés environnementaux
12h00 Retour à Port Bergé : signature des Ordres de Mission et repas
13h00 Bilan de situation avec Samuel, consignes pour la campagne à venir
14h30 Départ de Port Bergé. Relevés de points GPS de biotopes
16h00 Arrivée à Antsohihy : décharge des points GPS et visualisation des photos.

Mercredi 01 novembre (Antsohihy)

07h00 Relecture des notes. Décharge des photos Macro

08h00 Visite de M. Velondrazana, ancien chef de zone adjoint

08h30 Bilan des mesures morphométriques avec Dikson. Saisie des données morphométriques, de dissection et météo

09h30 Accueil des missionnaires de Tananarive (Lalaina et Thomas, chef DAF) venus recruter le chef de zone adjoint. Bilan de situation pour la Sofia et prospectives opérationnelles à venir (traitement, formation, investissements). Prêt de l'imprimante

11h30 Zone CNA : Mise au point des tableaux récapitulatifs des relevés et saisie des données recueillies

12h30 Repas chez le chef de zone

15h00 Saisie rapport

17h00 Première ébauche du découpage en régions naturelles de l'image Spot

19h00 Repas avec les missionnaires de Tananarive.

Jeudi 02 novembre (Befandriana)

07h30 Base de vie Colas : récupération des données pluviométriques de l'entreprise de BTP Colas

09h30 Soudure pot échappement 4X4. Mise en place de l'architecture de la base de données. Elaboration du plan du rapport

12h00 Départ pour Befandriana. Prospection sur la station de Ambodimontso

18h00 Arrivée à Befandriana : accueil chez le nouveau prospecteur Lemena, installation à l'hôtel Rose de Chine. Décharge de données GPS et photos.

Vendredi 03 novembre (Befandriana)

05h00 Départ pour la station de Morafeno : prospection acrido et environnement

12h00 Repas à Befandriana chez le prospecteur, dissection des acridiens capturés le matin

14h00 Départ de Befandriana

18h00 Arrivée à Mandritsara : bilan avec Félix prospecteur, installation à l'hôtel Pattes.

Samedi 04 novembre (Mandritsara)

05h00 Départ pour Antsiatsiaka, passage sur la station de Beantoko, prospection sur le plateau Androna

13h00 Arrivée à Antsiatsiaka : repas, rencontre du Directeur du collège. Prospection dans les alentours du village (forêt, lisière, bas fond culturaux, savanes ouvertes)

18h00 Retour au village salutation du Maire, repas et nuit accueilli par le Maire.

Dimanche 05 novembre (Antsiatsiaka)

05h30 Captures sur le plateau Adrona infructueuses (pluie et températures basses)

07h00 Départ vers l'Est sur l'axe de défrichement (passage vers Mananara), prospection et enquêtes auprès des villageois sur les passages d'essaims de NSE entre 2001 et 2003

13h30 Retour à Antsiatsiaka : repas et captures sur le plateau Adrona

18h30 Arrivée à Mandritsara : rencontre de l'équipe de missionnaire de Betioky et du chef de zone. Bilan de situation avec M. Tsito, chef du service surveillance.

Lundi 06 novembre (Mandritsara)

06h30 Dissection des femelles capturées à Antsiatsika

10h00 Départ pour Marotandrano à 2 4X4 avec l'équipe de Betioky : prospection de populations denses sur la côte Bekaranga et à Ambalaben'i fasina.

18h00 Arrivée à Mandritsara : installation à la concession catholique

Mardi 07 novembre (Mandritsara)

06h30 Discussion avec le prospecteur Taurd sur les prospections intensives et extensives. Achat de riz bon marché pour les agents d'Antsohihy

09h00 Départ pour Lampibe : prospection acridienne de populations denses sur les vallées secondaires à sources permanentes

13h00 Départ de Lampibe, repas à Ambalaben'i fasina

15h00 Arrivée à Mandritsara : dissection acridienne, remplissage de fiches d'acridiens secondaires, validation vol AirMad, achat de petit matériel de prospection.

18h00 Bilan de la prospection avec M. Tsito : faut-il ou non traiter ?

Mercredi 08 novembre (Mandritsara – Mahajanga -Tananarive)

07h00 Bilan de fin de mission avec l'équipe de zone et les missionnaires de Betioky

10h30 Décollage du TwinOtter AirMad. Arrivée à 13h00 à Mahajunga

17h40 Atterrissage à Ivato –Tananarive : accueil par Mme Lalaina

19h00 Installation à la case de passage du CIRAD

Jeudi 09 novembre (Tananarive)

08h00 DR CIRAD : contact téléphonique avec le Directeur du CNA, M. Yannick Leroux, agents CNA à Tuléar, Lalaina Rabesisoa et Michel Partiot. Calage des rendez vous.

10h00 Rédaction rapport : situation acridienne

14h30 Antenne du CNA : compte rendu de mission auprès du Directeur du CNA

16h00Représentation FAO : restitution de mission et mise au point d'un éventuel TCP d'aide à la restructuration du CNA

17h00 Passage à la librairie de Madagascar.

Vendredi 10 novembre (Tananarive)

08h00 PV : Restitution de mission avec M. Gabriel

10h00 SCAC : restitution de mission et présentation de la collaboration franco-malgache sur la lutte antiacridienne

12h00 Repas avec le Directeur du CNA

13h00 FOFIFA-projet FORMA : programme des formations encadrées par le SCAC

16h00 Rédaction d'une note à l'intention du Comité National de Secours avec le Directeur du CNA

18h00 DR CIRAD : bilan de mission avec Michel Partiot et le Directeur du CNA.

Samedi 11 novembre (Tananarive)

Courses personnelles, bagages

23h Aéroport d'Ivato accompagnée par Mme Lalaina.

Dimanche 12 novembre (Tananarive – Montpellier)

01h30 Décollage d'Ivato, 11h50 arrivée à CDG, transfert à Orly, 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. Elis Rajaofera	CNA	Tananarive	Chef d'antenne de Tananarive
2	M. Augustin Herindranovona	CNA	Tananarive	Directeur du CNA
3	Mme Lalaina Rabesisoa	CNA	Tananarive	Resp. technique Antenne CNA
4	M. Benoît Kervinio	Hasyma	Manpikony	Chef de culture coton
5	M. Ignace Boto	DRDR	Antsohihy	Directeur régional Sofia
6	M. Samuel Fanorizany	CNA	Port Bergé	Prospecteur CNA
7	M. Paul Koening	Retraité	Antsohihy	Ornithologue retraité
8	M. Élie Ramiandra	CNA	Antsohihy	Chef de zone Sofia
9	M. Velondrazana	CNA	Antsohihy	Adjoint au chef de zone
10	M. Eric Mahazaka	CNA	Antsohihy	Chauffeur zone Sofia
11	M. Rasolondrazana Dickson	CNA	Antsohihy	Prospecteur CNA
12	M. Bertrand de Bourran	Mission catholique	Marotandrano	Prêtre de la mission
13	M. Tsimandany	Ex-CNA	Antsohihy	Chef de zone retraité
14	M. Thomas Razanajatovo	CNA	Antsohihy	Chef DAF
15	M. Jean-François Faye	Collas	Antsohihy	Resp. Laboratoire Géotechnique
16	M. Nomenjanahary Kalo Tombozafy	CNA	Befandriana N.	Prospecteur CNA
17	M. Félix Malazamanana	CNA	Mandritsara	Prospecteur CNA
18	M. Andriamaroahina Tsito	CNA	Mandritsara	Chef de service Surveillance
19	M. Zafindraibe Emannuel	CNA	Mandritsara	Resp. Suivi Environnemental
20	M. Rado Randrianatoandry	CNA	Mandritsara	Responsable traitements
21	M. Jonah Randriamalala	CNA	Mandritsara	Chauffeur surveillance
22	M. Taurd Ravelomanana	CNA	Marotandrano	Prospecteur CNA
23	M. Pierrot Andriamanpiona	PLPA	Tananarive	Chef de projet BAD
24	M. Martin Smith	FAO	Tananarive	Représentant régional
25	M. Honoré Razafimbelo	FAO	Tananarive	Chargé de programme
26	M. Gabriel Rasamoelina	PV	Tananarive	Directeur de la Protection des Végétaux
27	M. Fong Hong Lié	PV	Tananarive	Responsable calamités publiques
28	M. Désiré Rabakoarijao	PV	Tananarive	Chef du laboratoire de phytopharmacie
29	M. Michel Pré	SCAC	Tananarive	Conseiller développement rural
30	M. Michel Partiot	CIRAD	Tananarive	Directeur régional
31	M. Pascal Danthu	CIRAD	Tananarive	Chef de l'URP Forêt et biodiversité
32	Mlle Marie Hélène Dabat	CIRAD	Tananarive	Chercheur URP Scrid
33	M. Yannick Leroux	Projet Forma	Tananarive	Chef de projet Forma - Fofifa

CIRAD-DIST
Unité bibliothèque
Lavalette

ANNEXE 3 : INVESTISSEMENTS NECESSAIRES A LA ZONE SOFIA SUR LES RELIQUATS DU PS-UE

N	Type	Désignation	Destinataires (1)	Total
1	prospection	Loupe à main X10	1 par PA	5
2	prospection	2 pinces fines, 1 pince forte, 1 paire de ciseaux fins, 1 paire de ciseaux forts, 1 pince souple	1 par PA	5
3	prospection	Combinaison manches longues	1 par PA + 10 ZA	15
4	prospection	Compteur à main métallique	1 par PA	5
5	prospection	Coupelle en verre pyrex	2 par PA	10
6	prospection	Trousse pour outils à dissection	1 par PA	5
7	prospection	Filet de capture (diamètre de 40 cm) avec manche en bois de 50 cm	1 par PA	5
8	prospection	Flacon à cyanure + recharge de cyanure	1 par PA	5
9	prospection	Pied à coulisse à lecture numérique	1 par PA	5
10	prospection	Poche de captures nylon	1 par PA	5
11	prospection	Compteur à main	1 par PA	5
12	prospection	Sac à dos 30 litres	1 par PA	5
13	prospection	Thermomètre Mini-Maxi	1 par PA	5
14	prospection	Pluviomètre à lecture directe	1 par PA	5
15	cartographie	Carte FTM 100.000 des stations	1 par PA + 1 ZA	6
16	cartographie	Carte FTM 500.000 n°4 et 6	1 par PA + 1 ZA	6
17	cartographie	GPS Garmin 76	1 par PA + 1ZA	6
18	communication	Radio BLU digitale	Mandritsara	1
19	communication	Antenne bifilaire	Mandritsara	1
20	laboratoire	Congélateur petit modèle (120 litres)	ZA	1
21	documentation	Clef de reconnaissance des acridiens du Sahel	1 par PA	5
22	documentation	Flore des graminées	1 par PA	5
23	documentation	Flore des légumineuses	1 par PA	5
24	documentation	Glossaire d'acridologie	1 par PA	5
25	documentation	Les acridiens du Sahel	1 par PA	5
26	documentation	Manuel de prospection en zone tropicale sèche	1 par PA	5
27	immobilier	1 bâtiment : 1 bureau PA, 1 bureau BLU	Mandritsara	1
28	immobiler	Magasin de stockage (100 tonnes)	Mandritsara	1
29	lutte	Moto pulvérisateur à pompe (équipé ULV)	ZA	10
30	lutte	Pulvérisateur à disque rotatif	ZA	10
31	lutte	Poudreuse manuelle	A	10
32	lutte	Matériel de protection (masques, gants, bottes, lunettes, groins)	ZA	20
33	mobilier	Armoire métallique avec serrure à clef (150 x 100 x 60)	1 par PA	5
34	mobilier	Bureau en pin	1 par PA	5
35	mobilier	Chaise	2 par PA	10
36	mobilier	Tabouret en bois	1 par PA	5
37	mobilier	Ventilateur	1 par PA	5
38	transport	Vélo Tout Terrain (cadre aluminium, amortisseurs, freins à disque, fourche à gd débattement)	1 par PA	5
39	campement	Groupe électrogène 5 Kva	ZA	1
40	campement	Sac de couchage léger (<2 kg)	1 par PA	5
41	campement	Tente igloo 2/3 places	1 par PA	5

(1) **ZA** : Zone Antiacridienne, **PA** : Poste Antiacridien

ANNEXE 4 : BIOTOPES ATTENDUS DES POINTS THEORIQUES

Point GPS	Station	Biotope attendu	X	Y	Zone
Wpt 1	Anjalazala	Terrasse de forêt galerie	195824,159	8338378,336	39L
Wpt 2	Anjalazala	Savoka dense	195709,051	8338259,258	39L
Wpt 3	Anjalazala	Savoka dense	195562,192	8338330,706	39L
Wpt 4	Anjalazala	Friche	195395,478	8338219,569	39L
Wpt 5	Anjalazala	Savoka ouverte	195161,292	8338084,611	39L
Wpt 6	Anjalazala	Savane haute	194808,03	8337993,325	39L
Wpt 7	Anjalazala	Culture embroussaillée	196459,241	8336846,211	39L
Wpt 8	Anjalazala	Savane moyenne	196296,497	8336810,482	39L
Wpt 9	Anjalazala	Savane haute	195978,96	8336925,592	39L
Wpt 10	Anjalazala	Savoka très ouverte	195768,59	8337016,889	39L
Wpt 11	Anjalazala	Savoka ouverte	196258,634	8341071,199	39L
Wpt 12	Anjalazala	Savoka très ouverte	196427,884	8341127,611	39L
Wpt 13	Anjalazala	Savoka très ouverte	196650,578	8341089,014	39L
Wpt 14	Anjalazala	Savane basse	196249,73	8340860,382	39L
Wpt 15	Anjalazala	Steppe	196297,238	8340584,233	39L
Wpt 16	Ambodimontso	Steppe	215184,547	8319198,342	39L
Wpt 17	Ambodimontso	Savane moyenne	215323,932	8318980,557	39L
Wpt 18	Ambodimontso	Savoka très ouverte	215454,608	8318854,242	39L
Wpt 19	Ambodimontso	Savane basse	215350,071	8318771,479	39L
Wpt 20	Ambodimontso	Savoka ouverte	215232,466	8318936,997	39L
Wpt 21	Ambodimontso	Savoka ouverte	215894,549	8318793,258	39L
Wpt 22	Ambodimontso	Savoka dense	215946,817	8318601,6	39L
Wpt 23	Ambodimontso	Savoka ouverte	215920,681	8319006,69	39L
Wpt 24	Ambodimontso	Savoka ouverte	215672,402	8319381,286	39L
Wpt 25	Ambodimontso	Savoka très ouverte	215389,272	8319337,735	39L
Wpt 26	Ambodimontso	Bord d'oued à Phragmites	214979,823	8320746,818	39L
Wpt 27	Ambodimontso	Rizière	215101,783	8320860,057	39L
Wpt 28	Ambodimontso	Savoka très ouverte	215563,482	8320529,031	39L
Wpt 29	Ambodimontso	Steppe	215654,947	8320633,564	39L
Wpt 30	Ambodimontso	Culture sèche	215707,216	8320772,945	39L
Wpt 31	Ambodimontso	Culture sèche	215816,113	8320842,634	39L
Wpt 32	Morafeno	Savoka très ouverte	230785,73	8308793,543	39L
Wpt 33	Morafeno	Savoka très ouverte	230648,906	8308664,318	39L
Wpt 34	Morafeno	Savane haute	230698,317	8308584,506	39L
Wpt 35	Morafeno	Savane haute buissonneuse	230823,739	8308489,489	39L
Wpt 36	Morafeno	Savane haute buissonneuse	230702,115	8308424,88	39L
Wpt 37	Morafeno	Savane haute buissonneuse	230610,903	8308337,458	39L
Wpt 38	Morafeno	Rizière	230474,072	8308170,23	39L
Wpt 39	Morafeno	Savoka ouverte	230531,087	8308736,538	39L
Wpt 40	Morafeno	Rizière	230568,807	8310122,013	39L
Wpt 41	Morafeno	Savane haute buissonneuse	230458,528	8310038,344	39L
Wpt 42	Morafeno	Savane haute	230542,186	8309882,432	39L
Wpt 43	Morafeno	Savoka très ouverte	230458,532	8309779,758	39L
Wpt 44	Morafeno	Savane haute buissonneuse	230705,713	8309791,167	39L
Wpt 45	Morafeno	Savane haute buissonneuse	230679,095	8309912,854	39L
Wpt 46	Morafeno	Culture sèche	230709,513	8310049,759	39L
Wpt 47	Morafeno	Culture sèche	230690,498	8310141,021	39L
Wpt 48	Morafeno	Bord de forêt galerie	230743,744	8310277,92	39L
Wpt 49	Morafeno	Culture sèche	230774,164	8310414,824	39L
Wpt 50	Ambobaka	Route	188641,274	8346801,728	39L
Wpt 51	Ambobaka	Culture sèche	188799,56	8346907,245	39L
Wpt 52	Ambobaka	Savane moyenne	188905,076	8346822,022	39L
Wpt 53	Ambobaka	Savoka ouverte	189091,765	8346976,24	39L
Wpt 54	Ambobaka	Savoka très ouverte	189120,179	8347118,29	39L
Wpt 55	Ambobaka	Savoka très ouverte	189136,406	8347248,16	39L
Wpt 56	Ambobaka	Savoka très ouverte	189201,343	8347426,737	39L
Wpt 57	Ambobaka	Savane moyenne arborée	189225,692	8347605,307	39L
Wpt 58	Ambobaka	Savane haute arborée	189290,631	8347808,232	39L
Wpt 59	Ambobaka	Savane haute arborée	189359,624	8347962,449	39L

Point GPS	Station	Biotope attendu	X	Y	Zone
Wpt 60	Ambobaka	Savoka très ouverte	189327,16	8348120,731	39L
Wpt 61	Ambobaka	Culture sèche	189225,692	8348254,659	39L
Wpt 62	Ambobaka	Savane haute buissonneuse	189148,583	8348408,88	39L
Wpt 63	Ambobaka	Savoka très ouverte	188961,895	8348295,248	39L
Wpt 64	Ambobaka	Culture sèche	188807,673	8348392,649	39L
Wpt 65	Ambobaka	Bord de forêt galerie	188710,273	8348311,477	39L
Wpt 66	Ambobaka	Savane haute buissonneuse	188746,795	8348181,606	39L
Wpt 67	Ambobaka	Rizière	188600,696	8348222,191	39L
Wpt 68	Ambobaka	Culture sèche	188596,632	8348047,681	39L
Wpt 69	Ambobaka	Culture sèche pérenne	188519,525	8348222,192	39L
Wpt 70	Ambobaka	Savane haute buissonneuse	188430,232	8348055,799	39L
Wpt 71	Ambobaka	Savane haute	188340,947	8347966,506	39L
Wpt 72	Ambobaka	Savoka très ouverte	188185,008	8347816,146	39L
Wpt 73	Ambobaka	Savane basse	187886,937	8347696,511	39L
Wpt 74	Ambodimanga	Savane moyenne	197549,594	8354856,12	39L
Wpt 75	Ambodimanga	Savane haute buissonneuse	197592,608	8355021,303	39L
Wpt 76	Ambodimanga	Savoka ouverte	197649,776	8355218,214	39L
Wpt 77	Ambodimanga	Savoka très ouverte	197608,489	8355316,676	39L
Wpt 78	Ambodimanga	Village	197522,732	8355338,903	39L
Wpt 79	Ambodimanga	Savoka ouverte	197567,198	8355507,233	39L
Wpt 80	Ambodimanga	Savane haute buissonneuse	197500,504	8355621,572	39L
Wpt 81	Ambodimanga	Savane haute buissonneuse	197367,111	8355742,255	39L
Wpt 82	Ambodimanga	Savoka très ouverte	197306,762	8355554,874	39L
Wpt 83	Ambodimanga	Savane haute arborée	197363,929	8355377,019	39L
Wpt 84	Ambodimanga	Route	197411,57	8355221,396	39L
Wpt 85	Ambodimanga	Savane basse	197367,11	8354903,795	39L
Wpt 86	Ambodimanga	Savoka ouverte	197621,186	8354573,488	39L
Wpt 87	Ambodimanga	Savane haute	197608,488	8354386,103	39L
Wpt 88	Ambodimanga	Savane haute arbustive	197710,117	8354300,347	39L
Wpt 89	Ambodimanga	Savoka très ouverte	197805,399	8354192,364	39L
Wpt 90	Ambodimanga	Savoka très ouverte	197779,99	8354055,795	39L
Wpt 91	Ambodimanga	Savane moyenne buissonneuse	197862,566	8353950,994	39L
Wpt 92	Ambodimanga	Savoka ouverte	198005,49	8353874,769	39L
Wpt 93	Ambodimanga	Savane haute buissonneuse	197732,353	8353877,94	39L
Wpt 94	Ambodimanga	Steppe	197621,189	8354039,919	39L
Wpt 95	Ambodimanga	Savane moyenne buissonneuse	197535,433	8354227,298	39L
Wpt 96	Ambodimanga	Savane basse	197446,505	8354481,383	39L

ANNEXE 5 : FICHE DE DESCRIPTION STRUCTURALE DE BIOTOPE DE PONTE

NUM : ⌊_⌊_⌊_⌊_⌋

Prospecteur : _____ Photo num :_____ **Date** : _____ / N° relv : _____

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

Latitude : _____°_____'_____" S Longitude : _____°_____'_____" E Alt :_____m Milieu : _____

SBT : _____ ha SRE : 400 m² Biotope : _____

NbBA : _____ NmBA : _____

			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Géol	**ORG**			CRI	VLC	SED	DTR	ALL	MET				
	NAT			GRE	SBL	CLC	MRN	ARG	SAL	CRI	VLC	ARN	LIM
Géomorpho	**PYR**			PLA	PLT	COL	MNT	PNT	IBG	PDP	CUE		
	PYL			VFL	VRV	VRS	VTO	GG	CDJ	IFL	CRT	BTT	BTM
				FAL	RPL	EBL	SST	GLC	SHZ	PNTf	PNTF	BFD	VAL
				COL	VO	FVAL	THW						
Topo	**TOP**			SOM	H-P	M-P	RPL	B-P	TRA	TRF	BRG	LIT	BNC
				DEP	RAV	T+/-P	P_P	BFD					
Hydro	**RHreg**		A	Ed_C	Ed_T	Ed_A	Ex_C	Ex_T	Ex_A				
	RHrlv		A	Ed_C	Ed_T	Ed_A	Ex_C	Ex_T	Ex_A				
	ECL		OE	ET	EP								
	MAR		OM	MT	MP								
	NAP		ON	NT	NP								
Fctr hydriq	**BH**		--	-	=	+	++						
	OAP		PP	RS	NS	NP	IP	IF	IL	IR	AUTR		
	DRN		0	Tf	f	M	F	TF					
	SUB		0	EXCP	TPCO	TPST	CTCO	CTST	1-4	4-6	+6	12	
	DIS			1	>10	100	>1000	>					
	HYG			XX	X	MX	M	MH	H	HH	T		
Pédo	**STR**			HOM	HET								
Fctr édaph	**CUI**		0	CP	C+/-A	CA							
	GRM			R	B	C	G	Sgr	Sf	L	A		
Fctr énerg	**ENG**												
	SCI		0	1	2	3	01	02	03	123	0123		
	CTH		0	Tf	f	M	F	TF					
	THB			HHT	HT	MT	T	TT					
Fctr biotiq	**ANTH**		f	CME	CAT	CMA	ARB	HV	IRR	GNT	GSP	J	TAV1
				TAV2	TAV5	GPR	RBR	RBA	PLR	PLA	FRR	VFR	ELV
				RTE									
	Fbrs		0	-1*	1*	>1*	>10*						
	Fscl		0	-1*	1*	>1*	>10*						
Végét	**L**		0	1									
	%SNU												
	%SN o												
	FSNU		0	Tf	f	M	F	TF					
	HOMO			U1SP	U+SP	P							
	RC s 1			CONT	SEC2	SEC4	SEC6	BRU2	BRU4	BRU6	SRCL2	SRCL4	SRCL6
				DISC									

Végét		**Grpmt total**			**Sp domestiq**		
		AR H	**AR L**	**HT**	**AR H**	**AR L**	**HT**
S H	a						
	v						
	aB						
	L						
	h						
	p						
S L	B						
	BB						
	A						
	AA						
	AAA						
	AAAA						
	L						
	p						
	Plm						

Taxo				
Gr	**Cy**	**Lg**	**F**	**aH**

Estimation du potentiel de ponte : -- - 0 + ++

Définition des entêtes de la fiche de relevé :
NUM :
N° relevé : n° d'ordre de réalisation du relevé dans la journée
Rég : région
Com. : commune
Station : nom de la station de prospection
Milieu : milieu dans lequel s'effectue le relevé
Latitude et Longitude exprimée en DMS WGS 84
Alt : altitude du relevé en m
SBT : surface du biotope total en hectare
SRE : surface du relevé en hectare
Biotope : noms donnés aux biotopes présents dans le relevé (en général un relevé s'effectue dans un seul biotope)
NbBA : nombre de biotopes adjacents
NmBA : noms des biotopes adjacents

Définition du tableau de la fiche de relevé :
Géol : description de la géologie du relevé
ORG : origine géologique du substrat
01 : CRI : roche cristalline (cristaux plus ou moins gros)
02 : VLC : roche volcanique ou éruptive (pâte plus ou moins amorphe et éventuellement cristaux)
03 : SED : roche sédimentaire (couches successives)
04 : DTR : roche détritique (désagrégation d'une autre roche)
05 : ALL : roche alluviale (origine détritique et transport par l'eau)
06 : MET : roche métamorphique (sédimentaire cristallisée par métamorphisme, structure en lits, texture cristalline)
NAT : nature du substrat géologique
01 : GRE : grès (sable pris en masse)
02 : SBL : sable meuble (particules plus ou moins fines 0,05 à 20 mm)
03 : CLC : calcaire (sédimentaire, plus ou moins dure, effervescence à l'acide)
04 : MRN : marne (sédimentaire, mélange d'argiles et de calcaires)
05 : ARG : argile (sédimentaire, particules fines, tendres <0,002 mm)
06 : SAL : roche saline (salée, sel gypse)
07 : CRI : roche cristalline
08 : VLC : roche volcanique
09 : ARN : arène (cristalline décomposée en place)
10 : LIM : limoneux
Géomorpho : description géomorphologique du relevé
PYR : paysage régional
01 : PLA : plaine
02 : PLT : plateau
03 : COL : colline
04 : MNT : montagne
05 : PNT : piedmont
06 : IBG : inselberg
07 : PDP : pédiplaine
08 : CUE : cuesta
PYL : paysage local
01 : VFL : vallée de fleuve
02 : VRV : vallée de rivière (affluent de fleuve)
03 : VRS : vallée de ruisseau (petite rivière, largeur lit<1 m)
04 : VTO : vallée de torrent
05 : GG : gorge
06 : CDJ : cône de déjection
07 : IFL : interfluve
08 : CRT : crête
09 : BTT : butte ou dôme
10 : BTM : butte-témoin
11 : FAL : falaise
12 : RPL : replat
13 : EBL : éboulis
14 : SST : surface structurale
15 : GLC : glacis
16 : SHZ : surface sub-horizontale
17 : PNTf : pente faible (<10°)
18 : PNTF : pente forte (>10°)
19 : BFD : bas-fond
20 : VAL : vallon
21 : COL : colline
22 : VO : vallée d'oued
23 : FVAL : fond de vallon
24 : THW : thalweg
Topo : description topographique du relevé
TOP : éléments topographiques (place du relevé dans la toposéquence)
01 : SOM : sommet
02 : H-P : haut de pente
03 : M-P : mi-pente
04 : RPL : replat
05 : B-P : bas de pente
06 : TRA : terrasse ancienne
07 : TRF : terrasse fonctionnelle
08 : BRG : berge
09 : LIT : lit
10 : BNC : banc
11 : DEP : dépression
12 : RAV : ravine
13 : T+/-P : terrain plus ou moins plat
14 : P_P : pied de pente
15 : BFD : bas-fond
Hydro : description hydrologique du relevé
RHreg : régime hydrique régional (régime dans lequel se situe la station du relevé)
00 : A : aréique (sans écoulement de surface)
01 : Ed_C : endoréique (écoulement de surface sans exutoire vers la mer) collecte
02 : Ed_T : endoréique transitoire
03 : Ed_A : endoréique accumulation
04 : Ex_C : exoréique (écoulement de surface avec exutoire vers la mer) collecte
05 : Ex_T : exoréique transitoire
06 : Ex_A : exoréique accumulation
RHrlv : régime hydrique du relevé
00 : A : aréique (sans écoulement de surface)
01 : Ed_C : endoréique (écoulement de surface sans exutoire vers la mer) collecte
02 : Ed_T : endoréique transitoire
03 : Ed_A : endoréique accumulation
04 : Ex_C : exoréique (écoulement de surface avec exutoire vers la mer) collecte
05 : Ex_T : exoréique transitoire
06 : Ex_A : exoréique accumulation
ECL : écoulement des eaux au niveau du relevé
00 : OE : pas d'écoulement (pas de cours d'eau)
01 : ET : écoulement temporaire (présence d'oueds)
02 : EP : écoulement permanent (cours d'eau permanents)
MAR : mares, lacs
00 : OM : pas de mare
01 : MT : mare temporaire
02 : MP : mare permanente (d'après la végétation)
NAP : nappes aquifères
00 : ON : pas de nappe
01 : NT : nappe temporaire
02 : NP : nappe permanente
Fctr hydrlq : facteurs hydriques
BH : bilan hydrique au niveau du relevé, différence entre le ruissellement et les apports en eau (importance de la redistribution des précipitations , proportion d'eau réellement utilisable estimée en % par rapport aux précipitations)
00 : -- : très inférieure (<20%)
01 : - : inférieure (21-80%)
02 : = : équivalente (81-120%)
03 : + : supérieure (121-200%)
04 : ++ : très supérieure (>200%)
OAP : origine des apports en eau
00 : PP : précipitations
01 : RS : précipitations et eaux de ruissellement
02 : NS : précipitations et nappe aquifère superficielle
03 : NP : précipitations et nappe aquifère profond
04 : IP : inondation pluviale
05 : IF : inondation fluviale
06 : IL : inondation lacustre
07 : IR : irrigation
08 : AUTR : autres apports en eau (rosée, brouillard...)
DRN : drainage de l'eau
00 : 0 : nul (eau stagne ou ruisselle en surface)
01 : Tf : très faible (sol plus ou moins plat et plus ou moins imperméable, nombreuses mares)
02 : f : faible (sol plus ou moins plat et peu perméable, quelques mares)
03 : M : moyen (sol à pente faible<et plus ou moins perméable)
04 : F : fort (pente plus ou moins forte, sol perméable)
05 : TF : très fort (forte pente et sol perméable)
SUB : submersion du biotope
00 : 0 : biotope jamais submergé
01 : EXCP : biotope exceptionnellement submergé
02 : TPCO : biotope temporairement submergé par les eaux courantes
03 : TPST : biotope temporairement submergé par les eaux stagnantes
04 : CTCO : biotope submergé durant moins d'un mois par les eaux courantes

05 : CTST : biotope submergé durant moins d'un mois par les eaux stagnantes
06 : 1-4 : biotope submergé de 1 à 4 mois
07 : 4-6 : biotope submergé de 4 à 6 mois
08 : +6 : biotope submergé plus de 6 mois
09 : 12 : biotope immergé en permanence

DIS : distance de la zone inondée
01 : 1 : 1 mètre
02 : >10 : supérieur à 10 m
03 : 100 : 100 m
04 : >1000 : supérieur à 1 km
05 : > : plusieurs km

HYG : hygrotrophie globale du biotope
01 : XX : biotope hyper-xérotrophe
02 : X : biotope xérotrophe
03 : MX : biotope méso-xérotrophe
04 : M : biotope mésotrophe
05 : MH : biotope méso-hygrotrophe
06 : H : biotope hygrotrophe
07 : HH : biotope hyper-hygrotrophe (très humide)
08 : T : biotope tropotrophe

Pédo : description pédologique du relevé

STR : structure pédologique
01 : HOM : structure homogène
02 : HET : structure hétérogène

Fctr édaph : facteurs édaphiques

CUI : cuirasse latéritique
00 : 0 : pas de cuirasse
01 : CP : cuirasse profonde
02 : C+/-A : cuirasse presque affleurante
03 : CA : cuirasse affleurante

GRM : granulométrie du faciès superficiel
01 : R : roc (éléments dont le diamètre est >100 cm)
02 : B : bloc (diamètre compris entre 99 et 20 cm)
03 : C : cailloux (diamètre compris entre 19 et 2 cm)
04 : G : gravier (diamètre compris entre 1,9 et 0,2 cm)
05 : Sgr : sable grossier (diamètre compris entre 0,19 cm et 0,5 mm)
06 : Sf : sable fin (diamètre compris entre 0,4 et 0,05 mm)
07 : L : limon (diamètre compris entre 0,04 et 0,002 mm)
08 : A : argile (diamètre <0,002 mm)

Fctr énerg : facteurs énergétiques du relevé

ENG : ensoleillement global sur la strate herbacée par rapport à l'ensoleillement maximal au niveau de la canopée

SCI : sciatrophie du biotope
00 : 0 : pas d'ombre
01 : 1 : ombre claire continue
02 : 2 :ombre moyenne continue
03 : 3 : ombre dense continue
04 : 01 : ombre claire discontinue
05 : 02 : ombre moyenne discontinue
06 : 03 : ombre dense discontinue
07 : 123 : mosaïque d'ombres continues, pas d'ensoleillement direct
08 : 0123 : mosaïque d'ombres discontinues avec ensoleillement direct

CTH : contraste thermique
00 : 0 : nul
01 : Tf : très faible
02 : f : faible
03 : M : moyen
04 : F : fort
05 : TF : très fort

THB : thermotrophie du biotope
01 : HHT : hyper- hypothermotrophe
02 : HT : hypo-thermotrophe
03 : MT : méso- thermotrophe
04 : T : thermotrophe
05 : TT: hyper-thermotrophe

Fctr biotiq : facteurs biotiques du relevé

ANTH : anthropisme
00 : f : faible
01 : CME : culture mécanisée
02 : CAT : culture attelée
03 : CMA : culture manuelle
04 : ARB : arboriculture
05 : HV : haies vives
06 : IRR : irrigation (terrasses)
07 : GNT : groupement nitrophile
08 : GSP : groupement surpâturé
09 : J : jachère
10 : TAV1 : tavy (culture sur abattis-brûlis) datant d'1 an
11 : TAV2 : tavy datant de 2 à 5ans
12 : TAV5 : tavy datant de plus de 5ans
13 : GPR : groupement primaire
14 : RBR : reboisement récent
15 : RBA : reboisement ancien
16 : PLR : plantation récente
17 : PLA : plantation ancienne
18 : FRR : friche récente (<5 ans)
19 : VFR : friche ancienne (>5 ans)
20 : ELV : élevage
21 : RTE : route

Fbrs : feu de brousse (pâturage)
00 : 0 : non
01 : -1*: moins d'une fois par an
02 : 1*: une fois par an
03 : >1* : plus d'une fois par an
04 : >10* : plus de dix fois par an

Fscl : feu de sarclage (désherbage de culture)
00 : 0 : non
01 : -1*: moins d'une fois par an
02 : 1*: une fois par an
03 : >1* : plus qu'une fois par an
04 : >10* : plus de dix fois par an

Végét : structure de la végétation du relevé

L : litière
00 : 0 : non
01 : 1 : oui

%SNU : pourcentage de sol nu, dans le relevé

%SN o : pourcentage de sol nu à l'ombre, dans le relevé

FSNU : fragmentation des plages de sol nu
00 : 0 : nul
01 : Tf : très faible
02 : f : faible
03 : M : moyen
04 : F : fort
05 : TF : très fort

HOM : homogénéité du milieu en fonction de la complexité du tapis végétal
01 : U1SP : unistrate sub-monospécifique : une seule strate dominée par une seule espèce
02 : U+SP : une seule strate composée de plusieurs espèces
03 : P : plusieurs strates de végétation

RC s 1 : recouvrement végétal au sol sur une année
01 : CONT : continu, permanent
02 : SEC2 : sec 2 mois par an
03 : SEC4 : sec 4 mois par an
04 : SEC6 : sec 6 mois par an
05 : BRU2 : brûlé 2 mois par an
06 : BRU4 : brûlé 4 mois par an
07 : BRU6 : brûlé 6 mois par an
08 : SRCL2 : sarclé 2 mois par an
09 : SRCL4 : sarclé 4 mois par an
10 : SRCL6 : sarclé 6 mois par an
11 : DISC : discontinu

Tableau végétation :

Grpmt total : totalité de la végétation du relevé (espèces sauvages, sub-sauvages et domestiques)
Sp domestiq : espèces domestiques
S H : strate herbeuse
a: plante herbacée annuelle (cycle annuel)
v : plante herbacée vivace, vivant plusieurs années
aB : plante annuelle buissonneuse (ligneux annuel en touffe)
L : liane herbeuse, plante grimpante non ligneuse
h : hydrophyte herbeux
p : parasite ou hémiparasite herbeux (plante se développant tout ou en partie au dépend d'autres végétaux)
S L : strate ligneuse
B: petit buisson, espèce ligneuse sans tronc distinct (<2 m)
BB: buisson (<3,50 m)
A: arbuste, espèce ligneuse avec tronc distinct (>3,50 m)
AA: petit arbre (entre 3,50 et 7,50 m)
AAA: arbre (entre 7,50 et 15 m)
AAAA: grand arbre (>15 m)
L: liane ligneuse
p:parasite ligneux
Pim: palmiforme (par exemple raphia ou Bismarkia)
AR H : abondance relative au sein de la strate herbeuse (en pourcentage)
AR L : abondance relative au sein de la strate ligneuse (en pourcentage) (biovolume de la strate considérée)
HT : hauteur maximale de la strate herbeuse et de la strate ligneuse (en m)
Taxo : taxonomie
Pour la strate herbeuse :
Gr : espèces appartenant à la famille des Graminées
Cy : espèces appartenant à la famille des Cypéracées
Lg : espèces appartenant à la famille des Légumineuses
F : forbes, herbes n'appartenant ni aux gaminées, ni aux Cypéracées, ni aux Légumineuses
aH : autres herbacées

CIRAD-DIST
Unité bibliothèque
Lavalette

ANNEXE 6 : RELEVES EFFECTUES

N°id	N°rlv	Type de relevé	Point GPS	Zone	X	Y	Altitude	Station	Biotope	Ha
1	1	complet	002bf1	39L	196116,3	8339328,3	136,1514	Anjalazala	Prairie très haute à Bananiers	1
2	2	complet	003bf2	39L	196157,8	8339345	141,1984	Anjalazala	Savane haute buissonneuse	0,5
3	3	complet	004bf3	39L	196249,9	8339346,5	150,571	Anjalazala	Prairie haute arbustive à S.sp	2,5
4	4	complet	005bf4	39L	196281,2	8339433,1	147,9275	Anjalazala	Zone de culture sèche de Maïs embroussaillée_tavy 3 ans	1
5	5	complet	006bf5	39L	196169	8339452,9	145,2838	Anjalazala	Culture sèche de Manioc	1
6	6	complet	007bf6	39L	196068,1	8339403,3	141,679	Anjalazala	Savane haute arbustive à P.m et Bananiers	0,5
7	7	complet	008bf7	39L	196132,7	8339536,8	148,6484	Anjalazala	Savane haute arbustive à H.r	0,5
8	8	complet	008bf8	39L	196201,5	8339607,4	150,571	Anjalazala	Steppe à H.c	1
9	9	complet	008bf9	39L	196057,2	8339444,5	148,6484	Anjalazala	Steppe à A.sp	0,5
10	10	complet	009bf10	39L	196213	8339526,9	146,7258	Anjalazala	Savane haute buissonneuse	1,5
11	11	complet	009bf11	39L	195911,9	8339501,2	135,6707	Anjalazala	Savane haute arbustive	1
12	12	complet	009bf12	39L	195941,1	8339395,8	126,298	Anjalazala	Savoka très ouverte	1
13	13	complet	009bf13	39L	196062	8339268,8	137,1127	Anjalazala	Savane haute arbustive à Eragrostis	1
14	14	complet	009bf14	39L	196104,6	8339117,9	135,911	Anjalazala	Savane haute arbustive à H.r	1
15	15	complet	009bf15	39L	196246,3	8339072,3	141,1984	Anjalazala	Savane haute arbustive à S.sp et P.m	1
16	16	complet	009bf16	39L	196265,6	8339203,4	148,8888	Anjalazala	Savane haute à H.r et S.sp sur friche récente	0,5
17	17	complet	009bf17	39L	196319,2	8339193,7	149,3694	Anjalazala	Savane haute arbustive à S.sp	1
18	18	complet	009bf18	39L	196180,5	8339251,7	142,1597	Anjalazala	Mosaïque de culture Manioc_Maïs et jachère	1
19	19	complet	009bf19	39L	196120,7	8339218,3	139,9966	Anjalazala	Savane haute arbustive à P.m	0,5
20	20	complet	009bf20	39L	196138,9	8339393	140,958	Anjalazala	Friche arborée de 2 ans	1
21	21	complet	Wpt 85	39L	197367,1	8354903,8		Ambodimanga	Steppe à A.sp sur pente érodée	4
22	22	complet	Wpt 96	39L	197446,5	8354481,4		Ambodimanga	Savane moyenne à H.c et H.r	0,8
23	23	complet	095bis	39L	197566	8354187,8	65,97571	Ambodimanga	Culture sèche sur terrasse d'oued	0,8
24	24	complet	094bis	39L	197520,3	8354111,5	64,77405	Ambodimanga	Forêt galerie	10
25	25	complet	093bis	39L	197584,9	8353933,7	59,24646	Ambodimanga	Tavy de 2 ans	1,5
26	26	complet	Wpt 93	39L	197732,4	8353877,9		Ambodimanga	Savane haute arbustive à H.r et H.c	1
27	27	complet	Wpt 92	39L	198005,5	8353874,8		Ambodimanga	Tavy d'1 an	1
28	28	complet	Wpt 91	39L	197862,6	8353951		Ambodimanga	Steppe arbustive à A. sp	2
29	29	complet	Wpt 90	39L	197780	8354055,8		Ambodimanga	Tavy d'1 an non cultivé	0,5
30	30	complet	Wpt 89	39L	197805,4	8354192,4		Ambodimanga	Savane moyenne arbustive	1
31	31	complet	087bis	39L	197659	8354375,2	60,20789	Ambodimanga	Savane haute à H.r	2

N°id	N°rlv	Type de relevé	Point GPS	Zone	X	Y	Altitude	Station	Biotope	Ha
32	32	complet	Wpt 86	39L	197621,2	8354573,5		Ambodimanga	Savoka dense	3
33	33	complet	074bis	39L	197547,4	8354887,8	67,65796	Ambodimanga	Savoka ouverte	1
34	34	complet	075bis	39L	197684,4	8355024,7	44,8269	Ambodimanga	Tavy d'1 an	2
35	35	complet	11	39L	209999,4	8325847	239,973	Analarejy	Savane haute à S.sp	5
36	36	complet	12	39L	209968,9	8325901,4	255,354	Analarejy	Tavy de 2 ans	1,5
37	37	complet	13	39L	210021,8	8325941,8	262,3235	Analarejy	Tavy de 3 ans_Maïs	1
38	38	complet	14	39L	210024,9	8326012,2	274,8206	Analarejy	Savoka très ouverte	1
39	39	complet	15	39L	210024,7	8326012,1		Analarejy	Savoka ouverte	1
40	40	complet	16	39L	205267,9	8328355,5	204,4045	Analarejy	Savoka dense	5
41	41	complet	Wpt 50	39L	188641,3	8346801,7		Ambobaka	Savane haute arbustive à R.e et H.r	2
42	42	complet	051bis	39L	188805,6	8346875,4	76,55017	Ambobaka	Savane moyenne buissonneuse	1
43	43	complet	Wpt 52	39L	188905,1	8346822		Ambobaka	Savane basse arbustive à H.c	0,8
44	44	complet	Wpt 53	39L	189091,8	8346976,2		Ambobaka	Savane haute arborée à R.e	1,5
45	45	complet	Wpt 54	39L	189120,2	8347118,3		Ambobaka	Savoka ouverte	1,5
46	46	complet	Wpt 55	39L	189136,4	8347248,2		Ambobaka	Savane moyenne à H.c et H.r	3
47	47	complet	Wpt 56	39L	189201,3	8347426,7		Ambobaka	Savoka très ouverte	2
48	48	complet	073bis	39L	187717,2	8347417,4	55,88196	Ambobaka	Savane haute à S.sp et R.e	1
49	49	complet	Pb1	38L	786803,4	8276875,7	17,91016	PortBerge_Taloha	Culture de décrue en plaine inondable_Baiboho	3
50	50	complet	Pb2	38L	788024,5	8270305,4	22,95703	PortBerge_Taloha	Savane arborée dense	2
51	51	complet	Ci6	38L	780453,4	8268609	27,28284	Bezanadako	Prairie haute arbustive à R.e	2
52	52	complet	Ci7	38L	780394,9	8268562,7	39,53955	Bezanadako	Savane haute buissonneuse	1
53	53	complet	Ci8	38L	780480,9	8268411	25,84094	Bezanadako	Tavy de 3 ans	1
54	54	complet	Ci9	38L	780523,9	8268321,3	37,8573	Bezanadako	Prairie arbustive à R.e	1,5
55	55	complet	Ci10	38L	780506,3	8268246,9	46,74951	Bezanadako	Prairie arborée à R.e	1
56	56	complet	Bf1	38L	780714,1	8268411,1	16,94885	Bezanadako	Culture sèche en baiboho	1,5
57	57	complet	Bf3	38L	780696,5	8268519,5	20,79407	Bezanadako	Jachère	0,5
58	58	complet	Bf5	38L	780561,7	8268612,8	20,31335	Bezanadako	Culture sèche sur rebord de baiboho	1,5
59	59	complet	Bf7	38L	780464,1	8268535,2	24,87964	Bezanadako	Culture sèche sur rebord de baiboho	0,5
60	60	complet	Bf13	38L	780571,8	8268506,4	22,71667	Bezanadako	Champ de coton sur décrue	1
61	61	complet	Bf12	38L	780594,8	8268463,4	23,91833	Bezanadako	Prairie en bordure de culture de décrue	0,5
62	62	complet	Bf10	38L	781090,7	8268346,5	19,11182	Bezanadako	Prairie de zone inondable à Phragmites	3
63	63	complet	Ci1	38L	780639,9	8268616	21,27478	Bezanadako	Savane haute arbustive à R.e et H.c	1
64	64	complet	Ci2	38L	780581,3	8268677,9	30,40723	Bezanadako	Savane haute buissonneuse à R.e	0,5
65	65	complet	Ci3	38L				Bezanadako	Prairie haute buissonneuse à R.e	1

N°id	N°rlv	Type de relevé	Point GPS	Zone	X	Y	Altitude	Station	Biotope	Ha
66	66	complet	Ci4	38L	780485,5	8268685,8	37,37671	Bezanadako	Prairie haute buissonneuse à R.e sur haut de pente	0,8
67	67	complet	Ci5	38L	780439,5	8268651,1	31,60889	Bezanadako	Prairie haute buissonneuse à R.e sur mi-pente	0,5
68	68	complet	Amb1	39L	214945,5	8320441,7	216,6611	Ambodimontso	Rizière de bas-fond	5
69	69	complet	Amb2	39L	214947,9	8320276	209,4514	Ambodimontso	Savane haute sur bourrelet de berge	2
70	70	complet	Amb3	39L	214911,9	8319990,9	215,6998	Ambodimontso	Savane haute buissonneuse	0,5
71	71	complet	Amb4	39L	214952,3	8319930,7	231,3212	Ambodimontso	Steppe à A.sp et H.c	2
72	72	complet	Amb5	39L	215090,8	8319838,5	234,4454	Ambodimontso	Savoka ouverte	1
73	73	complet	Amb6	39L	215207,2	8319877,2	225,7937	Ambodimontso	Savane haute buissonneuse	0,5
74	74	complet	Amb7	39L	215167,4	8320076,8	229,6389	Ambodimontso	Savane moyenne buissonneuse à H.c	1
75	75	complet	Amb8	39L	215299,9	8320247,2	210,4127	Ambodimontso	Rizière pluviale de vallon	0,8
76	76	complet	Amb9	39L	215394,7	8320245,3	222,4291	Ambodimontso	Bananeraie	1
77	77	complet	Amb10	39L	215255,7	8320242,1	219,7854	Ambodimontso	Savane haute buissonneuse	0,5
78	78	complet	Amb11	39L	215154	8320284,7	216,6611	Ambodimontso	Savane haute arbustive	1
79	79	complet	Amb12	39L	215186,5	8320409,9	216,1805	Ambodimontso	Savoka très ouverte	1
80	80	complet	Mor1	39L	230748,3	8309501,1	258,4783	Morafeno	Jachère	2
81	81	complet	Mor3	39L	230825,2	8309451,6	260,8815	Morafeno	Culture sèche de Manioc en terrasse	0,8
82	82	complet	Mor4	39L	230796,3	8309255,1	261,3622	Morafeno	Bananeraie et culture sèche	1
83	83	complet	Mor6	39L	230662,7	8309082,4	266,8896	Morafeno	Savane haute buissonneuse	1
84	84	complet	Mor7	39L	230538,7	8309053,5	266,6493	Morafeno	Culture sèche de Maïs	0,5
85	85	complet	Mor8	39L	230728,4	8309035,4	267,851	Morafeno	Savane moyenne à H.c	1
86	86	complet	Mor10	39L	230899,9	8308995,1	266,4089	Morafeno	Jachère de culture sèche d'Arachide	1
87	87	complet	Morci6	39L	230966,2	8308902,8	272,1769	Morafeno	Savane haute embroussaillée	1
88	88	complet	Morci7	39L	230971,7	8309058,5	270,735	Morafeno	Savane haute embroussaillée	1
89	89	complet	Morci8	39L	230888,8	8309344,7	271,6963	Morafeno	Savane moyenne buissonneuse	1
90	90	complet	Morci9	39L	230927,6	8309475,5	266,1687	Morafeno	Savane moyenne buissonneuse	1
91	91	complet	Morci10	39L	230656,8	8309446,3	281,069	Morafeno	Savoka très ouverte	2
92	92	complet	Morci1	39L	230643	8309218,8	263,7654	Morafeno	Savoka très ouverte	1
93	93	complet	Morci2	39L	230699,7	8309161,7	272,1769	Morafeno	Savane haute buissonneuse	1
94	94	complet	Morci3	39L	230545,2	8309075,9	269,5333	Morafeno	Savoka ouverte	1
95	95	complet	Morci4	39L	230597,5	8308979,8	264,4863	Morafeno	Savane moyenne buissonneuse	1
96	96	complet	Morci5	39L	230756,4	8308962,1	264,4863	Morafeno	Savane basse buissonneuse	1
97	97	complet	Mor11	39L	230807,4	8309014,2	265,9283	Morafeno	Savane haute buissonneuse à Goyaviers	1
98		partiel	Pb3	38L	793206,9	8269538,6	28,72498	Ambanjabe	Savane moyenne arborée à H.c, H.r, B.n, Z.j	3
99		partiel	Wpt 51	39L	188799,6	8346907,2		Ambobaka	Savane moyenne buissonneuse	1

CIRAD-DIST
Unité bibliothèque
Lavalette

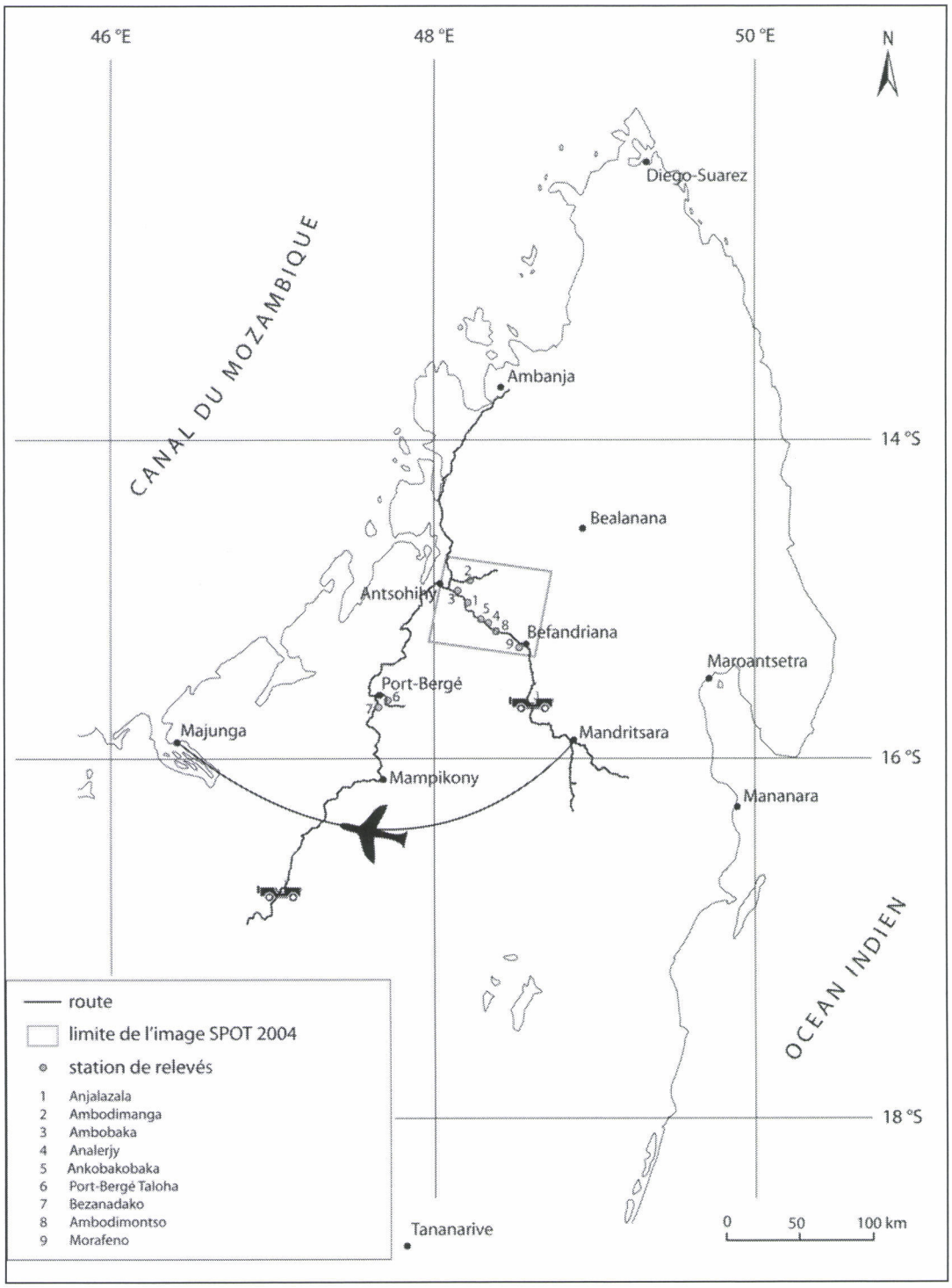
N°id	N°rlv	Type de relevé	Point GPS	Zone	X	Y	Altitude	Station	Biotope	Ha
100		partiel	Wpt 87	39L	197608,5	8354386,1		Ambodimanga	Steppe à A.sp	1
101		partiel	Wpt 88	39L	197710,1	8354300,3		Ambodimanga	Steppe à H.c	1
102		partiel	Pb4	38L	799471,8	8268991,4	65,49512	Andilamihoatra	Steppe à arbustive A.sp, H.c	2
103		partiel	Wpt 14	39L	196249,7	8340860,4		Anjalazala	Steppe à A.sp	0,5
104		partiel	Riziere	39L	206471,8	8326476,7	178,6895	Ankobakobaka	Rizière pluviale	4,5
105		partiel	Bf4	38L	780607,4	8268545,8	21,27478	Bezanadako	Culture sèche sur rebord de baiboho	1
106		partiel	Bf6	38L	780486,9	8268608	41,94287	Bezanadako	Culture sèche sur rebord de baiboho	1
107		partiel	Bf11	38L	780606,8	8268336	24,87964	Bezanadako	Culture sèche en baiboho	1
108		partiel	Bf2	38L				Bezanadako	Culture sèche en baiboho	1
109		partiel	Bf8	38L				Bezanadako	Prairie de zone inondable à Phragmites	1
110		partiel	Bf9	38L				Bezanadako	Prairie de zone inondable à Phragmites	1
111		partiel	Mor2	39L	230750,1	8309416,4	271,6963	Morafeno	Jachère	1
112		partiel	Mor5	39L	230754,5	8309224,7	261,1218	Morafeno	Bananeraie et culture sèche	1
113		partiel	Mor-riz	39L	230713,3	8309077,6	270,9753	Morafeno	Rizière inondable de bas-fond	1
114		partiel	Mor9	39L	230781,4	8309027,1	268,3317	Morafeno	Savane moyenne à H.c	0,5
115		partiel	1	38L	794466,8	8298587,1	39,77991	RN6	Savane haute embroussaillée	3
116		partiel	2	38L	795001,5	8299045,9	47,95117	RN6	Savane moyenne H.c et B.n sur haut de pente	2
117		partiel	3	38L	798758,4	8301493,3	44,34631	RN6	Savane moyenne H.c et B.n sur haut de pente	3
118		partiel	4	38L	801221,2	8302949,3	27,0426	RN6	Dépression tropotrophe aménagée en rizière pluviale	2
119		partiel	5	38L	800801,4	8304175,1	33,77173	RN6	Savane moyenne H.c et B.n sur plateau ensablé	5
120		partiel	6	38L	804834,3	8318164,3	29,68628	RN6	Savane haute à H.r et Z.j dans dépression	2
121		partiel	7	38L	804064,2	8327702,2	31,12817	RN6	Savane haute à T.q embroussaillée Z.j à mi-pente	1
122		partiel	8	38L	805097,9	8328295,3	26,08118	RN6	Forêt sèche relique de 12 m de haut	2
123		partiel	9	38L	805812,6	8329996	10,45996	RN6	Savane haute à H.r, T.q et Z.j	1

Les coordonnées X et Y sont en UTM mètres (datum WGS 1984)

A.sp Arisitida sp.
B.n Bismarckia nobilis
H.c Heteropogon contortus
H.r Hyparrhenia rufa
P.m Panicum maximum
R.e Rottboellia exaltata
S.sp Sorghum sp.
T.q Themeda quadrivalvis
Z.j Zizyphus jujuba

ANNEXE 7 : DETERMINATION DES BIOTOPES SYNTHETIQUES

Biotope élémentaire	Biotope synthétique
Bananeraie	Culture sèche
Bananeraie et culture sèche	Culture sèche
Champ de coton sur décrue	Culture de décrue
Culture de décrue en plaine inondable-Baiboho	Culture de décrue
Culture sèche de Maïs	Culture sèche
Culture sèche de Manioc	Culture sèche
Culture sèche de Manioc en terrasse	Culture sèche
Culture sèche en baiboho	Culture sèche
Culture sèche sur rebord de baiboho	Culture sèche
Culture sèche sur terrasse d'oued	Culture sèche
Dépression tropotrophe aménagée en rizière pluviale	Rizière irriguée
Forêt galerie	Forêt galerie
Forêt sèche relique de 12 m de haut	Forêt sèche
Friche arborée de 2 ans	Tavy 2 ans et plus
Jachère	Jachère
Jachère de culture sèche d'Arachide	Jachère
Mosaïque de cultures Manioc-Maïs et jachère	Culture sèche
Prairie arborée à R.e	Prairie arborée
Prairie arbustive à R.e	Prairie buissonneuse-arbustive
Prairie de zone inondable à Phragmites	Prairie de zone inondable
Prairie en bordure de culture de décrue	Prairie de bordure de zone inondable
Prairie haute arbustive à R.e	Prairie buissonneuse-arbustive
Prairie haute arbustive à S.sp	Prairie buissonneuse-arbustive
Prairie haute buissonneuse à R.e	Prairie buissonneuse-arbustive
Prairie haute buissonneuse à R.e sur haut de pente	Prairie buissonneuse-arbustive
Prairie haute buissonneuse à R.e sur mi-pente	Prairie buissonneuse-arbustive
Prairie très haute à Bananiers	Prairie buissonneuse-arbustive
Rizière de bas-fond	Rizière irriguée
Rizière inondable de bas-fond	Rizière irriguée
Rizière pluviale	Rizière pluviale
Rizière pluviale de vallon	Rizière pluviale
Savane arborée dense	Savane haute arborée
Savane basse arbustive à H.c	Savane basse buissonneuse-arbustive
Savane basse buissonneuse	Savane basse buissonneuse-arbustive
Savane haute à H.r	Savane haute
Savane haute à H.r et S.sp sur friche récente	Savane haute
Savane haute à H.r et Z.j dans dépression	Savane haute arborée
Savane haute à H.r, T.q et Z.j	Savane haute arborée
Savane haute à S.sp	Savane haute
Savane haute à S.sp et R.e	Savane haute
Savane haute à T.q embroussaillée Z.j à mi-pente	Savane haute embroussaillée
Savane haute arborée à R.e	Savane haute arborée
Savane haute arbustive	Savane haute buissonneuse-arbustive
Savane haute arbustive à Eragrostis	Savane haute buissonneuse-arbustive
Savane haute arbustive à H.r	Savane haute buissonneuse-arbustive
Savane haute arbustive à H.r et H.c	Savane haute buissonneuse-arbustive
Savane haute arbustive à P.m	Savane haute buissonneuse-arbustive
Savane haute arbustive à P.m et Bananiers	Savane haute buissonneuse-arbustive
Savane haute arbustive à R.e et H.c	Savane haute buissonneuse-arbustive

Biotope élémentaire	Biotope synthétique
Savane haute arbustive à R.e et H.r	Savane haute buissonneuse-arbustive
Savane haute arbustive à S.sp	Savane haute buissonneuse-arbustive
Savane haute arbustive à S.sp et P.m	Savane haute buissonneuse-arbustive
Savane haute buissonneuse	Savane haute buissonneuse-arbustive
Savane haute buissonneuse	Savane haute buissonneuse-arbustive
Savane haute buissonneuse à Goyaviers	Savane haute buissonneuse-arbustive
Savane haute buissonneuse à R.e	Savane haute buissonneuse-arbustive
Savane haute embroussaillée	Savane haute embroussaillée
Savane haute sur bourrelet de berge	Savane haute
Savane moyenne à H.c	Savane moyenne
Savane moyenne à H.c et H.r	Savane moyenne
Savane moyenne arborée à H.c, H.r, B.n, Z.j	Savane moyenne arborée
Savane moyenne arbustive	Savane moyenne buissonneuse-arbustive
Savane moyenne buissonneuse	Savane moyenne buissonneuse-arbustive
Savane moyenne buissonneuse à H.c	Savane moyenne buissonneuse-arbustive
Savane moyenne H.c et B.n sur haut de pente	Savane moyenne arborée
Savane moyenne H.c et B.n sur plateau ensablé	Savane moyenne arborée
Savoka dense	Savoka dense
Savoka ouverte	Savoka ouverte
Savoka très ouverte	Savoka très ouverte
Steppe à arbustive A.sp, H.c	Steppe
Steppe à A.sp	Steppe
Steppe à A.sp et H.c	Steppe
Steppe à A.sp sur pente érodée	Steppe
Steppe à H.c	Steppe
Steppe arbustive à A. sp	Steppe arbustive
Tavy d'1 an	Tavy 1 an
Tavy d'1 an non cultivé	Tavy 1 an
Tavy de 2 ans	Tavy 2 ans et plus
Tavy de 3 ans	Tavy 2 ans et plus
Tavy de 3 ans-Maïs	Tavy 2 ans et plus
Zone de culture sèche de Maïs embroussaillée-tavy 3 ans	Tavy 2 ans et plus

ANNEXE 8: ITINERAIRE DE LA MISSION