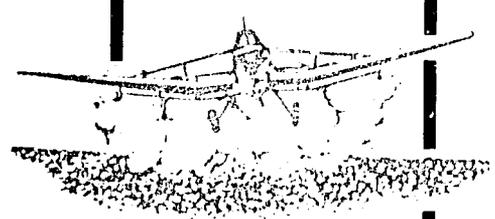
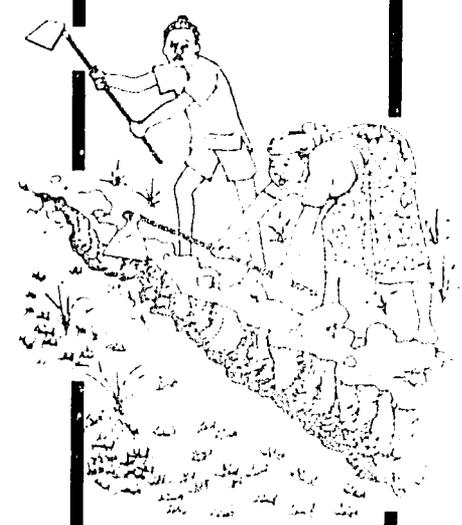
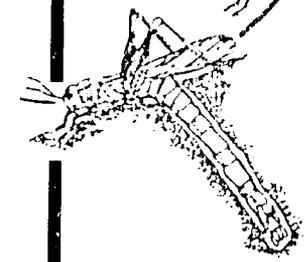
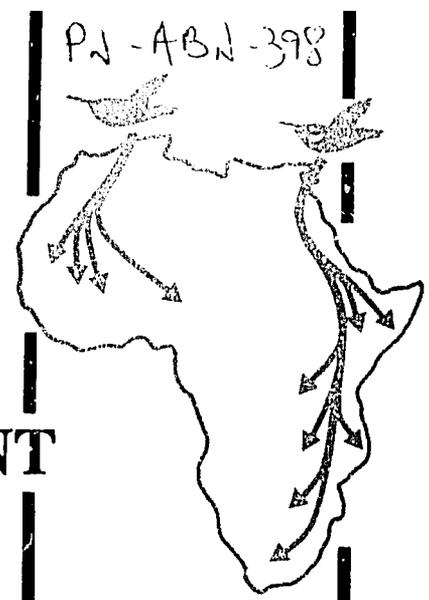


PJ - ABN - 398

Etude des

PROBLEMES D'ENVIRONNEMENT DANS LES PROGRAMMES DE LUTTE DE L'USAID CONTRE LES LOCUSTES ET LES SAUTERIAUX EN AFRIQUE



U.S. Agency for International Development
(Agence des États-Unis le Développement International)
Washington, D.C.

Septembre 1991

PA-ABN-398
r.d. 2112



Office des Ressources Techniques
Bureau pour l'Afrique
Publication Series No. 91-7F

**ETUDES DES
PROBLEMES D'ENVIRONNEMENT DANS
LES PROGRAMMES DE LUTTE DE L'USAID
CONTRE LES LOCUSTES ET LES
SAUTERIAUX EN AFRIQUE**

Préparée par

Louis Berger & Associates, Inc.

avec

Programme d'Aide d'Urgence à l'Afrique
contre les Locustes et les Sauteriaux
Agriculture and Natural Resources Division
AFR/TR/ANR

U.S. Agency for International Development
(Agence des Etats-Unis pour le Développement International)
Washington, D.C. 20523

Septembre 1991

TABLE DES MATIERES

	<u>Page</u>
Table des matières	i
Liste des tableaux	v
Liste des figures	v
Sigles et abréviations	vi
Préface	vii
Résumé	viii
CHAPITRE 1: FONDEMENTS DE L'INTERVENTION EXTERIEURE	1
1.0 Point I. Raisons de l'engagement américain dans la lutte contre les locustes et les sauteriaux en Afrique	1
1.1 Les gouvernements étrangers, le gouvernement américain et les entomologistes du monde entier reconnaissent que les locustes et les sauteriaux font courir une grave menace à la production agricole	1
1.2 L'expérience américaine de la lutte intégrée contre les ravageurs (IPM) et des problèmes agricoles africains est très utile à la mise en place de programmes de développement d'une production agricole écologiquement viable en Afrique.	3
1.3 L'USAID doit avoir pour politique de prôner la protection de l'environnement et d'établir un juste équilibre entre les problèmes écologiques et les autres problèmes de développement.	4
1.3.1 Préoccupations de l'USAID	4
1.3.2 Réglementation américaine	7
1.3.3 Réglementation internationale	8
CHAPITRE 2: PRINCIPAUX PROBLEMES D'ENVIRONNEMENT	10
2.0 Point II. Quels sont les principaux problèmes d'environnement pris en compte par les programmes de lutte contre les locustes et les sauteriaux financés en Afrique par l'USAID?	10
2.1 Point 1.1: Les interventions en situation d'urgence contre les locustes et les sauteriaux sont inefficaces. La lutte préventive est préférable.	10
2.2 Point 1.2: La gravité des problèmes posés par les locustes et les sauteriaux exigent une meilleure définition	10

2.3 Point 2: La protection de l'environnement fait partie de la politique globale de développement de l'USAID.	13
2.3.1 Processus de réglementation de l'environnement dans le contexte africain	13
2.3.2 Processus USAID de réglementation de l'environnement, en rapport avec les locustes et les sauteriaux	14
2.4 Point 3.1: Il faut mieux utiliser les informations disponibles	15
2.5 Point 3.2: Check-list des informations nécessaires	15
2.6 Point 4: Quels sont les impacts écologiques envisageables ?	17
2.6.1 Critères écologiques	17
2.6.2 Impacts sur les organismes vivants non visés	17
2.6.3 Vulnérabilité des ressources et ressources en péril	17
2.6.4 Habitats protégés et sensibles	23

CHAPITRE 3: PRINCIPALES CONSIDERATIONS TECHNIQUES INFLUANT SUR L'ORIENTATION DES PROGRAMMES 26

3.0 Point III. Implications des orientations des programmes en réponse aux problèmes d'environnement	26
3.1 Biologie et migrations des locustes et des sauteriaux	28
3.2 Liens entre l'environnement physique et climatique africain et les programmes de lutte contre les locustes et les sauteriaux	28
3.3 Influence de la météorologie	28
3.4 Prospection et surveillance	29
3.5 Stratégies de lutte: Plans de campagne	29
3.5.1 Planification du prétraitement	29
3.5.2 Seuil économique	30
3.5.3 Seuil d'intervention de l'USAID	32
3.6 Choix des pesticides	33
3.6.1 Principes de base (spécifiques aux pays de l'USAID)	33
3.6.2 Pesticides agréés par l'USAID	33
3.6.3 Autres pesticides	33
3.6.4 Considérations des donateurs et problèmes posés par les pesticides "non agréés"	33

3.7	Application des pesticides	35
3.7.1	Minimisation de l'impact des pesticides	35
3.7.2	Epandage terrestre	36
3.7.3	Epandage aérien	36
3.7.4	Echelle d'opération	38
3.8	Autres méthodes de lutte	39
3.8.1	Méthodes traditionnelles	39
3.8.2	Lutte intégrée contre les ravageurs (IPM) et recherches sur les agents et techniques de lutte non-conventionnels	42
3.9	Gestion des pesticides	44
3.9.1	Etiquetage	44
3.9.2	Stockage	45
3.9.3	Manutention et conteneurs	45
3.9.4	Transport	45
3.9.5	Stocks périmés	46
3.9.6	Elimination des pesticides périmés	46
3.9.7	Conteneurs vides	48
3.10	Protection de la santé des populations	49
3.10.1	Organisation de la santé publique	49
3.10.2	Mesures à prendre pour éviter ou limiter les effets préjudiciables des pesticides	50
3.11	Formation	51
3.11.1	Services nationaux de Protection des Cultures (CPS)	51
3.11.2	Missions de l'USAID	53
CHAPITRE 4: CONSEQUENCES ET CHOIX DES ACTIONS FUTURES		54
4.0	Point IV. Aspects écologiques des futurs programmes d'assistance	54
4.1	Moyens visant la limitation de l'usage des pesticides.	54
4.1.1	Lutte intégrée contre les ravageurs (IPM)	54
4.1.2	Lutte préventive	55
4.1.3	Amélioration de la prise de décisions prudentes.	55

4.1.4	Evolution vers l'autonomie	55
4.1.5	Eviter les zones protégées	56
4.1.6	Limiter les incertitudes	56
4.1.7	Trouver des solutions de remplacement des pesticides chimiques	57
4.2	Surveillance, prévision et prévention	58
4.3	Efficacité de la lutte antiacridienne	59
4.4	Création d'organismes institutionnels et considérations de gestion	63
4.5	Prévention des impacts sur la santé des populations et sur l'environnement	64
BIBLIOGRAPHIE		65
Annexe A:	Collaborateurs	74

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Toxicité des différents pesticides vis-à-vis des organismes non ciblés	6
Tableau 2: Vulnérabilité des zones d'Afrique	22
Tableau 3: Principales espèces de locustes et de sauteriaux grégaires apparentés d'Afrique et du Moyen-Orient	32
Tableau 4: Pesticides 1) pouvant être fournis par l'USAID, utilisables seulement avec précaution, ou, 2) non agréés par l'USAID pour la lutte anti-acridienne	39

LISTE DES FIGURES

Figure 1:	Principaux sites de reproduction et de grégarisation du criquet pèlerin durant les périodes de rémission (de 1920 à 1976) par rapport aux limites de l'aire d'invasion des essaims du criquet pèlerin en périodes d'invasion (1941 à 1968). Adapté de Pedgley, 1981.	11
Figure 2:	Exemples de ressources biologiques pour lesquelles l'emploi de pesticides représente un risque potentiel. Figure 2A adaptée du rapport TAMS, 1989, et Figure 2B, adaptée du rapport IUCN, 1989.	21
Figure 3:	Caractéristiques du cycle de vie des oiseaux, des locustes et des sauteriaux de l'Ouest africain suivant les activités agricoles saisonnières et la pluviométrie	22
Figure 4:	Répartition des principales zones protégées du nord de l'Afrique subsaharienne. Adapté du rapport IUCN, 1986	24
Figure 5:	Déterrement d'oothèques de sauteriaux au Mali.	40
Figure 6:	Schéma de principe d'une approche écologique de la lutte intégrée contre les locustes migrants appliquée en Chine	60
Figure 7:	Zones biotiques du Mali sur lesquelles pourraient empiéter les opérations de lutte antiacridienne.	61
Figure 8:	Autres exemples d'utilisation multiple et redondante de pesticides au Mali.	62

SIGLES ET ABBREVIATIONS

AELGA	African Emergency Locust/Grasshopper Assistance (Programme d'Aide d'Urgence à l'Afrique contre les locustes et les sauteriaux) (Projet du Bureau Afrique USAID)
AGRHYMET	Institut du CILSS, consacré à l'étude de la météorologie agricole et de l'hydrologie du Sahel (Niamey, Niger)
CIDA	Canadian International Development Agency (Agence canadienne d'aide bilatérale ou ACDI)
CILSS	Comité permanent inter-Etats de lutte contre la sécheresse dans le Sahel (une organisation régionale de neuf pays: Burkina Faso, Cap Vert, Tchad, Guinée Bissau, Mali, Mauritanie, Niger et Sénégal)
CITES	Convention on the International Trade of Endangered Species (Convention sur le Commerce International des Espèces en Voie de Disparition)
CPS	Crop Protection Service (Service de Protection des Cultures)
DLCC	Desert Locust Control Committee, FAO (Comité de lutte contre le criquet pèlerin)
DLCO-EA	Desert Locust Control Organization for Eastern Africa (Organisation de lutte contre le criquet pèlerin en Afrique orientale (Addis-Abbeba, Ethiopie)
ECLO	Emergency Centre for Locust Operations (FAO) (Centre des opérations antiacridiennes d'urgence)
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations (Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture)
FEWS	Famine Early Warning System (AID) (Système d'alerte rapide de la famine (USAID))
GTZ	Agence allemande d'assistance technique
INSAH	Institut du Sahel (un organe du CILSS)
IPM	Integrated Pest Management (Lutte intégrée contre les ravageurs)
IRLCO-CSA	International Red Locust Organization for Central and Southern Africa (Organisation internationale de lutte contre le criquet nomade pour l'Afrique centrale et l'Afrique australe) (Ndola, Zambie)
NEPA	National Environmental Policy Act (loi américaine sur la politique nationale de l'environnement)
OCLALAV	Organisation Commune de Lutte Anti-acridienne et de Lutte Anti-Aviaire (Dakar, Sénégal)
OECD	Organisation de Coopération et de Développement Economique
ONG	Organisation non gouvernementale
OTA	Office of Technology Assessment, US Congress (Bureau d'évaluation des technologies du Congrès américain)
PEA	Programmatic Environmental Assessment (Rapport d'Evaluation de l'Environnement) (du programme de lutte contre les locustes et les sauteriaux en Afrique et en Asie), cité sous TAMS 1989
Ramsar	Convention internationale sur les zones marécageuses d'importance internationale administrées par un bureau indépendant hébergé par l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature et le Bureau International des oiseaux aquatiques et des zones humides, le Fonds mondial pour la nature et le Conseil international pour la préservation des oiseaux
Sahel	Ceinture aride et semi-aride immédiatement au sud du désert du Sahara
SEA	Supplemental Environmental Assessment (Rapport d'Evaluation Complémentaire de l'Environnement)
USAID	United States Agency for International Development (Agence Internationale pour le Développement)
USG	US Government (Gouvernement américain)

PREFACE

L'US Agency for International Development (USAID) et un certain nombre d'autres pays donateurs ont aidé les pays d'Afrique et du Proche-Orient dans leur lutte contre les locustes et les sauteriaux pendant la période d'invasion des années 1986-89. Dans cette lutte, ce furent surtout des insecticides qui furent utilisés pour réduire immédiatement la population acridienne. Le présent document relate les efforts de protection de l'environnement accomplis et à accomplir par l'USAID lors de toute application d'un programme recourant aux pesticides.

Le Chapitre 1 résume les raisons pour lesquelles l'USAID s'est engagé dans la lutte antiacridienne en Afrique. Après les quelques cinq années de la plus récente campagne de lutte, il est temps d'examiner le déroulement de ces programmes et de se fixer un cap pour demain.

Les Chapitres 2 et 3 présentent des informations sur les principaux problèmes d'environnement et de technique. Ces informations sont tirées des Rapports d'Evaluation Complémentaire de l'Environnement (Supplementary Environmental Assessments, ou SEA) du Burkina Faso, du Cameroun, du Tchad, du Mali, de la Mauritanie, du Niger, du Sénégal et du Soudan, ainsi que d'un Rapport d'Evaluation de l'Environnement (Programmatic Environmental Assessment, ou PEA) réalisé antérieurement. Les Missions de l'USAID au Cap Vert, en Gambie, au Ghana et en Guinée-Bissau ont décidé de ne pas faire de SEA et de ne pas participer à des opérations de lutte faisant usage des pesticides mais de continuer à s'intéresser activement aux problèmes d'environnement. Par exemple, la Mission du Cap Vert a participé activement à un programme d'expérimentation de la lutte biologique contre les locustes et les sauteriaux financé par l'AELGA et, jusqu'en 1990, la Guinée-Bissau a mené un programme de lutte contre les ravageurs, tenant compte des problèmes liés aux pesticides périmés. Les activités en ce domaine du Asia Near East Bureau (Bureau Asie et Proche Orient) ne sont pas évoquées sauf quand elles sont directement applicables aux autres pays africains. Des Rapports d'Evaluation de l'Environnement ont été réalisés pour l'Algérie, le Maroc, la Tunisie et le Pakistan. Le présent rapport examine également les problèmes non abordés dans le contexte du PEA et des SEA et préconise les grandes directions à suivre pour résoudre ces problèmes.

Le Chapitre 4 nous donne une idée de ce que pourraient être les principales orientations des programmes futurs de l'USAID en matière d'aide à la lutte antiacridienne. La discussion engagée a pour objet de faciliter lesdites orientations et la coordination de ces programmes avec les programmes non américains. A cet égard, elle sera utile à l'USAID (en particulier à la Mission de chaque pays concerné) et à la communauté extérieure. Plus précisément, le présent rapport délimite les conditions dans lesquelles l'USAID participerait à l'approvisionnement en pesticides et à leur emploi dans la lutte antiacridienne.

Le présent rapport est dédié aux nombreuses personnes qui, pour faire changer les choses en Afrique, ont consacré tous leurs efforts aux programmes de lutte antiacridienne. Nous remercions Doug Streett (USDA-ARS-RIL), George Cavin, Rafik Skaf et Jérôme Roffey (FAO-AGPP) pour leur utile travail de révision et Gary Cunningham (USDA-APHIS-GHIPM), Patricia Matteson et William Olkowski (BIRC) pour leurs commentaires. Millie Morton (Konan) a fourni une aide précieuse pour la mise en forme technique du rapport. La traduction française a été réalisée par A. Gaillon et revue par R. Skaf.

Les opinions exprimées dans le présent rapport sont celles des personnes ayant collaboré à son élaboration. Elles ne reflètent pas forcément la position du gouvernement des Etats-Unis. Pour obtenir de plus amples informations ou des exemplaires de cette publication, s'adresser directement à l'U.S. Agency for International Development, Bureau for Africa, ARTS/FARA, Washington D.C. 20523. Le présent rapport est une des résultantes du Projet AELGA [202-698-0517].

RESUME

La présente étude résume les préoccupations et les problèmes d'environnement posés par la lutte contre les nuisibles, insiste particulièrement sur la lutte antiacridienne en Afrique, décrit les implications techniques et politiques des programmes de lutte et envisage l'avenir de ces programmes. L'USAID a aidé les pays africains à éviter la destruction de leurs cultures par les sauteriaux et les locustes et recherche actuellement diverses solutions à ces problèmes, solutions qui devront être à la fois sans danger pour l'environnement et opérationnelles dans le contexte d'une agriculture viable à long terme et de la lutte intégrée contre les ravageurs (IPM).

En élaborant une structure de lutte contre les nuisibles, sans danger pour l'environnement, l'USAID a appliqué aux problèmes des pays africains les méthodes américaines de protection de l'environnement. De plus, des Rapports d'Evaluation Complémentaire de l'Environnement (SEA) ont été préparés pour huit pays subsahariens d'Afrique - le Burkina Faso, le Cameroun, le Tchad, le Mali, la Mauritanie, le Sénégal, le Niger et le Soudan. Ces rapports font partie des efforts liés à l'établissement du Rapport d'Evaluation de l'Environnement (PEA) consacré par l'USAID, en 1989, à la lutte antiacridienne en Afrique et en Asie. Non seulement ils évaluent l'impact sur l'environnement des programmes de lutte reposant dans chaque pays sur l'emploi des pesticides, mais encore, ils formulent des recommandations propres à chacun de ces pays et exposent les différentes phases de mise en oeuvre des futurs programmes soutenus par l'USAID. Les recommandations du PEA sur les risques pour l'environnement de l'utilisation des pesticides ont été analysées dans chaque SEA en fonction des circonstances particulières du pays concerné.

Grâce à la préparation de ces évaluations de l'environnement, l'USAID peut maintenant déterminer les zones spécifiques où des changements s'imposent. On insiste particulièrement sur l'intégration des programmes de lutte contre les ravageurs dans des programmes d'ensemble favorisant une production agricole viable à long terme. L'USAID a pour objectif de favoriser des opérations pouvant avoir des avantages à long terme pour les structures des pays hôtes et elle encouragera la création d'organismes et d'installations pouvant renforcer l'action des programmes de lutte contre les ravageurs, ne présentant pas de danger pour l'environnement.

La présente étude examine quatre points: la raison de l'engagement de l'USAID dans les programmes de lutte contre les nuisibles, les principales préoccupations écologiques, les principaux problèmes techniques, les conséquences et les choix des actions futures.

Point I: Raisons de l'engagement américain

1. Les gouvernements étrangers, le gouvernement américain et les entomologistes du monde entier reconnaissent que les locustes et les sauteriaux font courir une grave menace à la production agricole et à l'autosuffisance alimentaire. Les preuves scientifiques que l'histoire nous fournit indiquent que de fortes densités de locustes et de sauteriaux peuvent représenter une menace pour la sécurité alimentaire de l'Afrique. Plusieurs des principales espèces de locustes et de sauteriaux menacent les cultures africaines, en particulier pendant les recrudescences périodiques importantes. Les départs d'invasions acridiennes sont généralement liés à des périodes de pluie succédant à une sécheresse. Alors que les invasions de locustes se produisent à intervalles irréguliers, les sauteriaux tendent à représenter un problème chronique, tout particulièrement dans les régions les plus sujettes à la sécheresse.
2. Les Etats-Unis ont des informations et des ressources leur permettant de contribuer à la lutte antiacridienne. Les américains ont une bonne expérience de la lutte intégrée contre les ravageurs aux Etats-Unis et ils ont déjà participé, en Afrique, à la résolution d'un certain nombre de problèmes agricoles. L'USAID a pour mission, entre autres, d'aider les pays en développement à assurer leur sécurité alimentaire (comme inscrit au Point Quatre des Objectifs Stratégiques du Fonds de Développement pour l'Afrique). Les cibles visées sont les nuisibles agricoles menaçant les exportations, les produits agricoles commercialisés sur le marché intérieur et l'agriculture de subsistance.

3. L'USAID a pour politique d'établir un juste équilibre entre les problèmes d'environnement et les autres problèmes de développement. Bien que les méthodes de lutte employées par le passé se soient révélées efficaces, l'application massive de pesticides a fait courir des dangers aux hommes et à leur environnement. Il faut changer les méthodes de lutte contre les nuisibles pour institutionnaliser, tant dans les pays en développement que dans les pays donateurs, la prise de conscience des problèmes d'environnement. Il faut absolument que l'USAID maintienne sa participation aux programmes de lutte contre les nuisibles car c'est ainsi qu'il pourra insister sur la nécessité de protéger l'environnement.

Point II: Principaux problèmes d'environnement

1. Dans le passé, on a considéré qu'il était nécessaire de mener d'urgence des opérations de lutte antiacridienne pour éviter des grandes disettes. Cependant, la lutte en situation d'urgence n'est ni efficace sur le plan économique, ni sans danger pour l'environnement. Il est préférable de recourir à la lutte stratégique et préventive - la détection et le traitement des locustes ou des sauteriaux tant qu'ils sont en petit nombre et dans une zone restreinte. Pour les locustes, la lutte préventive peut s'effectuer dans les zones de reproduction de l'aire de rémission. En utilisant de faibles quantités de pesticides bien ciblés, on estime que la lutte préventive peut maintenir indéfiniment les locustes en état de rémission.
2. La protection de l'environnement fait partie de la politique globale de l'USAID et tous les programmes d'assistance impliquant l'utilisation de pesticides doivent en tenir compte. L'USAID insiste sur la mise en place de systèmes agricoles viables à long terme et sur le recours à la lutte intégrée contre les ravageurs (IPM). Grâce à l'IPM, les pays africains pourraient éventuellement gérer eux-mêmes les problèmes acridiens plutôt que d'être des consommateurs passifs de programmes d'intervention d'urgence.
3. Rares sont les informations relatives aux effets réels de l'usage des pesticides en Afrique. Pour comprendre la dynamique des populations de locustes et améliorer les techniques d'IPM, il faudrait de nouvelles recherches et expérimentations sur le terrain.
4. Les SEA et PEA identifient les types de ressources que les programmes d'emploi de pesticides mettent en danger, évaluent la vulnérabilité des écosystèmes et décrivent les moyens de minimiser ou d'éliminer les effets préjudiciables des programmes de lutte chimique. La présente étude résume ces différents points et définit la compréhension actuelle des principaux problèmes d'environnement liés aux programmes de lutte contre les nuisibles. La future politique de programmes de l'USAID doit pouvoir élaborer en ce domaine des projets d'assistance sans danger pour l'environnement, efficaces et viables à long terme.

Point III: Application des orientations des programmes en réponse aux problèmes d'environnement

Une connaissance plus approfondie des déplacements du criquet pèlerin et autres espèces de locustes a permis de repérer de façon plus précise les aires de rémission de plusieurs espèces. L'USAID peut utiliser ces informations pour organiser la lutte préventive.

Les programmes de lutte préventive (ou de lutte stratégique comme on les appelle parfois) nécessitent des techniques de prospection et de surveillance, telles que la télédétection, la reconnaissance aérienne et la prospection terrestre. Ils exigent également la planification des opérations envisagées, c'est-à-dire l'utilisation des résultats de la prospection, la création de banques de pesticides et la mise en place préalable de pesticides dans des zones accessibles. Il faut aussi fixer des seuils économiques permettant de déterminer à partir de quel niveau de dévastation des cultures par les ravageurs des mesures de protection s'imposent. Ces seuils doivent être évalués par l'USAID, en tenant compte du besoin d'aide extérieure et des ressources personnelles du pays hôte.

Avant d'envisager l'emploi des pesticides, il convient d'évaluer les autres solutions. Si on doit recourir uniquement aux pesticides, il faut prendre soin de ne retenir que des pesticides agréés et

de limiter leur impact (ce qui correspond aux objectifs de la lutte intégrée contre les ravageurs (IPM). Voici quelles sont les opérations bénéficiant du soutien de l'USAID dans le cadre de la lutte antiacridienne: 1) formation sur le terrain du personnel du pays hôte aux pratiques de l'IPM, aux mesures de sécurité qu'imposent l'emploi des pesticides, à la sélection et à l'application de ces pesticides; 2) aide à la gestion des pesticides, entre autres à leur étiquetage correct, à leur manutention et à l'élimination des stocks de pesticides périmés et des conteneurs vides; 3) programmes sanitaires destinés à protéger les populations de toute exposition aux pesticides et à assurer les soins médicaux qui s'imposent en cas d'exposition à ces produits; 4) étude des effets potentiels sur l'environnement des différentes solutions possibles de lutte antiacridienne; 5) aide au renforcement des contrôles gouvernementaux sur l'emploi des pesticides.

Les recommandations de recherches figurant dans le PEA examinent la mise au point de techniques de lutte écartant les produits chimiques et les pesticides, l'amélioration des techniques de surveillance, l'utilisation de la télédétection comme aide à la prévision des infestations et le perfectionnement des méthodes d'élimination des pesticides et de leurs conteneurs. De plus, le PEA propose que les futurs programmes de lutte antiacridienne introduisent ou abordent, entre autres, les points suivants: une meilleure coordination entre les donateurs en ce qui concerne la sélection des pesticides, une assistance en matière d'amélioration du stockage et de la manutention des pesticides, et l'élaboration de nouveaux programmes de formation d'IPM, de lutte biologique, d'emploi des pesticides et d'agriculture viable à long terme.

Point IV: Aspects écologiques des futurs programmes d'aide

Les futurs programmes d'aide doivent reconnaître l'importance des habitats sensibles et des zones menacées ainsi que la façon dont ces biotopes peuvent être affectés par l'emploi des pesticides. A l'heure actuelle, l'USAID demande qu'un inventaire de l'ensemble de ces zones soit dressé avant tout lancement d'un projet recourant à des pesticides. Les programmes d'aide doivent comporter des dispositions aidant le pays hôte à identifier, à comprendre et à protéger les zones écologiquement vulnérables. Enfin, la protection de ces zones est étroitement liée au lancement de programmes de prévention et de limitation en lieu et place de programmes de lutte curative

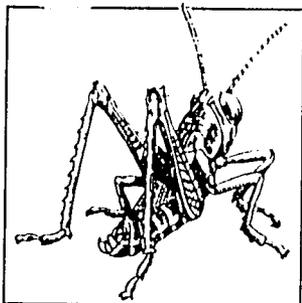
Les futurs programmes d'aide à la lutte contre les nuisibles, financés par l'USAID, doivent considérer, lors de toute élaboration et mise en oeuvre d'un projet, les priorités suivantes en matière de protection de l'environnement et de viabilité écologique à long terme des cultures.

- A. Limitation de l'usage des pesticides. Du fait de la toxicité des pesticides pour l'homme, l'USAID cherche à réduire leur emploi dans les programmes d'aide à la lutte contre les locustes et les sauteriaux. Une telle limitation de l'usage des pesticides exige le recours aux pratiques de la lutte intégrée contre les ravageurs (IPM) sur lesquelles on insistera quand on abordera le problème d'une agriculture viable à long terme.
- B. Lutte préventive. L'USAID devrait soutenir les initiatives de lutte préventive similaires à celles actuellement mises en oeuvre pour le criquet pèlerin par l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO). L'USAID estime qu'il est possible de maintenir indéfiniment en phase de rémission les locustes et les sauteriaux par une surveillance rigoureuse et une intervention préventive promptement menée en début de saison. Bien que le coût de cette approche paraisse élevé pendant les périodes de rémission, elle évite des opérations coûteuses en situation d'urgence et protège l'environnement de l'emploi massif de pesticides en cas de fléau.
- C. Amélioration de la prise de décision. L'USAID devrait insister sur les moyens propres à dégager des critères de seuils d'intervention et s'efforcer de résister aux pressions politiques exigeant des mesures rapides. Les actions menées en toute hâte risquent non seulement d'être préjudiciables à l'environnement mais encore d'être économiquement injustifiables.
- D. Autonomie. Pour encourager l'autonomie au niveau local, l'USAID devrait soutenir la création, dans les pays en développement, d'organismes chargés entre autres de former des gens à l'emploi des pesticides et aux mesures de sécurité que cela exige, et il devrait encourager la décentralisation

en ce domaine en favorisant, par exemple, la constitution de brigades villageoises, la lutte antiacridienne au niveau local et un engagement accru des organisations non gouvernementales et du secteur privé. Les Etats-Unis ont des intérêts vitaux, tant politiques qu'économiques et humanitaires dans les pays en développement d'Afrique.(USAID, 1989). Pour servir ces intérêts, il leur faut améliorer le bien-être des populations des pays en développement en les conduisant à l'autosuffisance et à une plus grande autonomie. Dans le cadre des programmes de lutte contre les locustes et les sauteriaux, ceci implique la création, au sein même de l'administration des pays hôtes, d'une force de lutte contre les ravageurs.

- E. Sensibilisation plus poussée aux problèmes d'environnement. Pour assurer une certaine sécurité aux mammifères et aux oiseaux d'Afrique qui constituent un patrimoine unique, et pour mieux faire comprendre aux populations que leur protection s'impose, les Parcs Nationaux, les Réserves d'Animaux et les zones marécageuses ne devraient pas être compris dans les territoires couverts par les programmes de lutte chimique subventionnés par l'USAID. Ces zones servent également de refuge où peuvent se développer les maladies naturelles et les parasites des locustes et des sauteriaux. L'USAID considère les effets des projets sur l'environnement avant leur mise en oeuvre. Les écosystèmes africains, déjà soumis à rude épreuve par la sécheresse et le déboisement, ne doivent pas être fragilisés davantage par l'emploi de produits toxiques.
- F. Limitation des incertitudes. L'USAID devrait soutenir toute action visant à améliorer la collecte, la conservation et l'utilisation des informations. A l'heure actuelle, le manque d'informations valables sur les dégâts causés aux cultures par les insectes gêne l'élaboration et la mise en oeuvre des programmes d'aide à la lutte contre les nuisibles. Lors de l'application de programmes de traitement, les informations consignées sont généralement bien maigres et les organismes intéressés en ont rarement connaissance.
- G. Elaboration de solutions autres que les pesticides chimiques. L'USAID devrait continuer à soutenir les efforts de mise au point de méthodes de lutte ne reposant pas uniquement sur les pesticides chimiques de synthèse. Dans le cadre de la lutte intégrée contre les ravageurs (IPM), les moyens non chimiques, dont les méthodes de lutte biologique, offrent les meilleures chances de pouvoir se soustraire à la dépendance des pesticides chimiques de synthèse. Mentionnons parmi ces méthodes la lutte agronomique comprenant la destruction des masses ovigères (non seulement laborieuse, cette méthode n'évite pas nécessairement la lutte chimique dans les mêmes lieux, et souvent à deux reprises en raison de l'échelonnement des dates d'éclosion), la pose de pièges mécaniques ou manuels, et l'écrasement (applicable dans les jardins et non au niveau du Sahel), la capture des insectes pour la consommation humaine, le choix de cultures ou de variétés plus résistantes aux acridiens (par exemple, remplacement du mil par le sorgho), les cultures intercalaires, les produits répulsifs, les biopesticides, les phéromones, les kairomones et les régulateurs de croissance de synthèse.

En résumé, l'USAID devrait avoir pour objectif d'empêcher les départs d'invasion de locustes et de sauteriaux en insistant sur les solutions de lutte intégrée contre les ravageurs (IPM) et sur la prévision, en limitant l'emploi des pesticides et en permettant aux pays concernés de mieux lutter par eux-mêmes contre les ravageurs.



CHAPITRE 1

Fondements de l'intervention extérieure

CHAPITRE 1

FONDEMENTS DE L'INTERVENTION EXTERIEURE

1.0 Point 1: Raisons de l'engagement américain dans la lutte contre les locustes et les sauteriaux en Afrique

1.1 Les gouvernements étrangers, le gouvernement américain et les entomologistes du monde entier reconnaissent que les locustes et les sauteriaux font courir une grave menace à la production agricole

Plusieurs des principales espèces de locustes et de sauteriaux ont menacé l'Afrique, par intermittence, au cours du dernier siècle et, à vrai dire, depuis deux millénaires. Des populations de ravageurs surgissent chaque année quelque part dans le Sahel et dans la région subsaharienne mais les invasions massives et sur de vastes territoires des principales espèces sont épisodiques. Ces infestations sont liées à la période des pluies, génératrice d'un renouveau de la végétation, et elles suivent généralement des périodes de sécheresse. Ainsi, la menace que représente les locustes est particulièrement préoccupante, car elle survient au moment où les réserves alimentaires et financières, et l'endurance humaine, sont au point bas.

Les populations de Criquet pèlerin (*Schistocerca gregaria*) sont l'exemple même des changements de population épisodiques. Les spécialistes des locustes conviennent qu'il existe des problèmes de migrations généralisées et de répartition géographique (TAMS, 1989; Popov, 1988, 1990; U.S. Congress (OTA), 1990). Entre les invasions, le criquet pèlerin se trouve dans l'aire de rémission, qui est beaucoup plus restreinte que l'aire d'invasion et se reproduit dans les parties les plus humides des régions sèches - collines basses des montagnes, par exemple). La grégarisation a lieu dans ces zones et la reproduction bien réussie entraîne des recrudescences et des invasions aboutissant à des fléaux. La surveillance de ces aires de rémission doit permettre de prévoir quand et où des départs d'invasion sont vraisemblables

Les spécialistes de la lutte antiacridienne pensent qu'il est possible de maintenir indéfiniment les locustes en phase de rémission grâce à une surveillance systématique et rigoureuse et à une lutte préventive promptement menée (les fondements de cette hypothèse sont exposés plus loin, au Chapitre 2). C'est la solution que préconise la FAO, l'organisation internationale assumant le principal rôle dans la recherche et la lutte antiacridiennes, sous la rubrique "lutte stratégique". Bien que le coût de cette méthode paraisse élevé pendant les périodes de rémission, la vigilance est payante à long terme car elle économise des opérations coûteuses en situation d'urgence. Le coût de la lutte préventive, réparti sur un nombre d'années sans infestation serait inférieur à celui de la lutte urgente à mener en période d'invasion. Avantage supplémentaire, l'environnement se voit épargner les doses massives de pesticides utilisés en cas de catastrophe.

Pour ces deux raisons, coût-efficacité et qualité de l'environnement, l'USAID devrait continuer à participer à la lutte antiacridienne à travers un programme appuyant dans l'ensemble les initiatives de lutte préventive de la FAO.

Le présent document précise les conditions dans lesquelles l'USAID devrait participer à l'acquisition et à l'utilisation des pesticides destinés à lutter contre les locustes et les sauteriaux. La coordination avec les autres donateurs s'établit aux niveaux international et national, où l'USAID participe aux réunions de planification. Par exemple, l'USAID a participé aux réunions du DLCC (Comité de lutte contre le criquet pèlerin) et aux autres consultations techniques et réunions de planification organisées à l'initiative de la FAO ou reçues par cette dernière depuis 40 ans. En 1988, le gouvernement américain a utilisé ce forum pour prendre position contre l'utilisation du pesticide à effets persistants qu'est la dieldrine. Aujourd'hui, les réunions de la FAO sont le forum où l'on débat du difficile problème de l'élimination des pesticides périmés ou dont on ne veut plus. L'USAID a également travaillé avec d'autres donateurs, par exemple, à la conception du programme international de conduite de tests d'écotoxicologie au Sénégal (Evert, 1990)

La coordination avec d'autres donateurs s'établit aussi au niveau de pays individuels. La majorité des pays dans lesquels l'USAID soutient les opérations de lutte contre les locustes et les sauteriaux ont des comités de coordination lancés par la FAO, destinés à informer les donateurs des actions de chacun d'entre eux. La plupart de ces comités organisent des plans de campagne communs, discutent des besoins et conviennent du soutien à apporter par chacun des donateurs. En tant que principal organisme donateur, l'USAID peut avoir une influence significative au niveau de la décision des actions de soutien et de la définition des besoins.

La FAO a été le principal coordinateur des campagnes internationales de lutte contre les locustes et les sauteriaux depuis le début des années 1950, rôle qui lui a été confirmé par l'assemblée générale de l'ONU en décembre 1988. Au départ, le groupe antiacridien de la FAO s'intéressait uniquement aux problèmes posés par le criquet pèlerin mais son champ d'action s'est élargi par la suite à d'autres acridiens et ravageurs migrants.

Le Comité de lutte contre le criquet pèlerin (DLCC) de la FAO est l'organisme intergouvernemental coordonnant l'ensemble des recherches et des luttes relatives au criquet pèlerin. Les Etats-Unis ont été, en 1955, un des membres fondateurs du DLCC. Aujourd'hui, ils sont un des 50 pays membres de ce comité. L'ECLLO (Emergency Centre for Locust Operations), créé en 1986 et logé au siège de la FAO, à Rome, en a assumé la responsabilité opérationnelle au sein de la FAO. Il a eu pour tâche de lever des fonds auprès des donateurs et de coordonner les opérations de lutte antiacridienne lors de la récente invasion. Du fait de l'entrée en rémission du criquet pèlerin, cet organisme a été dissous en 1990. Environ 10 millions de dollars d'aide sont passés chaque année entre les mains de l'ECLLO. Cet organisme a coordonné également près de 150 projets financés par des organismes donateurs bilatéraux et multilatéraux, dont la FAO elle-même (FAO, 1990b). La responsabilité de la lutte antiacridienne en situation d'urgence au sein de la FAO a été transférée à l'office permanent des ravageurs migrants de la Division de la Production Végétale et de la Protection des Plantes, qui comprend un service de prévision des invasions acridiennes.

Au nombre des actions de la FAO en ce domaine, citons: un service central, à Rome, de signalisation et de prévision du criquet pèlerin; la préparation et la distribution du bulletin mensuel FAO/ECLLO traitant du criquet pèlerin, et la préparation, quand la situation le demande, de bulletins spéciaux sur d'autres locustes et sauteriaux; la tenue d'un registre semestriel de recherche et de développement à partir de 1989; l'organisation de réunions internationales pour les représentants des donateurs et des gouvernements des pays concernés; le parrainage de travaux de recherche et d'actions de formation à la surveillance de la situation acridienne et à la lutte contre les locustes; l'exécution de projets relatifs aux locustes, financés par la FAO, le Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD) et la communauté internationale. La FAO coordonne les activités des organisations africaines de lutte régionale contre les locustes et les sauteriaux et parraine les commissions régionales de la FAO sur le criquet pèlerin en Afrique et en Asie ainsi que les comités de coordination des donateurs de chaque pays bénéficiant d'une aide.

Trois organisations régionales semi-autonomes, le DLCO-EA (l'Organisation de lutte contre le criquet pèlerin dans l'est africain), l'OCLALAV (l'Organisation Commune de Lutte Anti-acridienne et de Lutte Anti-Aviaire) et l'IRLCO-CSA (l'Organisation internationale de lutte contre le criquet nomade pour l'Afrique centrale et l'Afrique australe), ainsi que trois commissions régionales de la FAO, s'occupent des ravageurs migrants débordant les frontières nationales des pays d'Afrique, du Proche-Orient et de l'Asie du Sud-Ouest (US Congress (OTA), 1990; TAMS, 1989).

Les structures, les mandats, la composition, les programmes et les soutiens financiers des organisations régionales africaines continuent à évoluer. La DLCO-EA est bien implantée mais fait face actuellement à de graves difficultés financières. Cette organisation a été fondée en 1962 par l'Ethiopie, la France (pour Djibouti), le Kenya, la Somalie, la Tanzanie et l'Ouganda, et le Soudan y a adhéré en 1968. Elle a pour principal objectif la lutte contre le criquet pèlerin mais, en 1976, son conseil des ministres a décidé d'engager la lutte contre les oiseaux granivores (comme le quélea), les chenilles légionnaires et les mouches tsé-tsé, pendant les périodes de rémission des locustes (US Congress (OTA), 1990).

L'OCLALAV, fondé en 1965 pour combattre le criquet pèlerin et les oiseaux granivores, a été converti, en mars 1989, en un organisme d'information et de coordination n'ayant plus aucun rôle opérationnel. Les responsabilités de surveillance et de lutte qu'il exerçait auparavant ont été assumées par la FAO au cours des

récentes infestations acridiennes, puis transférées aux services de protection des cultures (CPS) des différents pays concernés. A leur tour, les représentants de ces services de protection des cultures ont entamé des discussions sur une approche régionale (Tropical Research and Development, 1989) avec l'Institut du Sahel (INSAH), du Comité permanent inter-Etats de lutte contre la sécheresse dans le Sahel (CILSS). Un programme régional antérieur du CILSS, sur la protection des cultures, a été abandonné par suite de l'arrêt de son financement par l'USAID. AGRHYMET, l'organisation météorologique associée au CILSS, continue, grâce au financement de l'USAID, à fournir de précieuses informations météorologiques aux Etats membres. De plus, AGRHYMET a bénéficié d'un transfert de technologie lui assurant la production des cartes de végétation du Sahel.

A l'heure actuelle, l'IRLCO-CSA se ressent du non paiement de leurs cotisations par certains des Etats membres, mais elle recherche l'aide des organismes donateurs à la suite des invasions de locustes et de sauteriaux dans la région (US Congress (OTA), 1990). L'Organisation internationale de lutte contre le criquet migrateur (International African Migratory Locust Organization) a été dissoute en 1986 (FAO, 1988a).

Les trois commissions régionales de la FAO, chargées de la lutte contre le criquet pèlerin (dans le nord-ouest africain, au Proche-Orient et en Asie du Sud-Ouest), ont été respectivement mises en place en 1971, 1967 et 1964, dans des zones où la surveillance et la lutte antiacridienne étaient déjà sous la responsabilité des structures nationales. (En Afrique subsaharienne, la prospection et la lutte étaient principalement assumées alors par des entités régionales) (FAO, 1989b). Ces commissions apportent leur soutien à la prospection, à la lutte, à la formation et à la recherche. Les Etats membres définissent la politique de ces commissions et décident des opérations de lutte à engager. Quant à la FAO, elle coordonne les travaux de ces commissions et en assure le secrétariat.

1.2 L'expérience américaine de la lutte intégrée contre les ravageurs (IPM) et des problèmes agricoles africains est très utile à la mise en place de programmes de développement d'une production agricole écologiquement viable en Afrique.

Les Etats-Unis ont plus de soixante ans d'expérience de la lutte biologique contre les sauteriaux sur les terres de parcours de l'ouest américain et une parfaite compréhension du cadre conceptuel qu'implique la lutte intégrée contre les ravageurs (IPM). Ils insistent beaucoup pour que les programmes de lutte contre les ravageurs soient intégrés à des programmes généraux de développement d'une production agricole écologiquement viable à long terme. La lutte intégrée contre les ravageurs (IPM), qui associe aux actions de surveillance, de détection précoce et de lutte préventive, qui sont ses principes mêmes, des règles de prise de décisions visant à limiter au minimum l'usage des pesticides, peut être appliquée en Afrique. L'USAID constitue actuellement une banque de données sur la lutte intégrée et encourage les actions qui bénéficieront à long terme aux infrastructures des pays hôtes et favoriseront la création d'organisations et de structures qui s'efforceront encore davantage de mettre sur pied des programmes de lutte contre les ravageurs sans danger pour l'environnement.

Les pays africains en développement cultivent des produits agricoles destinés à l'exportation, d'autres produits destinés au marché intérieur, et ils pratiquent également l'agriculture de subsistance. En Afrique, tous ces types de cultures sont menacés: par des nuisibles et des maladies qui diminuent la productivité (tels que les adventices, les locustes et les maladies des végétaux, par des ravageurs (tels que les oiseaux) qui dévorent les cultures dans les champs avant la moisson, et par des nuisibles (tels que les insectes granivores et les moisissures des silos à grains) qui détruisent la production après la récolte. Un des principaux postulats de la politique d'aide de l'USAID, c'est que pour améliorer la viabilité agricole à long terme de l'Afrique, il faudra trouver la parade aux différents dangers qui menacent la productivité agricole.

Voici quelles sont les raisons profondes de la ligne suivie par l'USAID vis-à-vis de ces menaces à la productivité agricole: 1) les pesticides sont à l'heure actuelle une des composantes inévitables de tout programme efficace; 2) les pesticides peuvent s'avérer néfastes à l'environnement. Pour les organismes non visés, la toxicité des différents pesticides utilisés dans la lutte contre les locustes et les sauteriaux varie considérablement, aussi chaque pesticide doit-il être considéré en fonction de sa sélectivité, de son efficacité et de sa toxicité (Tableau 1) En conséquence, on peut supposer qu'il serait possible de réduire les risques en devenant moins dépendant des pesticides.

La protection de l'environnement est un des éléments du coût total des opérations à mener. Même s'il est difficile d'évaluer économiquement le prix de l'avifaune exceptionnelle de l'Afrique, et si la relation entre la diminution des invertébrés aquatiques et la production halieutique est mal déterminée, l'USAID est convaincu du principe que la protection de ces ressources est un des éléments du coût total des opérations à mener. Au Soudan, le Rapport d'Evaluation Complémentaire de l'Environnement (SEA) affecte même une partie des ressources des programmes de lutte à des actions spécifiquement consacrées à la qualité de l'environnement.

1.3 L'USAID doit avoir pour politique de prôner la protection de l'environnement et d'établir un juste équilibre entre les problèmes écologiques et les autres problèmes de développement.

1.3.1 Préoccupations de l'USAID

A l'heure actuelle, l'USAID s'est donné pour tâche principale de préconiser la limitation de l'usage des pesticides, de définir et de défendre les zones écologiquement sensibles, et d'explorer les diverses possibilités d'élimination, sans risques pour l'environnement, des pesticides périmés. Par exemple, l'USAID a parrainé récemment un stage d'études pratiques sur l'élimination des pesticides périmés et il négocie en ce moment, avec une société internationale d'agrochimie, le retour de pesticides périmés dans leur pays d'origine, pour élimination. Plus anciennement, l'USAID a été le chef de file du combat pour l'interdiction de l'emploi de la dieldrine.

Les Missions de l'USAID dans les différents pays peuvent décider librement de participer plus ou moins activement aux opérations, suivant le niveau d'infestation et les capacités de leurs services nationaux de protection des cultures (CPS). Certaines de ces Missions choisissent de s'abstenir de toute participation à la lutte antiacridienne quand les problèmes posés dans leur pays par les sauteriaux et les locustes sont minimes alors que d'autres donateurs, particulièrement ceux très concernés à l'heure actuelle par les problèmes d'environnement, jouent un rôle actif dans cette lutte. L'USAID est donc en mesure de concentrer ses moyens sur d'autres régions. Toutefois, la non participation d'une de ces Missions à la lutte prive celle-ci de la possibilité de peser sur l'intensité des efforts consacrés à la protection de l'environnement par les programmes de lutte antiacridienne.

De même, si l'USAID se retirait de la lutte contre les sauteriaux et les locustes, il se verrait privé de son rôle prépondérant dans la conduite des opérations d'amélioration de la protection de l'environnement. L'USAID reconnaît qu'en Afrique, les écosystèmes sont soumis à des agressions sans cesse plus graves, d'origines naturelle ou humaine, et il s'est fermement engagé à éviter toute action pouvant aggraver ces agressions. L'emploi des pesticides est, bien entendu, l'une des actions pouvant les aggraver. Les pesticides généralement utilisés pour la lutte antiacridienne ont, en cas d'application incorrecte, des effets directs sur les invertébrés aquatiques et les autres organismes non visés. Ils peuvent avoir aussi des effets directs ou indirects sur les oiseaux. C'est pour ces raisons que les régions d'Afrique classées comme zones protégées (parcs nationaux, réserves d'animaux), ainsi que toutes les zones marécageuses, ne devraient pas être traitées avec des pesticides financés par l'USAID, que leurs ressources naturelles soient bien ou mal protégées des autres agressions.

Ce classement en zones protégées des pesticides financés par l'USAID ne devrait pas seulement accorder une certaine sécurité aux mammifères et aux oiseaux qui constituent un patrimoine unique, mais encore, il devrait mieux faire comprendre aux populations qu'une telle protection s'impose. Cette sensibilisation des populations est absolument nécessaire. Autre intérêt de ces zones de protection, elles peuvent servir de refuge au développement des maladies naturelles et des parasites des locustes et des sauteriaux. Certains experts avancent que les cycles naturels des infestations de locustes pourraient être liés à la recrudescence ou à la diminution des maladies naturelles et des parasites des acridiens (ainsi qu'à la présence de sources de nourriture). Bien que ces conjectures ne soient pas étayées par des données, elles constituent une hypothèse logique et vérifiable. La prudence conduit à penser que tant que cette hypothèse n'aura pas été vérifiée, le maintien de refuges permettant le développement des maladies naturelles et des parasites des acridiens est un investissement judicieux et peu coûteux. L'USAID devrait préconiser le classement et la protection, dans tous les pays, de zones où l'usage des pesticides serait proscrit.

Une des difficultés rencontrées dans l'élaboration de politiques curatives ou préventives est l'évaluation du coût de la dégradation de l'environnement et des avantages des actions préventives ou curatives. Les nouvelles applications à l'économie de l'environnement de l'analyse du rapport coûts/avantages, fondées sur l'économie sociale, posent une multitude de problèmes d'éthique et de valeur. Par exemple, quelles sont la nature et l'étendue des obligations des générations actuelles et futures, ou des obligations de l'homme vis-à-vis des autres êtres vivants et inanimés? Afin de se disputer l'attention des décideurs des secteurs public et privé, les politiques relatives à la diversité biologique et aux ressources naturelles ont pris quatre grandes directions qui ont été utilisées pour déterminer la valeur de ces ressources, à savoir: la valeur de consommation (évaluation de la valeur des produits de la nature consommés directement, sans passer par le marché); la valeur de production (valeur des produits cultivés commercialement); la valeur de non consommation, d'option ouverte ou d'existence (valeur indirecte des fonctions des écosystèmes, comme la protection des bassins versants, la production du sol, la réservation de libres possibilités de choix dans le futur); la valeur sociale, éthique et culturelle (valeur des ressources reconnues par la religion, l'art, la littérature et d'autres mécanismes sociaux). Même l'estimation des coûts financiers de l'épuisement et de la dégradation des sols est difficile car ces coûts ne se reflètent pas sur le marché. La comptabilité nationale de la plupart des pays en développement ne tient pas compte de la moins-value des biens produits par l'homme, ni de la déperdition de valeur des ressources naturelles. En pratique, on dispose de peu de données quantitatives sur les effets de la dégradation de l'environnement dans les pays en développement. Cependant, des méthodologies s'attaquant au problème de l'évaluation des ressources naturelles sont actuellement en préparation. Bishop (1969) a estimé le coût de l'érosion du sol au Mali et ces méthodologies devraient, pense-t-on, faciliter la résolution de certains des problèmes de ce pays. A partir des données disponibles sur l'érosion physique, des chercheurs ont estimé les coûts et les avantages de la gestion des ressources naturelles au Burkina Faso (1990), afin d'évaluer la dimension économique du problème des ressources naturelles renouvelables. Leur conclusion a été que les avantages d'une meilleure gestion des ressources naturelles renouvelables sont considérables, mais que les coûts qu'elle implique sont très élevés, ce qui met ce pays devant des choix macroéconomiques difficiles.

L'idée a été quelquefois avancée que la protection de l'environnement et les mesures de réglementation qu'elle impose retardaient la croissance et le développement des pays. Est-ce le cas pour l'Afrique, c'est une question qui n'a pas encore été examinée sérieusement, mais l'expérience des six pays de l'OCDE pourrait être instructive. Dans les années 1970, l'expansion de la réglementation et des dépenses en matière d'environnement (réglementation du rejet des déchets nocifs, installation de matériel antipollution, modifications technologiques des processus de production) a coïncidé avec de médiocres performances économiques pour les pays de l'OCDE. La réglementation mise en place pour protéger l'environnement (qui a des incidences sur les prix de revient, le niveau de production, le niveau de l'emploi, la productivité, les prix de vente, et donc sur la balance commerciale) a-t-elle bridé les performances économiques, c'est là une question empirique à laquelle l'étude de l'OCDE tente de répondre par l'établissement de modèles macroéconomiques de ces six pays. La principale conclusion qui s'impose, c'est que les effets macroéconomiques de la politique de l'environnement sont relativement faibles - les effets de la multiplication des mesures de limitation de la pollution sur la croissance de la production sont indéterminés (de - 1% pour les Etats-Unis à + 1,5% pour la Norvège). Les effets de cette politique sur l'inflation semblent légèrement défavorables, avec une augmentation moyenne annuelle de 0,3 à 0,5%.

Par contre, la politique de l'environnement stimule l'emploi, ce qui s'accompagne d'une réduction implicite de la croissance de la productivité. Il apparaît également que les premiers effets de cette politique, qui entraîne une augmentation de la production, soient plus satisfaisants que les effets à long terme, d'où résultent des hausses de prix. Cette conclusion suggère que les mesures antipollution n'ont pas été une des principales causes du ralentissement de la croissance de la productivité dans les pays de l'OCDE au cours des années 1970 et qu'elles n'auraient donc pas dû gêner l'expansion des années 1980. Les incidences économiques de cette politique n'ont été évaluées qu'en termes d'effets macroéconomiques et on n'a pas tenté de quantifier les effets bénéfiques des mesures antipollution sur la qualité de la vie (OCDE, 1985).

Le coût de la protection de l'environnement a été considéré comme un peu excessif par certains - concernant l'emploi de la dieldrine dans les programmes de lutte contre les ravageurs. Avec les pesticides à

TABLEAU 1: TOXICITE DES DIFFERENTS PESTICIDES VIS-A-VIS DES ORGANISMES NON CIBLES

<u>Produit chimique</u>	<u>Rémanence</u>	<u>Bioaccumulation</u>	<u>Oiseaux</u>	<u>Mammifères</u>	<u>Poissons</u>	<u>Invertébrés aquatiques</u>
Carbaryl	F	F-M	F	F	F	F
Diazinon	M	M	M-E	F	M	E
Dieldrine	E	E	E	E	E	M
Fénitrothion	F	M	E	F	Fa	E
Lindane	M-E	E	M-E	M	M	M
Malathion	F	F	M	F-M	F	F
Propoxur	F-M	F-M	F-M	M	F	E
Acephate	F	F	F	F	F	F
Bendiocarbe	M	M	M	M	M	M
Chlorpyriphos	M-E	M-E	-	M	F-M	E
Cyperméthrine	M-E	E ^b	-	F	E	E
Lambdacyhalothrine	M	E ^b	F	E	E	E
Tralomethrine	M	E ^b	F	F	E	E

LEGENDE: F = faible
M = moyenne
E = élevée

NOTA: a Le fénitrothion est modérément toxique pour les poissons - Foster L. Mayer, Jr. et Mark R. Eilersieck, *Manual of Acute Toxicity: Interpretation and Data Base for 410 Chemicals and 66 Species of Freshwater Fish*, Resource Publication 160 (Washington DC: US Department of the Interior, Fish and Wildlife Service, 1986), pages 224-230.

NOTA: b Basé sur log P.

ADAPTE DE: TAMS, Inc. and the Consortium for International Crop Protection, *Locust and Grasshopper Control in Africa/Asia: A Programmatic Environmental Assessment*, Executive Summary, un rapport préparé pour l'USAID en mars 1989, p. EXSUM-25.

plus faible rémanence (qui remplacent la dieldrine), il faut très probablement envisager des applications plus fréquentes, ce qui augmente le coût de la protection. Cette hausse de coût se justifie du fait que la dieldrine, par sa rémanence, présente un risque inacceptable de bioaccumulation et de transfert par la chaîne alimentaire, d'où des risques accrus pour la santé de l'homme et pour les organismes de l'environnement. (FAO, 1988c) Cette hausse donne la mesure des dépenses qu'entraîne le souci de l'environnement. Si est déterminé, par exemple, que les interventions sur le terrain entraîneront, en cas de

renoncement à l'utilisation de la dieldrine, un supplément de dépenses de 2 millions de dollars¹, c'est donc ce que coûtera la prévention des risques pour l'environnement découlant de l'emploi de ce pesticide. Ce coût, ainsi que d'autres coûts liés à d'autres aspects de la protection de l'environnement (par exemple à la préservation de la diversité biologique [se reporter au Chapitre 3], doivent faire partie des éléments à considérer avant toute prise de décision, et il convient d'établir s'ils sont justifiés.

L'estimation des coûts peut dévoiler l'inefficacité de certaines pratiques ou le coût inacceptable de certaines solutions. Peut-être que d'autres modes d'intervention doivent être considérés avec davantage d'attention, par exemple la lutte préventive, si souvent mentionnée, plutôt que la lutte curative. Autre solution primordiale à envisager, la lutte sans pesticides contre les ravageurs (voir plus loin) ou le ralliement à des programmes à plus long terme prévoyant des mesures de protection totale des cultures. On a estimé, par exemple, qu'un meilleur stockage des céréales, réduisant les pertes de 2% au plus, pouvait être plus avantageux, en termes de coût -efficacité, que tous les programmes de lutte préventive contre les locustes.

1.3.2 Réglementation américaine

La réglementation de l'USAID en matière d'environnement s'est élaborée dans le cadre des problèmes d'environnement des Etats-Unis. On décrira brièvement ici les dispositions de la réglementation de l'environnement de l'USAID qui ont imposé la préparation du Rapport d'Evaluation de l'Environnement (PEA) et des Rapports d'Evaluation Complémentaire de l'Environnement (SEA) pour les programmes de lutte contre les locustes et les sauteriaux.

22 CRF Part 216: Règles de protection de l'environnement

L'Article 216 de la réglementation (aussi appelé Art. 16) définit les règles suivant lesquelles les conséquences sur l'environnement des actions financées par l'USAID doivent être déterminées et examinées par l'USAID avant toute exécution d'un projet. Des mesures appropriées de protection de l'environnement doivent être adoptées. Ces règles ont été élaborées pour s'assurer que les facteurs écologiques ont bien été pris en compte lors du processus de décision de l'USAID et qu'elles sont en accord avec l'Executive Order (décret-loi) 12114 de 1979 et avec la loi de 1970 sur la politique nationale américaine de l'environnement.

Foreign Assistance Act, Section 117 (Article 117 de la loi sur l'aide étrangère): Environnement et ressources naturelles

L'Article 117 de la loi sur l'aide étrangère traite du problème de la dégradation des ressources naturelles, de l'épuisement des sols et de la détérioration du bilan hydrologique. Cet article modificatif autorise le Président à apporter son aide au développement et à l'accroissement des avantages découlant d'actions de protection de l'environnement pouvant largement dépasser les frontières du pays. Aider les pays en développement à conserver la capacité de protéger et de gérer leur environnement et leurs ressources naturelles est absolument vital. Par exemple, les ressources spéciales affectées aux recherches génétiques des pays possédant une industrie pharmaceutique peuvent bénéficier aux sociétés et à la clientèle internationales. Cet article impose la préparation d'une Evaluation de l'Environnement ou d'une étude d'impact sommaire avant toute action d'envergure des autorités fédérales.

Foreign Assistance Act, Section 118 (Article 118 de la loi sur l'aide étrangère): Forêts tropicales

En adoptant l'Article 118 en 1986, le Congrès américain a reconnu l'importance des forêts et du couvert végétal des pays en développement. Convenablement gérées, les forêts procurent des ressources durables aux pays développés tout comme aux pays en développement. L'accélération de la dégradation, de la destruction ou de la disparition des forêts tropicales est particulièrement préoccupante. Cet article modificatif

¹Chiffre donné uniquement à titre d'exemple, le rapport avec les coûts réels étant inconnu.

stipule que les recommandations de la Force Américaine Spéciale d'Intervention Interorganisations chargée des forêts tropicales (U.S. Inter-Agency Task Force on Tropical Forests) doivent être considérées en priorité lors de l'élaboration de programmes et de la mise en application de mesures de politique générale relatives aux pays en développement.

Foreign Assistance Act, Section 119 (Article 119 de la loi sur l'aide étrangère): Diversité biologique

L'Article 119 impose que tout exposé d'une stratégie de développement d'un pays ou de tout autre plan d'intervention dans un pays, proposé par l'USAID, comporte une analyse des actions nécessaires à la préservation de la diversité biologique et de la mesure dans laquelle les actions que l'USAID se propose de soutenir répondent aux besoins reconnus. Il est demandé à l'USAID de coopérer avec les organisations internationales appropriées, tant gouvernementales que non gouvernementales, de suivre les lignes directrices de la Stratégie Mondiale de la Conservation (World Conservation Strategy) et de prendre toutes les autres mesures nécessaires à la préservation de la diversité biologique. En particulier, l'USAID doit refuser toute aide directe ou indirecte à des actions contraires à l'intérêt des pays nationaux ou d'autres zones protégées, ou qui ont pour objet d'y introduire des plantes, des animaux ou autres agents biologiques exotiques.

Policy Determination (PD-6)

La déclaration PD-6 sur les aspects "environnement et ressources naturelles" de l'Aide au Développement (Avril 1983), indique que l'USAID doit aider les pays moins avancés à se doter des moyens institutionnels et scientifiques leur permettant de s'attaquer à leurs problèmes cruciaux d'environnement et de ressources naturelles, d'élaborer des programmes de gestion des ressources, d'assurer la viabilité écologique et à long terme des projets et de favoriser un développement sans danger pour l'environnement. Le PEA et les SEA satisfont aux exigences de la PD-6 en précisant le caractère durable et écologiquement rationnel de l'amélioration des accès, et ils accordent une attention toute particulière à la deuxième phase de développement qui pourrait en résulter. L'entérinement des recommandations relatives aux programmes de gestion des ressources, y compris d'une liste de mesures limitatives, a pour objet de limiter ou d'éviter les effets néfastes à l'environnement,

Directives sur la lutte aménagée contre les ravageurs

En 1991, l'USAID a publié un nouvel ensemble de Directives sur la lutte aménagée contre les ravageurs. Ces directives définissent plus complètement les conditions dans lesquelles l'USAID participera aux opérations de lutte aménagée contre les ravageurs dans les pays en développement. Ces nouvelles directives décrivent en termes généraux les techniques et les méthodes à employer pour une telle lutte, ainsi que les mesures de protection de l'environnement à adopter. Le principal moyen d'action est la lutte intégrée contre les ravageurs (IPM) et les mesures de protection de l'environnement sont celles de l'Article 216 de la réglementation américaine. L'évaluation de l'Environnement prévue au programme de lutte contre les locustes et les sauteriaux, comme décrit dans les SEA et dans le présent document, est en accord avec les Directives sur la lutte aménagée contre les ravageurs.

1.3.3 Réglementation internationale

En 1987, la FAO a introduit un mécanisme de consentement préalable (Prior Informed Consent ou PIC) dans le Code International de Conduite sur la Distribution et l'Utilisation des Pesticides (adopté par la FAO en 1985, FAO 1986b). Ce code formule des recommandations sur la sécurité de l'utilisation et du stockage des pesticides, et sur l'élimination des produits périmés. Voici une définition de ce mécanisme de consentement préalable (FAO 1988b): "Le PIC, dans le cadre du code, implique que le transport international d'un pesticide interdit ou d'usage strictement limité, afin de protéger la santé de l'homme ou l'environnement, ne peut se faire sans l'accord explicite de l'autorité nationale désignée du pays importateur, celle-ci ayant reçu toutes les informations appropriées". Le gouvernement américain approuve ce code et souscrit également aux conventions internationales sur les ressources naturelles (RAMSAR et CITES en particulier). La Convention sur les Zones Humides d'Importance Internationale (signée en 1971) a été approuvée par 54 pays dont les Etats-Unis. Elle est administrée par un bureau indépendant ébergé par l'IUCN (International Union for the Conservation of Nature, ou Union Internationale pour la Conservation

de la Nature) et par l'IWRP (International Waterfowl and Wetland Bureau, ou Bureau International des oiseaux aquatiques et des zones humides, le Fonds mondial pour la nature (WWF) et l'ICBP (International Council for Bird Preservation, ou Conseil international pour la préservation des oiseaux). La Convention de 1975 sur le Commerce International des Espèces en Voie de Disparition (CITES) a été élaborée par l'IUCN et le PNUE (Programme des Nations Unies pour l'Environnement). En 1988, le traité CITES était signé par 96 pays, 675 espèces pouvaient être exploitées commercialement et 27 000 espèces avec des spécifications.

CHAPITRE 2

PRINCIPAUX PROBLEMES D'ENVIRONNEMENT

2.0 Point II *Quels sont les principaux problèmes d'environnement pris en compte par les programmes de lutte contre les locustes et les sauteriaux financés en Afrique par l'USAID?*

2.1 Point 1.1: *Les interventions en situation d'urgence contre les locustes et les sauteriaux sont inefficaces. La lutte préventive est préférable.*

Bien que les actions urgentes menées dans le passé contre les acridiens aient été considérées comme nécessaires car il fallait empêcher la disette de se généraliser, la lutte en situation d'urgence n'est ni efficace sur le plan économique, ni sans danger pour l'environnement. Quand on a atteint ce stade, c'est que les populations de locustes et de sauteriaux sont déjà pléthoriques et qu'il faut par conséquent utiliser de grandes quantités de pesticides pour en venir à bout. De tels volumes de pesticides ne se contentent pas de détruire les acridiens, ils agissent également sur l'écosystème de la zone traitée. Il existe une bien meilleure solution, la lutte stratégique et préventive, c'est-à-dire une méthode qui implique la détection et le traitement des locustes et des sauteriaux tant que leur nombre demeure limité dans une zone relativement restreinte. En ce qui concerne les locustes, ceci peut être réalisé dans les zones de reproduction et de grégarisation de l'aire de rémission. Utilisant de faibles quantités de pesticides parfaitement ciblés, la lutte préventive peut, estime-t-on, maintenir indéfiniment les acridiens en situation de rémission.

La solution préférée, la lutte préventive, implique la détection et le traitement des populations de locustes et de sauteriaux avant qu'elles n'aient atteint le stade de l'invasion ou qu'elles n'aient quitté leurs zones de reproduction et de rémission. Alors que l'ensemble des zones de rémission et d'invasion des diverses espèces migratrices de locustes couvre pratiquement toute l'Afrique, les zones de rémission du criquet pèlerin sont bien moins étendues (Figure 1). La lutte préventive impose de connaître les données établissant qu'un départ d'invasion est imminent (c'est-à-dire la densité de population à partir de laquelle le déclenchement d'une invasion est à craindre), et de disposer d'un système de surveillance suffisamment efficace pour détecter les populations de locustes atteignant ce niveau. Actuellement, la préférence est donnée à un système de surveillance globale et efficace associant plusieurs techniques telles que la télédétection, la reconnaissance aérienne et la prospection terrestre. Chacune de ces techniques impose la collecte, l'interprétation et la présentation minutieuses des données. L'USAID apporte son aide au financement de cette panoplie complète d'outils de surveillance, ainsi qu'à la formation nécessaire à l'amélioration de la qualité de la collecte et de l'analyse des données. Bien que le coût de cette méthode paraisse élevé pendant les périodes de rémission, la vigilance est payante à long terme car elle économise des opérations coûteuses en situation d'urgence et protège l'environnement de l'emploi massif de pesticides en situation de catastrophe. L'USAID devrait soutenir les initiatives de lutte préventive de la FAO en Afrique de l'ouest et du nord-ouest (FAO, 1991).

2.2 Point 1.2: *La gravité des problèmes posés par les locustes et les sauteriaux exigent une meilleure définition*

Les essaims de criquets sont des plus visibles et les territoires où ils se nourrissent sont souvent dévastés. Les pertes subies par les cultures des lieux où ils se posent peuvent atteindre 100% et des pertes de 20% dans un district donné ne sont pas inhabituelles. Face à de tels faits, la menace d'une invasion de criquets peut terrifier. Cependant, les pertes au niveau de l'ensemble d'un pays dépassent rarement plus de quelques pour cent et atteignent peu souvent le niveau de celles résultant d'autres causes. Les vols de criquets étant un phénomène bien visible, les pressions politiques locales incitant à l'action sont souvent excessives. C'est pourquoi il est rare qu'en période d'invasion, les différentes solutions envisageables soient comparées attentivement.

Il est tout à fait compréhensible qu'en tant que champions de la productivité agricole, les Etats-Unis s'attaquent aux problèmes d'aide au développement les plus susceptibles de rentabiliser au maximum les

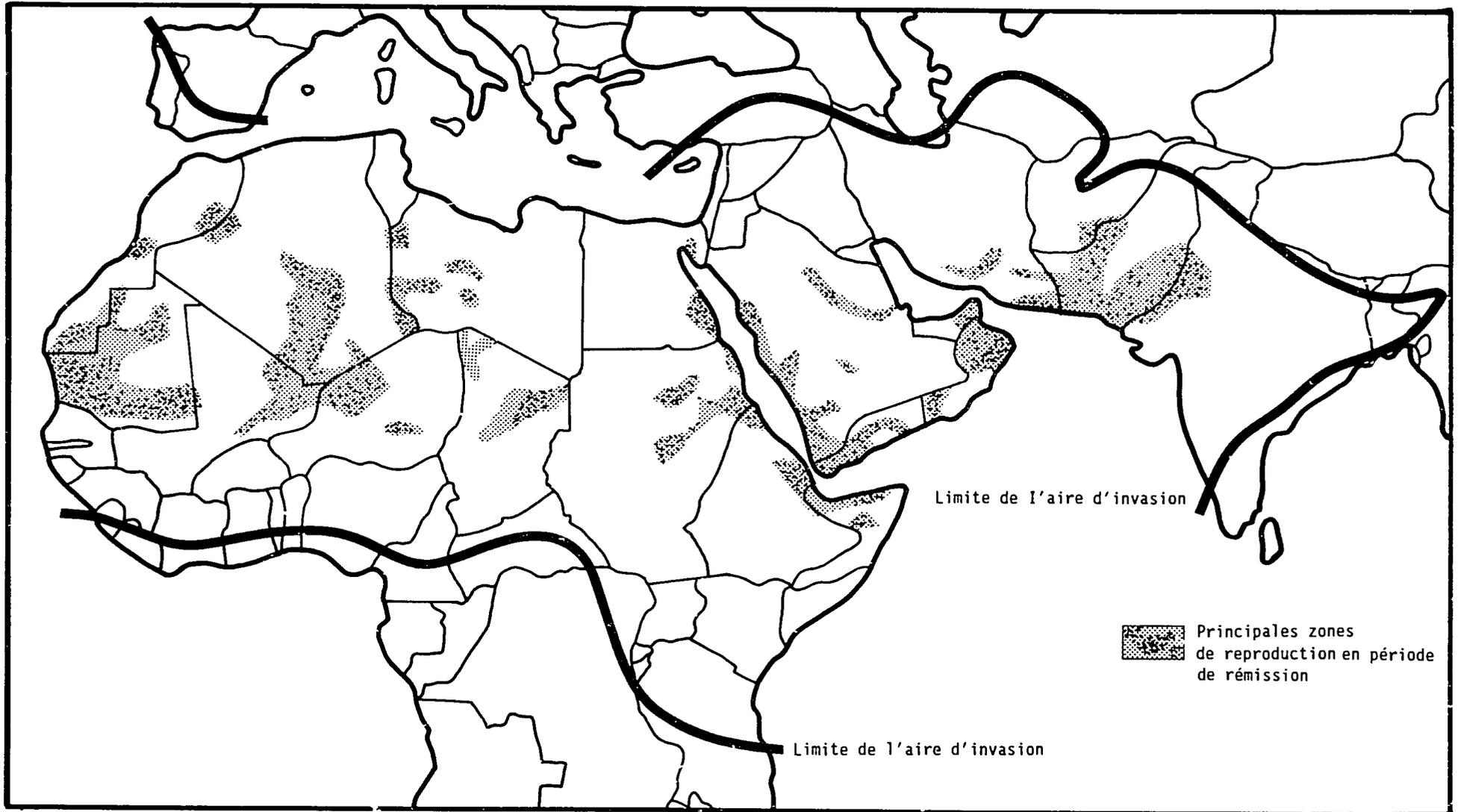


Figure 1. Principales zones de reproduction et de grégarisation du criquet pèlerin durant les périodes de rémission (de 1920 à 1976) par rapport aux limites de l'aire d'invasion des essaims du criquet pèlerin pendant les fléaux (1941 à 1968) . Adapté de Pedgley, 1981.

investissements consentis. Dans le contexte de l'Afrique, le rapport coût-efficacité pourrait inciter à s'intéresser davantage, plutôt qu'à la lutte contre les criquets, à des actions d'amélioration des sols et de leur fertilité, ou de lutte contre d'autres nuisibles ou des maladies, ou d'amélioration des installations de stockage. Cependant, il est difficile de calculer le rapport coût-efficacité car les sources d'information sont maigres. Face à de telles incertitudes, l'USAID a opté pour des solutions méthodiques (les programmes), susceptibles d'être transposées (dans des projets). Le programme de lutte contre les locustes et les sauteriaux, par exemple, insiste quelque peu sur la création, dans les pays hôtes, d'organismes institutionnels permettant d'accroître l'autonomie des dits pays en matière de lutte contre les nuisibles, quelle que soit l'espèce prédominante de nuisibles une année ou une autre. Ainsi, le programme de lutte contre les locustes n'évite pas seulement les dégâts causés par les locustes; il donne également les moyens de lutter contre d'autres nuisibles, responsables d'autres dégâts. L'institutionnalisation de ces moyens, dans le cadre des Services de Protection des Cultures (CPS) de chaque pays accroîtra l'autonomie de ces pays.

Malgré ces plus vastes perspectives, l'USAID souhaite également que les programmes de lutte contre les locustes se justifient sur le plan économique comme s'il s'agissait de programmes indépendants les uns des autres. A cette fin, une importance considérable est accordée aux seuils économiques et au processus de décision conduisant au déclenchement des opérations de traitement.

Quand il apparaît que les populations de criquets sont très importantes ou que les dégâts causés aux cultures paraissent sévères, les pressions politiques interventionnistes auxquelles il faut s'attendre sont un argument majeur. Les pressions politiques ne sont pas toujours favorables aux programmes de lutte stratégique et préventive. L'USAID, de par sa participation à de tels programmes, peut servir d'élément modérateur en s'opposant à des réactions excessives en période d'invasion ou à des réactions trop timorées en période de rémission.

Etant donné que l'on ne dispose que de peu d'informations valables sur les pertes subies par les cultures et que la justification économique des interventions est tout au plus marginale, il est prudent de résister dans toute la mesure du possible aux pressions politiques exigeant des interventions rapides. Les actions entreprises avec précipitation en raison de l'apparition d'un grand essaim de criquets peuvent être non seulement préjudiciables à l'environnement mais également injustifiables sur le plan économique. L'USAID devrait adopter des règles de prise de décision plutôt restrictives.

Une question est largement débattue: les locustes et les sauteriaux sont-ils parmi les principaux responsables des pertes subies par les cultures et les dépenses engagées pour les combattre sont-elles justifiées? Le Congrès américain (US Congress (OTA), 1990), a scindé le débat en six points: 1) Quelle est l'incidence des locustes et des sauteriaux sur la production alimentaire? 2) Quelle est l'importance des locustes et des sauteriaux par rapport à celle des autres nuisibles? 3) Dans quelle mesure les locustes et les sauteriaux sont-ils une cause de famine? 4) Quelle est l'efficacité des programmes de lutte actuels reposant uniquement sur l'application d'insecticides chimiques? 5) Quels sont les rôles relatifs du climat et de la lutte antiacridienne dans le déclin des infestations? 6) Dans quelle mesure les bénéfices tirés de la lutte antiacridienne, de par la préservation des cultures, excèdent-ils le coût de la lutte?

Il est possible d'évaluer les bénéfices directs des campagnes de lutte antiacridienne en estimant la valeur des cultures menacées ou sauvées. Quant aux bénéfices indirects, tels que la création par les institutionnels de services nationaux de protection des cultures, on en enregistre également, mais ils sont difficilement quantifiables et, de ce fait, il est rare que les calculs des coûts et des bénéfices en tiennent compte.

La valeur des cultures menacées dépend des cultures, et la valeur de celles-ci n'est facile à établir que lorsqu'il s'agit de cultures de rapport, de sorgho et de mil par exemple. Cependant, dans bon nombre de zones d'invasion de locustes, on trouve surtout des cultures de subsistance et leur valeur est difficile à déterminer, particulièrement quand les études microéconomiques et socioéconomiques n'ont pas été réalisées. Les experts considèrent que la valeur des cultures sauvegardées importe plus que la valeur des cultures détruites (TAMS, 1989). Une telle évaluation n'est toutefois pas plus facile.

Le Rapport d'Evaluation de l'Environnement (PEA) (TAMS, 1989), récapitule les meilleures estimations dont on dispose en matière de coût des dégâts commis par les locustes et les sauteriaux et souligne la grande marge d'erreur de ces estimations. Par exemple, les dégâts potentiels commis au Maroc par le criquet pèlerin en 1988 ont été estimés entre 125 et 250 millions de dollars, en se fondant sur l'hypothèse que ces dégâts seraient comparables à ceux enregistrés en 1954 et 1955, quand un événement inattendu a pris au piège les criquets, dans l'étroite vallée de Sous, une région agricole fertile (Congrès américain (OTA), 1990). Les seuils économiques sont examinés en 3.5.2.

Quand on considère les coûts et les bénéfices directs, le coût financier du programme de lutte antiacridienne de la campagne 1986-89 peut se traduire par un rendement net défavorable, eu égard au nombre et à la valeur des cultures sauvegardées (Congrès américain (OTA), 1990). L'efficacité en termes de coût des programmes de lutte contre les locustes et les sauteriaux n'a pas non plus été démontrée, principalement en raison du manque de données disponibles (se reporter au sous-chapitre 2.4). Cependant, en supposant qu'il ne soit pas possible de démontrer les avantages de ces programmes par rapport à leur coût direct, la valeur de leurs avantages indirects, la surveillance des problèmes d'environnement, la participation à des programmes multinationaux et l'opportunité d'accroître ses connaissances sont autant d'éléments qui pourraient encore justifier de tels programmes.

2.3 Point 2: La protection de l'environnement fait partie de la politique globale de développement de l'USAID.

Il est difficile mais non pas impossible d'appliquer à l'Afrique les méthodes d'évaluation de l'environnement utilisées aux Etats-Unis. L'USAID a tiré des programmes passés de lutte contre les locustes et les sauteriaux de grands enseignements en matière d'évaluation de l'environnement et d'application aux situations des pays étrangers des méthodes adoptées aux Etats-Unis. Tout en évaluant l'environnement, nous apprenons les grands problèmes réels liés à ces évaluations (se reporter au Chapitre 3) et les problèmes découlant du cadre juridique entourant en Afrique les opérations d'évaluation de l'environnement.

2.3.1 Processus de réglementation de l'environnement dans le contexte africain

Aucun des huit pays africains subsahariens pour lesquels des Rapports d'Evaluation Complémentaire de l'Environnement (SEA) ont été réalisés (voir 2.3.2) n'a une législation ou une réglementation générale de l'environnement similaire à celle de la loi américaine sur la politique nationale de l'environnement (US National Environmental Policy Act ou NEPA). Cette loi prévoit l'évaluation de l'impact possible sur l'environnement de tous les programmes envisagés aux Etats-Unis. La réglementation de l'USAID, dont nous avons parlé plus haut (au sous-chapitre 1.3.2) découle de cette législation sur l'environnement et s'occupe des programmes de développement susceptibles d'avoir des incidences sur l'environnement. Etant donné que les pays africains n'ont pas de réglementation correspondante, l'USAID n'est pas tenue d'effectuer des évaluations de l'environnement dans le cadre des projets ou des politiques proposés. S'il existe une législation ou une réglementation de l'environnement, elle est généralement périmée ou mal appliquée. Tous les pays ont créé, sous une forme ou une autre, des parcs nationaux ou des réserves d'animaux sauvages. Cependant, des communautés sont autorisées à vivre dans les parcs nationaux, à poursuivre leurs activités quotidiennes, telles que la culture et la pêche. De plus, les limites des parcs nationaux sont généralement mal définies et les missions d'entretien et de protection (par exemple le maintien de l'ordre) de ces parcs sont réduites au strict minimum. Enfin, les migrations de populations, résultant des sécheresses prolongées, des guerres civiles et internationales et du processus de désertification, ont entraîné la multiplication de la présence de l'homme dans ces parcs, avec les incidences sur l'environnement qu'elle implique.

Aucun de ces huit pays ne s'est doté de l'arsenal de lois et de règlements qui régissent l'usage des pesticides et des substances toxiques et qui sont l'apanage des pays développés. Lorsque ces lois et règlements existent, le pays ne dispose généralement pas des mécanismes et des moyens garantissant leur application.

Les pays sont de plus en plus conscients de la nécessité d'une telle réglementation et une évolution se fait jour. Par exemple, le Mali a récemment adopté une loi sur les déchets toxiques et présenté un projet de

loi sur l'importation, l'utilisation et la distribution des pesticides. Le Soudan révisé actuellement sa Loi sur les Pesticides de 1974 et espère que la nouvelle version de cette loi pourra entrer en vigueur en 1991. Le Burkina Faso et le Mali ont une réglementation qui prévoit de consigner et de localiser toute utilisation de pesticides - bien que cette réglementation n'exige pas un examen des effets potentiels sur l'environnement de l'utilisation de pesticides. Le Niger est en train de se doter d'une réglementation du même ordre. Une plus grande prise de conscience des problèmes d'environnement et une élévation du niveau d'instruction conduisent à la mise en place d'une réglementation, mais les débats en la matière témoignent souvent d'une vision de l'environnement différente de celle des Etats-Unis, les notions de frontières, de propriété et de préservation de l'environnement n'étant pas les mêmes dans ces pays.

L'absence de règlements sur les pesticides, qui soient véritablement appropriés et appliqués, signifie que les campagnes de lutte contre les locustes sont très peu épaulées par la réglementation des pays hôtes. Il est donc vraisemblable que c'est l'Article 16 de la réglementation de l'USAID qui s'appliquera dans le proche avenir à toutes les opérations de lutte contre les locustes et les sauteriaux.

2.3.2 Processus USAID de réglementation de l'environnement, compte tenu des locustes et des sauteriaux

La croissance rapide des populations de locustes et de sauteriaux en 1986, après une longue période de rémission, a conduit les directeurs de Missions de l'USAID à se déclarer en situation d'urgence. L'USAID/Washington a exprimé le même avis et renoncé à l'utilisation de l'Article 16 de la réglementation pour passer à la lutte en situation d'urgence. L'USAID, à la demande instantane des organisations non gouvernementales concernées, a commencé alors à préparer, en 1987, un Rapport d'Evaluation de l'Environnement (PEA) pour ce programme. Ce rapport, qui a demandé un an de préparation, a été ensuite examiné et approuvé aux fins du dit programme. En se fondant sur ce rapport, l'USAID a réalisé un document d'orientation (USAID, 1989c) conçu pour aider les Missions à préparer des Rapports d'Evaluation Complémentaire de l'Environnement (SEA) ayant pour objet de présenter une solution spécifique aux problèmes du pays considéré, problèmes qui sont exposés dans le PEA. Simultanément, l'USAID a mis en poste, dans chaque Mission, des conseillers en environnement, chargés de surveiller ces problèmes et les autres problèmes d'environnement, et de donner leur avis sur ces points.

Les Rapports d'Evaluation Complémentaire de l'Environnement (SEA), préparés avec l'aide des experts en environnement de l'USAID/Washington, sont en cours d'achèvement dans chaque Mission. L'Etude, par l'USAID/AFR/TR Washington, des SEA couvrant les huit pays dépendant du Bureau Afrique (Mauritanie, Sénégal, Tchad, Soudan, Mali, Cameroun, Niger et Burkina Faso) a révélé que de nombreux problèmes d'environnement n'ont pas encore été abordés. Aucun des SEA ne considère les questions d'environnement particulières au pays concerné de façon suffisamment précise pour qu'il soit possible de s'attaquer aux nombreux problèmes opérationnels rencontrés sur le terrain et pour garantir que tous les problèmes d'environnement seront traités. En fait, les SEA énumèrent une liste de préoccupations à considérer mais n'indiquent pas l'ensemble des mesures à prendre avant toute utilisation de pesticides dans le cadre d'une campagne de lutte antiacridienne. Etant donné que les SEA sont conformes à la réglementation et qu'ils sont les principaux outils que l'USAID utilise pour s'assurer que les mesures de protection de l'environnement sont bien respectées, chaque Mission a été encouragée à suivre une check-list des opérations à effectuer avant toute intervention contre les locustes et les sauteriaux. Cette check-list a pour objet de vérifier que les questions d'environnement les plus importantes ont été abordées (se reporter au sous-chapitre 2.5).

Aux Etats-Unis, les principales questions relatives à la protection de la santé des humains et des organismes vivants non visés sont généralement traitées dans les rapports d'évaluation de l'environnement. En Afrique, où les sources d'information sont bien plus limitées, les évaluations sont plus incertaines et la mise en application des recommandations est plus difficile. Malgré ces obstacles, le Rapport d'Evaluation de l'Environnement (PEA) détermine les effets éventuels sur l'environnement et les mesures à prendre pour limiter ces effets. Le PEA présente une liste de 38 recommandations applicables aux futurs programmes de lutte contre les locustes et les sauteriaux. Les Rapports d'Evaluation Complémentaire de l'Environnement (SEA) ajoutent aux recommandations du PEA les points particuliers au pays considéré et, dans certains cas, de nouvelles recommandations. Le SEA réalisé pour le Soudan, par exemple, comporte plus de 90 recommandations individuelles. De plus, le Programme d'aide d'Urgence à l'Afrique contre les locustes et

les sauteriaux (AELGA ou Africa Emergency Locust/Grasshopper Assistance Program) a entrepris une évaluation à mi-parcours qui énumère un certain nombre de changements d'orientation qui seraient justifiés et l'OTA (Office of Technology Assessment ou Bureau d'Evaluation des Technologies du Congrès américain) a examiné les programmes de lutte contre les locustes et les sauteriaux et publié un rapport intitulé "A Plague of Locusts", avançant un certain nombre de suggestions (U.S. Congress, 1990). L'USAID prend ces recommandations au sérieux et en tiendra compte dans les futurs programmes de lutte contre les locustes et les sauteriaux.

2.4 Point 3.1: Il faut mieux utiliser les informations disponibles

On a besoin d'informations pour surveiller, prévoir les départs d'invasion, formuler et mettre en application les seuils économiques, comprendre les pertes subies par les cultures, exécuter de bons programmes de traitement, protéger les ressources de l'environnement et comprendre la dynamique des populations de locustes et de sauteriaux. Même si la base d'informations était large, les moyens disponibles pour atténuer les dégâts seraient difficiles à obtenir. Malgré ces difficultés, l'USAID insistera sur la nécessité d'améliorer la collecte, la conservation et l'utilisation des informations propres à répondre aux besoins exprimés ci-dessus.

2.5 Point 3.2: Check-list des informations nécessaires

Suite à la préparation du PEA et des SEA, une check-list des problèmes d'environnement relatifs au programme d'aide à la lutte contre les locustes et les sauteriaux a été mise au point. Cette check-list sert fort utilement de guide à l'établissement de plusieurs ensembles de données importantes, dont les suivantes:

1. La Mission s'est-elle conformée à tous les articles applicables de la réglementation sur la protection de l'environnement (se reporter au sous-chapitre 1.3.2, en particulier), y compris à l'Article 16 relatif aux pesticides? Cette réglementation spécifie qu'il faut effectuer une étude d'impact de toutes les opérations prévues avant de procéder aux dites opérations. Cette check-list et les informations du SEA sont destinées à aider les conseillers en environnement à satisfaire à cette exigence.
2. La Mission emploie-t-elle les pesticides figurant sur la liste des produits agréés par l'USAID (Tableau 4)? D'autres pesticides, fournis par d'autres organismes donateurs, sont-ils utilisés? (Normalement, l'USAID ne participe pas à des programmes impliquant des pesticides non agréés). Les pesticides sont-ils utilisés dans des conditions autorisées, notamment en évitant certains types d'habitats? Par exemple, évite-t-on les sites de nidification des oiseaux quand on fait usage du fénitrothion et du propoxur, et s'écarte-t-on des ressources aquatiques en cas d'utilisation de diazinon, de lambdaacyhalothrine, de tralomethrine et de cyperméthrine?
3. A-t-on tout fait pour que le programme soit aussi efficace que possible en utilisant un minimum de pesticides? A-t-on envisagé des méthodes autres que l'utilisation de pesticides? Les opérations sont-elles coordonnées avec d'autres groupes locaux, y compris avec la FAO? L'étude a-t-elle considéré:
 - a. le stade de croissance des cultures?
 - b. l'âge et le stade de développement des insectes?
 - c. le seuil économique d'intervention? A-t-on utilisé, pour la prise de décision, des cartes de végétation et d'autres outils de télédétection?
4. Les appareils ont-ils été vérifiés et réglés? Le personnel a-t-il reçu une formation lui permettant d'utiliser correctement les appareils et de répondre aux questions exposées en 5?
5. Dans quelle partie du pays les opérations vont-elles se dérouler?

- a) Le personnel est-il au courant de la présence possible d'espèces animales en voie de disparition qui pourraient souffrir des conséquences de ces opérations? Des mesures ont-elles été prises pour éviter ou limiter les risques ainsi encourus par ces espèces et leur habitat?
 - b) Un parc national, une zone protégée ou des habitats sensibles se trouvent-ils dans la zone des opérations? Comment limite-t-on les impacts des opérations que l'on doit y mener? (En règle générale, aucune opération n'est autorisée dans ces zones. Quand on y trouve des criquets, seules des pulvérisations limitées, par exemple à l'aide d'un pulvérisateur dorsal, sont autorisées). Garde-t-on des périmètres de sécurité d'au moins 2,5 km de large?
 - c) Toutes les opérations à proximité de nappes d'eaux de surface respectent-elles un périmètre de sécurité de 300 mètres?
 - d) Les villages et les zones peuplées courent-ils des risques? Les populations ont-elles été averties des opérations (par la radio ou par tout autre moyen) ou ont-elles été évacuées? Toutes les opérations sont-elles menées à une distance d'au moins 2,5 km de ces lieux?
 - e) En cas de réponses et d'informations incomplètes, quels plans ont-ils été décidés pour recueillir ces éléments d'information avant le démarrage des opérations? S'est-on véritablement efforcé de recueillir un complément d'information? Les informations recueillies sont-elles conservées en vue de faciliter de futures opérations?
 - f) Comment les informations ont-elles été communiquées au personnel d'intervention (pilotes, personnel d'épandage des pesticides, surveillants des opérations, etc.)?
 - g) Les zones d'épandage sont-elles correctement délimitées par des fanions ou par d'autres moyens appropriés?
 - h) En cas d'épandage aérien, limite-t-on les risques de dérive des pesticides sous l'effet du vent en opérant à des heures plus propices que d'autres (tôt le matin, par exemple)?
 - i) D'où proviennent les informations sur l'emplacement des espèces à traiter? Ces informations sont-elles fiables? Ont-elles été vérifiées?
6. Les aéronefs utilisés aux travaux d'épandage sont-ils d'un type agréé? Des pilotes brevetés ou qualifiés sont-ils utilisés pour ces opérations? Il faut utiliser le plus petit aéronef convenant aux travaux à mener afin de limiter les risques de débordement de la zone d'épandage et d'appliquer les pesticides avec un maximum de précision pour respecter les périmètres de sécurité prévus en 5.
 7. Le personnel en contact avec les pesticides (c'est-à-dire sérieusement exposé) est-il soumis à des dosages de cholinestérase destinés à s'assurer qu'ils n'ont pas été trop exposés aux pesticides? Le personnel de santé de la zone d'opération a-t-il été sensibilisé aux risques d'empoisonnement par les pesticides et a-t-il été formé à en reconnaître les symptômes et à les traiter?
 8. Prend-on des précautions pour éviter le déversement de pesticides dans les nappes d'eau naturelles? Les opérations de nettoyage du matériel d'épandage de pesticides se préoccupent-elles également de préserver ces nappes d'eaux? Dans les zones sablonneuses ou près des zones très pentues, ces opérations peuvent présenter des risques pour les fleuves, les autres cours d'eau et les eaux souterraines qui servent de sources d'eau potable et d'habitat aux organismes aquatiques.
 9. L'élimination des conteneurs de pesticides s'effectue-t-elle correctement (Overholt et Castleton 1990)? Ecrase-t-on et perce-t-on les fûts pour empêcher qu'ils ne servent à stocker de l'eau potable ou des aliments?

10. Les conteneurs de pesticides sont-ils convenablement stockés pour éviter qu'ils se renversent ou qu'ils fuient? Les Missions sont-elles averties des stocks de pesticides à éliminer? A-t-on déterminé la meilleure méthode d'élimination des pesticides, en considérant qu'elle doit être efficace, pratique, peu coûteuse, sans risque pour la santé et l'environnement? (Peser le danger de conserver des pesticides en regard des retombées éventuelles des techniques d'élimination de ces produits.)

2.6 Point 4: Quels sont les impacts écologiques envisageables ?

2.6.1 Critères écologiques

Il est absolument essentiel d'évaluer et de surveiller l'impact des pesticides sur des ressources naturelles vulnérables, sensibles ou dans un état critique. Il faut prendre conscience de la nécessité de sauvegarder la diversité biologique, d'éviter les changements écologiques, les effets possibles des pesticides sur les ennemis naturels des locustes et des sauteriaux et toutes autres conséquences résultant de l'emploi de ces produits et pouvant diminuer les bénéfiques que l'on en attend. Les critères écologiques doivent considérer l'impact éventuel sur les ressources naturelles de l'utilisation des pesticides ainsi que la sélectivité de ces produits par rapport à la flore et à la faune.

2.6.2 Impacts sur les organismes vivants non visés

Peu d'études se sont intéressées à l'impact des pesticides sur la santé de l'homme et sur l'environnement naturel. L'étude la plus complète sur l'impact des pesticides est une étude faite au Soudan en 1987 (Dynamac, 1988) sur l'efficacité et l'impact sur l'environnement de six pesticides communément utilisés. La méthodologie de l'étude menée au Soudan a été largement critiquée. Une étude pilote a été réalisée récemment au Sénégal par la FAO (Evert, 1990), suivie par un programme triennal de recherche écotoxicologique (LOCUSTOX).

L'étude réalisée au Sénégal, une des études les plus complètes à ce jour, a entrepris de mesurer l'incidence sur les organismes non visés des acaricides. Les arthropodes terrestres et les animaux aquatiques (en particulier les crustacés), ont beaucoup souffert et les effets de ces insecticides sur les locustes ont été observés dans certains cas. Matteson (1991) soutient que ces séries d'expériences ne sont pas non plus représentatives des conditions naturelles car elles ont insuffisamment pris en compte les effets des parcelles expérimentales qui peuvent être facilement repeuplées à partir des zones non traitées.

L'Afrique est sensibilisée aux problèmes d'environnement, mais ce sont principalement les effets préjudiciables pour l'homme et, à un moindre degré, pour les troupeaux, qui retiennent aujourd'hui son attention. Le souci du bien-être d'autres organismes vivants, particulièrement s'ils ne présentent aucune importance économique immédiatement apparente, ne fait pas partie de l'héritage culturel des africains. L'éducation du personnel des services de protection des cultures, des fonctionnaires de l'Administration et du grand public changera cet état d'esprit, mais ce changement d'attitude vis-à-vis de l'environnement demandera du temps.

Aucun des pays considérés ne fait part d'une surveillance systématique de l'impact des pulvérisations de pesticides sur le biote des zones traitées contre les locustes et les sauteriaux. Sauf au Sénégal, les services nationaux de protection des cultures ne disposent ni du personnel qualifié, ni des infrastructures nécessaires à la préparation, à la conservation et à l'analyse d'échantillons. Le Soudan a beaucoup de moyens à sa disposition, mais il ne peut utiliser ses installations, faute de substances chimiques et de produits de base et du fait que l'utilisation de ses appareils est contrariée par les coupures de courant résultant d'une distribution électrique très peu fiable.

2.6.3 Vulnérabilité des ressources et ressources en péril

Les évaluations de l'environnement doivent se concentrer sur les dangers qui menacent les écosystèmes africains. Ces dangers sont examinés ci-après. Le Rapport d'Evaluation de l'Environnement (PEA) expose la vulnérabilité de plusieurs types d'habitats (Tableau 2). Le coût de la protection de ces ressources a été examiné au sous-chapitre 1.3.

2.6.3.1 Végétation et faune sauvage

Les principales formations végétales peuvent être définies comme suit: 1) la forêt, avec ses arbres altitudinaux et édaphiques tels que les forêts des montagnes, des marais, des mangroves et les forêts de bambous; 2) les fourrés; 3) les formations mixtes forêt et prairies, telles que les terres boisées, les savanes et les steppes arborées et arbustives; 4) les prairies, telles que les savanes et les steppes herbues; 5) la végétation désertique et semi-désertique; 6) la végétation nilotique.

Dans toute l'Afrique, les principales formations végétales ne sont pas figées. En Afrique de l'Ouest, par exemple, les terres forestières intégrées dans le cycle de culture itinérante vont, après avoir été cultivées, passer successivement de l'état de jachère broussailleuse et arbustive à celui de terres boisées puis de forêt secondaire avant de retourner à l'état de forêt naturelle en l'espace d'une vingtaine d'années. Avec le raccourcissement de la période de jachère, la végétation ligneuse ne se reconstitue pas. Les opérations de défrichage du sol, destinées à la production de bois ou à l'introduction de nouveaux modes de culture entraînent également des changements. Si on considère l'avenir, il est évident que le déboisement se poursuivra et que la forêt et les terres boisées seront reconverties à la culture et à d'autres usages. A l'heure actuelle, le rythme annuel de déforestation est de 3,7 millions d'hectares.

En Afrique, la répartition de la végétation est étroitement liée aux conditions climatiques et elle est modifiée par la topographie et les conditions du sol. La végétation de l'Afrique a été en grande partie perturbée, souvent sévèrement, par l'homme. Elle est, cependant, source de nourriture, de fourrage, de combustible et de matériaux de construction, elle protège le sol de l'érosion et l'aide à recouvrer sa fertilité. L'utilisation et la conservation de la végétation sont donc les éléments essentiels de toute stratégie visant à accroître la production agricole de l'Afrique.

Bon nombre des espèces sauvages animales de l'Afrique sont familières parce qu'elles sont spectaculaires ou qu'elles ont été souvent photographiées et popularisées. Il est toutefois important d'avoir conscience du fait que les différents habitats de l'Afrique abritent bien davantage d'espèces animales sauvages moins spectaculaires, qui comprennent des communautés soigneusement équilibrées. Par exemple, la plaine du Serengeti, en Tanzanie, est connue pour la variété de la faune sauvage qu'elle abrite (de nombreuses espèces, en forte concentration). Des troupes de 20 à 30 lions n'y sont pas rares. Des milliers de gazelles et des millions de gnous la parcourent. Cependant, la biomasse de tous ces mammifères n'égale pas celle de tous les insectes, invisibles pour la plupart, qui peuplent les plaines.

Les différents habitats sont caractérisés par différentes communautés d'animaux sauvages. Dans les vastes savanes et prairies d'Afrique, l'extraordinaire variété de la faune sauvage est visible (contrairement à ce qui caractérise les forêts). Les zones de prairie devraient cependant se réduire davantage du fait des dégradations qu'elles subissent que de celui de leur reconversion en terres agricoles.

La végétation naturelle fournit un habitat à des espèces animales nombreuses et variées. Celles-ci constituent un vaste ensemble de ressources animales qui peuvent être énumérées comme suit, sans que cette liste soit limitative:

1. La faune sauvage (petits mammifères, oiseaux et invertébrés et espèces plus grandes) contribue à fournir une bonne partie de la ration protéique de certaines populations locales: jusqu'à 66% dans les zones rurales du Botswana, 70% au Libéria et 75% au Ghana.
2. Par rapport aux animaux domestiques, les mammifères sauvages sont de bien plus efficaces convertisseurs de la végétation naturelle en viande, ils sont mieux adaptés aux conditions de leur environnement, ont une meilleure résistance aux maladies et exigent moins de soins. On s'intéresse donc aux méthodes permettant une exploitation plus efficace de ces mammifères. Sous cet aspect, la reproduction à des fins alimentaires de petits rongeurs offre des possibilités.
3. Les parcs nationaux et la faune sauvage attirent les touristes, ce qui assure à certains pays d'importantes rentrées de devises et offre de semblables perspectives à beaucoup d'autres.

TABLEAU 2: VULNERABILITE DES ZONES D'AFRIQUE

Habitat/Zone	Problèmes et remarques
Déserts, prairies et zones semi-arides à la floraison	Pollinisateurs actifs, multiplication de la faune et de l'avifaune. Traitements chimiques pendant la brève période humide, quand le biote est actif et en phase de reproduction. Toutes les zones semi-arides fragiles, de simples écosystèmes avec relativement peu d'espèces. Zones déjà agressées par l'érosion, la désertification, le déboisement et le surpâturage.
Lacs et marécages intermittents	Espèces de poissons annuelles, rassemblements d'oiseaux.
Terres agricoles saisonnières (culture pluviale)	Pollinisateurs et populations d'oiseaux.
Cours d'eau, lacs et marais permanents	Pollinisateurs, importants sur cultures irriguées, grandes pêcheries, populations d'oiseaux. Culture à ras des terres inondées d'où pas de périmètre de sécurité s'il faut traiter les cultures. Sites spécifiques sur le Nil Bleu, le Niger, le Sénégal.
Rizières	Oiseaux et poissons.
Marais intérieurs permanents (Delta intérieur du Niger et zones humides du Lac Tchad)	Oiseaux et poissons.
Réserves d'animaux sauvages et zones protégées	Principal habitat des sauteriaux. Conflits d'intérêts entre espèces en voie de disparition, zones protégées et lutte antiacridienne.
Présence de l'homme	Nomades et troupeaux sur les pâturages; l'homme mange les sauterelles; puits peu profonds dans les oasis du désert et des zones semi-arides.

SOURCES: TAMS consultants, Inc., Mars 1989, *Lutte antiacridienne en Afrique et en Asie*.

4. Les animaux constituent une des composantes essentielles de l'environnement africain et jouent un rôle considérable dans les processus écologiques. Sans la faune de tous les habitats d'Afrique, ces processus s'interrompent, entraînant des myriades de retombées néfastes aux écosystèmes, dont la perturbation de la diversité biologique.
5. Les oiseaux dont les migrations passent par l'Afrique, et qui utilisent les ressources de cette dernière, ont une importance particulière; ils risquent d'être affectés par les pesticides étant donné que les zones d'invasion des locustes sont quelquefois placées sur les grandes voies de migration Europe/Afrique (se reporter aux Figures 2 et 3).

La faune sauvage est en danger, précisément parce qu'elle est sauvage et qu'il n'est pas possible de la maintenir hors des zones d'épandage. Le danger menace plus particulièrement les oiseaux insectivores et prédateurs ainsi que les oiseaux migrateurs. L'impact des insectes sur l'avifaune a fait l'objet d'une étude dans la zone Nara/Dilly, au Mali (Dynamac, 1987). L'USAID et la FAO ont mené des études complémentaires au Sénégal (Keith et Mullie, 1990; Evert et al, 1990), destinées à évaluer les effets, sur les oiseaux et les invertébrés, des traitements insecticides appliqués pendant la campagne de lutte contre les locustes. On dispose de peu de données sur les autres organismes vivants aussi est-il impossible de prévoir

lequel d'entre eux serait éventuellement menacé par des applications de pesticides dans une zone traitée. Les dangers que les opérations de lutte contre les locustes et les sauteriaux (utilisant des pesticides agréés par l'USAID) risquent de faire courir à certaines espèces des plus rares sont vraisemblablement bien moins graves que la destruction progressive de leur habitat par l'extension des cultures, le déboisement, le surpâturage et la désertification.

2.6.3.2 Ressources aquatiques

L'hydrologie du continent africain est dominée par quatre grands bassins fluviaux: les bassins du Nil, du Zaïre, du Niger et du Zambèze. La plupart des cours d'eau africains sont relativement stables, et ils sont associés à de très vastes zones humides, sous forme de plaines alluviales, de marais et de lacs, toutes considérées comme des habitats sensibles. En règle générale, l'Afrique dispose de moins d'eaux de surface par unité de surface, d'un taux d'évaporation plus élevé et (conséquence des deux premiers facteurs) d'un plus faible taux d'écoulement dans la mer par unité de surface que les autres grandes régions du monde.

Le continent africain possède une large variété de nappes d'eau, à savoir des lacs, des cours d'eau, des retenues, des plaines alluviales, des lagunes, des estuaires, des mangroves, ainsi que de petits plans d'eau naturels ou artificiels qui accueillent des pêcheries plus un nombre croissant d'activités d'aquaculture. Ces nappes d'eau totalisent plus de 450.000 kilomètres carré, soit environ 2% du total de la superficie du continent (TAMS, 1989).

Les caractéristiques limnologiques des eaux africaines varient considérablement, de même que leur productivité, par conséquent, mais presque toutes, sauf les lacs très alcalins de la vallée du Rift, permettent l'implantation d'activités de pêche commerciale ou de subsistance. En Afrique, les pêcheries ont une très grande importance économique et sociale car elles sont source d'emplois et de revenus, de nourriture ou de devises, dans différentes proportions selon le type de pêche. Pour une demi-douzaine de pays, le poisson représente plus de 10% de la totalité des ressources en protéines et, pour environ une douzaine de pays, la consommation de poisson égale ou dépasse la consommation de viande. L'importance du poisson dans le mode d'alimentation de nombreux pays africains est d'autant plus grande qu'il aide à pallier le déséquilibre protéo-calorique de base résultant d'une alimentation largement fondée sur la consommation de céréales ou de racines amyloacées. Dans les régions où le poisson est un des éléments essentiels du mode d'alimentation de la population, les pêcheries à l'intérieur du pays fournissent une large part de l'approvisionnement total en poisson. Les lacs et les retenues assurent environ 50% de la production de poissons d'eau douce et la construction de nouveaux barrages élève tous les ans ce pourcentage.

2.6.3.3 Ressources animales

Arthropodes utiles

On peut principalement classer sous l'appellation d'arthropodes utiles les arthropodes ayant une importance économique et ceux présentant un intérêt écologique. Les abeilles, par exemple, se rangent dans la première catégorie car elles servent à la production de miel et à la pollinisation d'espèces végétales commerciales (telles que les arbres fruitiers). Comme exemple d'organismes présentant un intérêt écologique, on peut retenir les insectes jouant un rôle important dans les réseaux trophiques des écosystèmes locaux, ou les insectes participant à la préservation de la qualité des sols.

Quant aux sauteriaux, il convient de considérer plus attentivement l'impact des pesticides à différentes phases de la lutte antiacridienne. Les opérations en début de saison sont focalisées sur des populations larvaires très concentrées aussi, si elles sont efficaces, il est possible de réduire radicalement les quantités de pesticides nécessaires aux phases ultérieures. La deuxième phase de lutte est lancée plus tard dans la saison, quand les populations acridiennes sont dispersées sur de plus vastes zones. La troisième phase démarre quand les populations acridiennes sont encore plus largement dispersées. Les traitements effectués après cette période ont quelquefois pour objet de tenter de réduire le nombre des femelles avant la ponte. Les résultats de récents travaux sur le terrain, au Sénégal, semblent indiquer que les traitements effectués tard dans la saison pourraient, virtuellement, augmenter le nombre des sauteriaux des années suivantes, leur

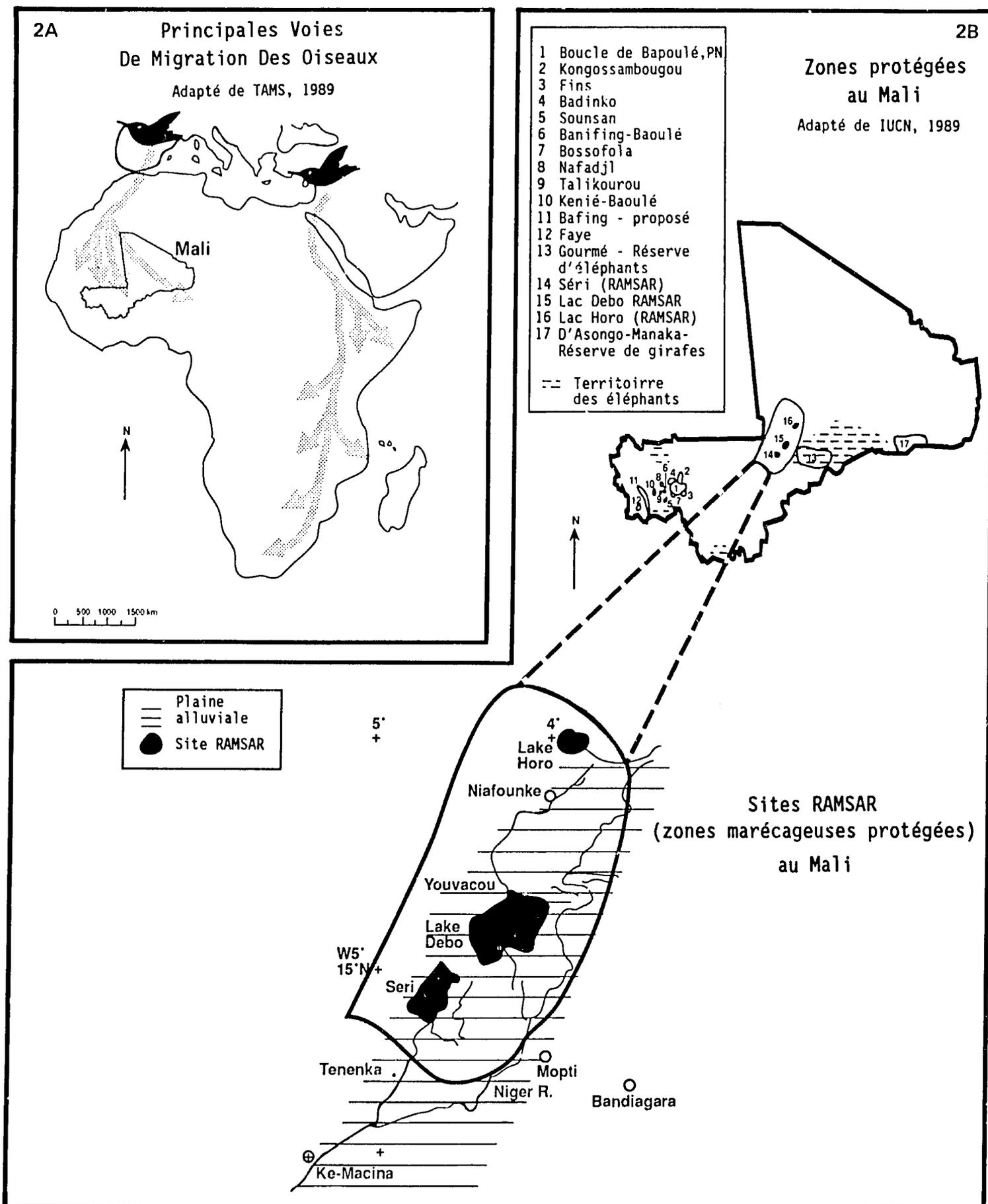
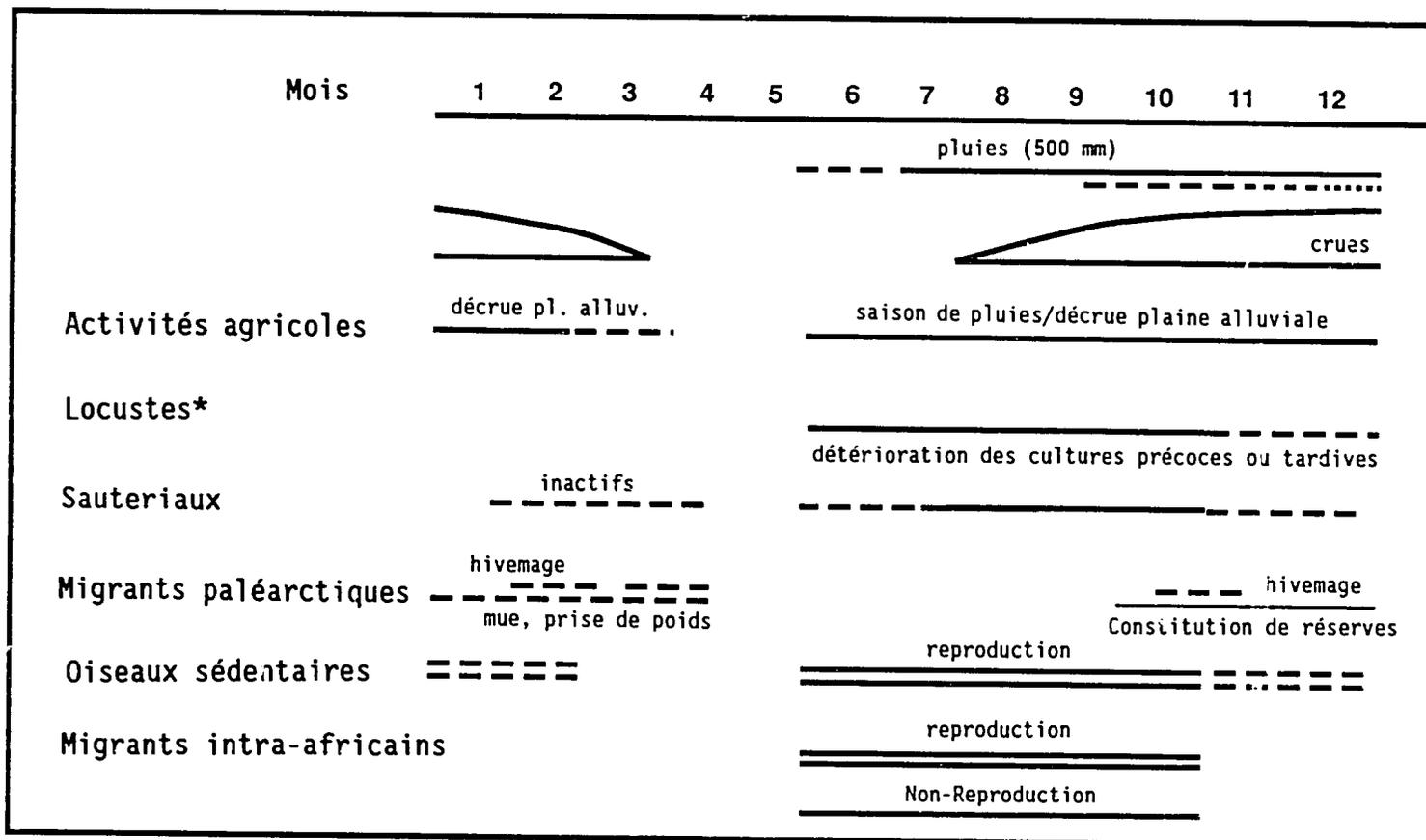


Figure 2. Exemples de ressources biologiques pour lesquelles l'emploi de pesticides représente un risque potentiel.



* Non présents dans les zones cultivées durant les périodes de rémission

Figure 3. Caractéristiques du cycle de vie des oiseaux, des locustes et des sauteriaux de l'Ouest africain suivant les activités agricoles saisonnières et le pluviométrie.

mortalité diminuant du fait de la réduction du nombre de leurs ennemis naturels.(Evert, 1990) De tels sujets ont besoin d'être approfondis car ils sont d'une extrême importance dans la perspective de la lutte intégrée contre les ravageurs (IPM).

Troupeaux et pâturages

On dispose de peu de preuves de problèmes causés aux troupeaux par l'emploi de pesticides. Des mesures palliatives (énumérées ci-après) peuvent limiter les risques menaçant la branche importante de l'économie nationale qu'est l'élevage. Sa protection sera mieux assurée dès la mise en pratique des mesures d'annonce à la population des campagnes de lutte antiacriidienne. Comme il se peut que des nomades fassent paître leurs troupeaux sur des terres de parcours traitées aux pesticides, il est important de trouver comment faire pour écarter les troupeaux des zones traitées pendant la période suivant une telle opération.

2.6.4 Habitats protégés et sensibles

Les zones protégées sont celles qui, de par la loi, un décret ou la pratique, sont considérées comme revêtant une importance particulière pour le pays (Figure 4). Elles doivent englober, sans que cette énumération soit limitative, les parcs nationaux et les réserves d'animaux, qui sont destinés à la préservation des espèces menacées et en voie de disparition. Les habitats sensibles comprennent des zones terrestres et aquatiques (eau douce et eau salée). Dans les pays africains, les hommes empiètent sur les habitats les plus protégés et les plus sensibles, souvent de façon considérable. Les pays africains y imposent certaines restrictions aux activités humaines (telles que la chasse), mais n'y interdisent pas l'habitat humain (y compris l'agriculture) comme cela se fait dans les parcs nationaux des pays développés. Les effets cumulés de la désertification, de la sécheresse, de l'afflux de réfugiés et des guerres, ont de sérieuses conséquences négatives sur les zones protégées, qui ne sont souvent protégées que sur le papier. Il est impératif d'empêcher toute nouvelle agression de ces zones. Dans le cadre de leurs actions de lutte contre les locustes et les sauteriaux, les Missions de l'USAID doivent considérer que leur premier objectif est d'empêcher de telles agressions, aussi, en coordonnant leurs efforts avec ceux des autres organismes donateurs, elles doivent chercher à apprendre et à aider les organismes gouvernementaux des différents pays à atteindre leurs objectifs en matière de protection de l'environnement.

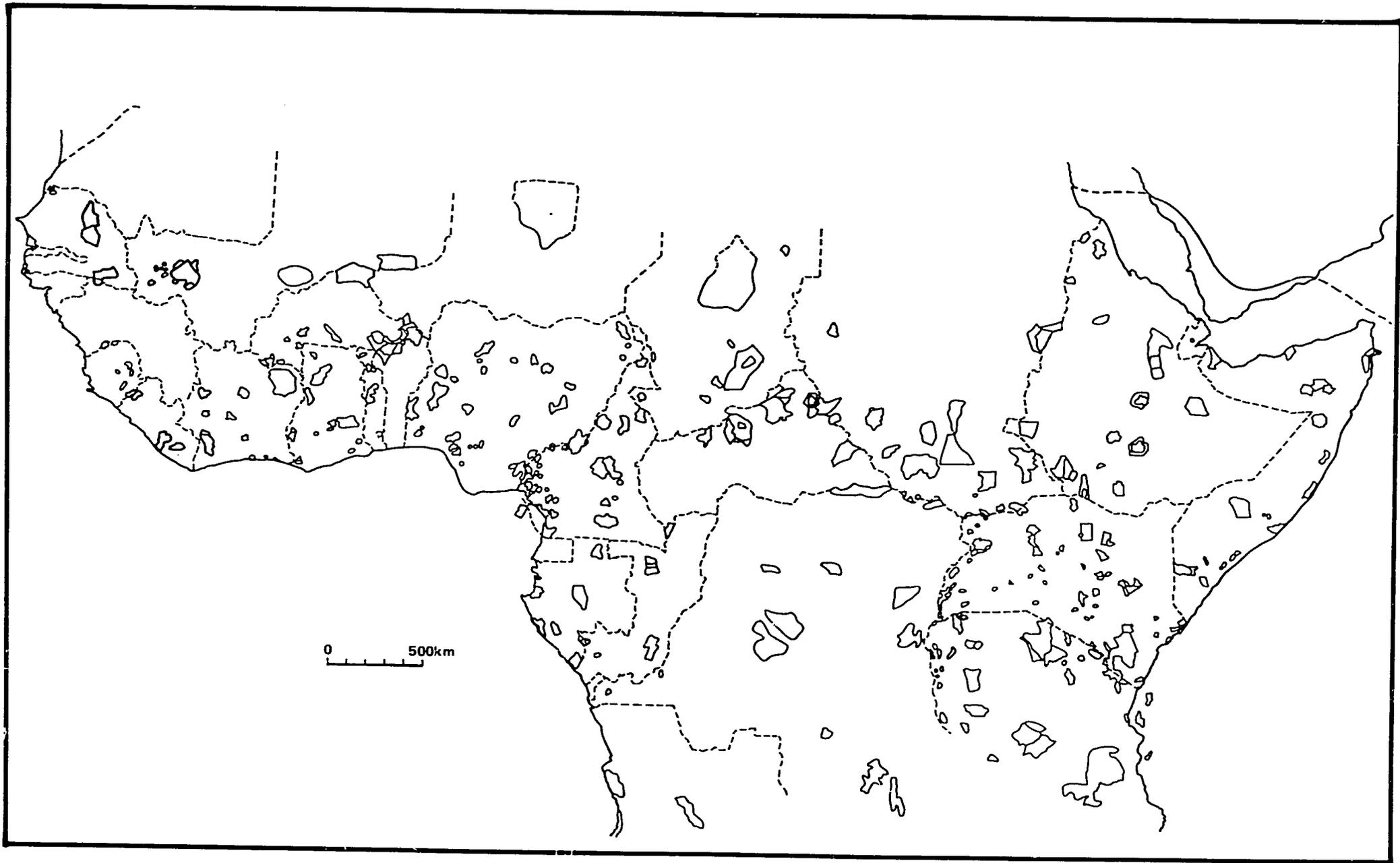
Les zones aquatiques sont particulièrement sensibles car elles englobent souvent de vastes superficies, dont des bassins versants. Les lacs, les fleuves et leurs affluents en font partie, bien entendu, mais il existe un autre type de milieu aquatique, les terrains marécageux. Ce dernier milieu est souvent le site privilégié des oiseaux migrateurs. Les populations de locustes et de sauteriaux peuvent se reproduire dans de tels habitats ou à leur périphérie. Les habitats terrestres englobent de vastes étendues de prairie, souvent sans aucune population humaine, à l'exception de la présence de nomades et de leurs troupeaux.

2.6.4.1 Zones terrestres

Afin de préserver les parcs naturels, les réserves cynégétiques et les zones similaires, il faut se préoccuper tout particulièrement de les protéger de l'impact des pesticides. Mais quand les réserves cynégétiques sont envahies par les locustes, il faut trouver des compromis et autoriser par exemple l'utilisation de sacs poudreux et des épandages terrestres garantissant l'application des pesticides avec la meilleure précision possible.

2.6.4.2 Eaux de surface permanentes

Le bassin du lac Tchad est un exemple de vaste plan d'eau multinational permanent. La culture s'est emparée des terres longeant ses nombreux tributaires et la pêche se pratique sur les cours d'eau et sur le lac lui-même. Cette zone très variée comporte également des terrains marécageux qui constituent un autre habitat particulier, tout spécialement pour les oiseaux. Sans une action concertée de tous les pays partageant ce bassin (le Tchad, le Niger, le Nigéria et le Cameroun), toute opération de lutte préventive serait vaine et des zones sensibles pourraient être détériorées ou détruites, avec des retombées considérables pour le biote



**Figure 4. Zones protégées du nord de l'Afrique sub-saharienne.
Adapté du rapport IUCN, 1986**

et pour les hommes qui dépendent de la productivité du lac. La Commission du Bassin Classique du Lac Tchad (CBLT) offre un mécanisme régional de réaction et d'accord face à toutes les opérations recourant à l'usage de pesticides (et non pas seulement pour la lutte contre les locustes et les sauteriaux). Cette Commission, assistée des Missions respectives de l'USAID et des autres organismes donateurs, pourrait élaborer et mettre en application les directives et pratiques constructives des Services nationaux de Protection des Cultures et pourrait organiser un vaste effort d'éducation de l'ensemble de la population.

Un deuxième exemple nous est fourni par le réseau hydrographique soudanais, entre les deux principales branches du Nil (le Nil Bleu et le Nil Blanc). Des barrages sur ces deux branches et sur le Grand Nil ont perturbé les mécanismes de reconstitution naturelle de la flore aquatique, ce qui amplifie l'impact écologique de toutes les interventions néfastes à l'environnement. Il convient donc de considérer avec la plus extrême attention le choix et l'utilisation des pesticides à proximité de ces cours d'eau. Malheureusement, l'agriculture utilise davantage de pesticides et d'insecticides que la lutte contre les locustes et les sauteriaux. On en fait un grand usage dans les zones de culture irriguée du coton et de culture mécanisée, et ces produits rejoignent finalement le Nil. De plus, de grandes quantités de pesticides sont utilisées pour la lutte contre le quélea. Tout dernièrement encore, la croissance démesurée des jacinthes d'eau était combattue par des herbicides. L'introduction de trois espèces de charançons semble avoir été très efficace et l'usage des herbicides a chuté brutalement (fournissant un exemple de lutte par des procédés non chimiques, une méthode que l'on souhaiterait voir adoptée pour les actions contre les locustes et les sauteriaux).

Citons, comme dernier exemple d'habitat sensible, le delta intérieur du Niger (au Mali). A cheval sur les zones sahéenne et soudanienne, le delta intérieur du Niger est, de par sa géomorphologie, une région biologiquement et géographiquement unique. En fait, sans perturber les cycles climatiques de son environnement, le delta intérieur a, pour ainsi dire, "créé une ambiance atmosphérique originale". Le delta du Niger, situé au coeur du Sahel, autorise la présence d'espèces rencontrées normalement bien plus au sud. Les oiseaux se rassemblent par millions dans la zone d'inondation. Les oiseaux migrateurs viennent y passer l'hiver, puis la quittent au mois de mars pour l'hémisphère Nord. La zone d'inondation est également le lieu de rassemblement de nombreuses espèces éthiopiennes qui s'y reproduisent entre deux migrations. La protection et la gestion de ces oiseaux est l'un des objectifs du projet intitulé "Préservation de l'Environnement du Delta Intérieur du Niger".

2.6.4.3 Plans d'eau intermittents

Bien qu'ils soient à sec une bonne partie de l'année, les oueds et les voies d'écoulement des eaux dans les tributaires sont indispensables à la survie dans le désert des mammifères, des oiseaux et des arthropodes car, pour bon nombre de ces créatures, ce sont les seuls abris et les seules sources de nourriture dans cette zone. Les mares pouvant subsister dans le lit des plus grands cours d'eau sont utilisées par de nombreux oiseaux graminivores et par d'autres animaux sauvages. Comme beaucoup de ces habitats sont situés dans le désert et qu'ils sont la seule source d'eau disponible, ils sont des plus importants. Par conséquent, même dans les zones désertiques, il est particulièrement indispensable de ne pas polluer par des pesticides ces plans d'eau intermittents.

CHAPITRE 3

PRINCIPALES CONSIDERATIONS TECHNIQUES INFLUANT SUR L'ORIENTATION DES PROGRAMMES

3.0 Point III: Implications des orientations des programmes en réponse aux problèmes d'environnement

L'application des informations techniques contenues dans les programmes de lutte contre les locustes et les sauteriaux va réduire encore les dangers pour l'environnement des programmes d'assistance. L'assistance technique auparavant fournie par l'USAID et les organismes donateurs d'autres pays impliquait l'usage intensif d'insecticides ayant des effets potentiels préjudiciables à l'environnement, et particulièrement aux oiseaux et aux invertébrés aquatiques. Le présent chapitre souligne les efforts faits par l'USAID pour déterminer dans quelle mesure les insecticides étaient dangereux et pour définir des méthodes de prévention ou d'atténuation de ces dangers, ces efforts pouvant servir aux futurs programmes de lutte contre les acridiens. Chaque Mission de l'USAID dispose aujourd'hui d'un conseiller en environnement aidant à la mise sur pied des programmes de lutte. Le Guide des opérations de lutte antiacridienne de l'USAID (Locust/Grasshopper Management Operations Guidebook [AID 1989d]) fournit des instructions détaillées en la matière.

3.1 Biologie et migrations des locustes et des sauteriaux

Parmi les principales espèces de locustes et de sauteriaux présentées au Tableau 3, le criquet pèlerin est celui qui possède les plus grandes capacités de destruction des cultures. (bien qu'un vaste débat ait lieu sur l'étendue réelle de ses destructions [voir plus loin]). Cette espèce est capable d'envahir 29 millions de kilomètres carré, un territoire portant sur 65 pays et englobant 10 pour cent de la population mondiale.

Au cours des trente dernières années, les recherches ont permis de mieux comprendre les raisons des déplacements et de la dispersion des criquets (Popov, 1988, 1991; Steedman, 1988). Dans le nord et le nord-ouest de l'Afrique, les essaims du criquet pèlerin se déplacent généralement de l'est vers l'ouest au nord de la zone de convergence intertropicale des alizés (voir plus loin) et de l'ouest vers l'est au sud de cette même zone. En général, les aires de reproduction estivale sont situées dans les pays du Sahel et les principales migrations des essaims du criquet pèlerin qui se sont constitués sur ces aires suivent des axes est-ouest, sud-nord et sud-ouest-nord-est. Les aires de reproduction hivernale sont situées dans les pays du Maghreb. Les principales migrations des essaims suivent alors des axes nord-sud et nord-ouest-sud-est. Au printemps, la reproduction se produit dans les pays du Maghreb et les migrations des essaims de criquets qui en résultent prennent principalement des directions nord-sud et nord-ouest-sud-est. En hiver, la reproduction peut avoir lieu en Mauritanie, au Mali, en Algérie et au Niger. Les aires de reproduction de l'Afrique Orientale (le nord de la Somalie, la côte de la Mer Rouge en Ethiopie et au Soudan) sont importantes si on considère le grand nombre de générations qu'elles produisent annuellement.

Pendant les périodes de rémission, le criquet pèlerin vit et se reproduit en phase solitaire dans des zones du Sahel enregistrant une pluviométrie annuelle inférieure à 250 millimètres. Des populations peu denses y vivent de la végétation des oueds et des eaux de ruissellement des massifs montagneux. D'importants habitats présentant ces caractéristiques se trouvent au nord-est du Tchad (Tibesti et Ennedi), au point de rencontre des frontières du Mali, de l'Algérie et du Niger (Hoggar, Adrar des Iforas, Air), au sud et à l'ouest de la Mauritanie, à l'extrême ouest du Sahara algérien - à sa frontière avec le Maroc - et dans l'Hamada el Hamra, en Libye.

Il est plus difficile de déterminer les zones où se produit la grégarisation. En général, elles coïncident avec les zones déjà citées (Adrar des Iforas et Air), auxquelles s'ajoutent le Tamesna (Niger et Mali) et l'Adrar Soutouf (Maroc). Ces zones conviennent particulièrement bien à la formation des essaims car elles sont situées entre les zones de reproduction estivale du sud et les zones de reproduction hivernale du nord. Elles comportent également des territoires où les conditions d'humidité du sol sont particulièrement

**TABLEAU 3: PRINCIPALES ESPECES DE LOCUSTES ET DE SAUTERIAUX
GREGAIRES D'AFRIQUE ET DU MOYEN ORIENT**

Locustes

Criquet pèlerin <i>Schistocerca gregaria</i>	Cette espèce est potentiellement la plus dangereuse de par sa possibilité de propagation rapide sur de grandes distances. Deux à cinq générations par an.
Criquet migrateur <i>Locusta migratoria migratorioides</i>	Cette espèce peut également se répandre sur de vastes territoires. En période d'invasion, ce ravageur peut envahir pratiquement toute l'Afrique subsaharienne. Ses zones grégariques coincident avec les grandes plaines alluviales herbacées du cours moyen du Niger, du sud-sud-est du Lac Tchad, de Madagascar et du bassin du Nil Bleu au Soudan. Deux à quatre générations par an.
Criquet nomade <i>Nomadacris septemfasciata</i>	Cette espèce se rencontre dans l'est, l'ouest et le sud africain et à Madagascar. En période d'invasion, elle peut se répandre sur pratiquement toute l'Afrique au sud de l'Equateur. Une génération par an.
Criquet brun <i>Locustana pardalina</i>	Cette espèce se rencontre principalement en Afrique du Sud et dans le sud de la Namibie. Cependant, des essaims peuvent envahir les pays limitrophes du sud africain. Deux à quatre générations par an.
Criquet marocain <i>Docostaurus maroccanus</i>	Cette espèce se rencontre dans les zones arides au climat xérotique méditerranéen s'étendant du Maroc à l'ouest, au Proche Orient, à l'Asie Centrale soviétique, l'Iran et l'Afghanistan. Une génération par an.
Criquet arboricole <i>Anacridium melanorhodon</i>	En période d'invasion, cette espèce peut infester une zone au sud du Sahara s'étendant du Sénégal à l'ouest à la Somalie, la Tanzanie et l'Arabie Saoudite à l'est. En général, cependant, c'est uniquement au Soudan que ce ravageur est un problème car il défeuille l'acacia d'Arabie (Acacia senegal). Une génération par an.

Sauteriaux grégaires

Sauteriau ravageur du Sahel <i>Oedaleus senegalensis</i>	Cette espèce se rencontre sur une bande traversant l'Afrique au nord de l'Equateur (mais se dirigeant également vers le sud, jusqu'en Tanzanie), le Moyen Orient et l'Asie du Sud-Ouest. Deux à quatre générations par an.
Criquet fouisseur <i>Aiolopus Simulatrix</i>	Cette espèce s'étend du Sahel au Soudan et à l'Egypte, d'Asie du Sud-Ouest au Bangladesh, et au nord jusqu'au Tadjikistan soviétique. Les populations les plus abondantes se trouvent dans la vallée du Nil où elles sont considérées comme constituant la plus dangereuse des espèces de sauteriaux. Espèce à reproduction continue.
Criquet puant <i>Zonocerus variegatus</i>	Cette espèce affecte principalement les zones forestières de l'Afrique de l'Ouest mais elle peut aussi s'étendre au Soudan et à l'est africain. Elle est surtout un problème dans les clairières des zones forestières mais elle peut l'être aussi dans la savane. Une génération par an.

SOURCES: Adapté des rapports du US Congress (OTA) (1990), de TAMS (1989) et d'Uvarov (1977).

favorables aux locustes de par leur relief montagneux et leurs eaux de ruissellement. C'est à de tels phénomènes qu'on a dû faire face entre 1986 et 1989.

3.2 Liens entre l'environnement physique et climatique africain et les programmes de lutte contre les locustes et les sauteriaux

L'ensemble des zones de rémission et d'invasion des neuf principales espèces de locustes et de sauteriaux couvre pratiquement toute l'Afrique. Les régions climatiques de l'Afrique sont celles de l'hémisphère Nord, de la zone équatoriale et de l'hémisphère Sud. Ces grandes régions, combinées à la topographie de l'Afrique, constituent un environnement allant du désert à la forêt tropicale ombrophile humide et à des hauts reliefs connaissant le gel et la neige (FAO, 1986a).

Les déplacements des locustes et des sauteriaux sont affectés par plusieurs traits saillants de la géographie de l'Afrique. Au nord-ouest, les montagnes de l'Atlas marocain et de l'Atlas algérien jouent le rôle de barrière, face à la progression vers le nord-ouest des criquets pèlerins en périodes d'invasion. Si le temps se maintient au frais, les criquets restent au sud des montagnes. Au nord-ouest, les montagnes du nord de la Somalie poussent les criquets à l'ouest, vers la frontière de l'Éthiopie, et au sud, vers le désert de l'Ogaden et, de là, vers le Kenya. Ou bien, les criquets peuvent se diriger vers l'est, vers la corne de l'Afrique (le point le plus à l'est de la Somalie) et vers les régions sud de la Somalie et du Kenya. Les hautes terres du nord de l'Éthiopie (au Tigré et en Érythrée) ralentissent la migration des criquets vers les aires de reproduction de la côte de la mer Rouge. L'escarpement de l'Arabie Saoudite bordant le Tihamah et le Hedjaz empêche les migrations de criquets vers l'intérieur de l'Arabie Saoudite pendant les mois d'hiver. Les montagnes du Yémen et l'Hadramaout jouent le même rôle. Les montagnes du nord de l'Iran empêchent les criquets de se diriger vers les côtes de la Caspienne du nord de l'Iran et du sud de l'URSS, pendant les mois d'hiver. Ce qui est étonnant, c'est que le Sahara, les déserts d'Arabie, du Pakistan et du Rajasthan, en Inde, semblent ne pas faire obstacle aux migrations des criquets. Certains chercheurs soutiennent que les criquets ne peuvent voler jusqu'au Yémen et en direction de l'est qu'en cas de convergence intertropicale des alizés; ils assurent également que la direction du vent, dont dépendent les migrations de criquets, leur permet de traverser la mer Rouge pour gagner le Yémen (entretien personnel avec Cavin, 1987).

3.3 Influence de la météorologie

Le régime des précipitations détermine l'éclosion, les lieux de reproduction et les lieux de regroupement des locustes et des sauteriaux (TAMS, 1989). Dans le Sahel, les pluies commencent généralement en mai et se prolongent jusqu'en novembre, les premières pluies se produisant au sud et se déplaçant ensuite progressivement vers le nord. Les régions les plus au nord n'enregistrent que de faibles hauteurs de pluie, souvent inférieures à 50 millimètres. Dans les zones subsahariennes, le Moyen-Orient, le Maroc et l'Asie du sud, les précipitations sont comprises entre 50 et 200 millimètres, ce qui assure des zones de reproduction au criquet pèlerin. D'autres espèces (en particulier *Oedaleus senegalensis*) ont besoin de précipitations comprises entre 200 et 1000 millimètres aussi peuvent-elles se reproduire en Afrique de l'Ouest (de la Gambie au sud de la Mauritanie). De courtes pluies (une période de pluies hors saison en mars) et des tempêtes (en particulier des cyclones), au large de l'océan Indien sont associées aux régimes climatiques plus complexes de l'Afrique Orientale. Dans ces zones humides complexes, les schémas de reproduction sont plus compliqués. Enfin, certaines espèces de locustes, comme le criquet puant, préfèrent se reproduire pendant des périodes de l'année plus sèches.

Le Tibesti, l'Aïr, l'Adrar des Iforas et les montagnes du Hoggar, en Algérie, sont habituellement des zones humides du fait des fronts qui se forment dans la zone de convergence intertropicale des alizés. Ces zones constituent des aires de reproduction pour les locustes et d'importants habitats pour de nombreuses espèces.

La convergence intertropicale est animée en hiver d'un mouvement périodique du sud (aux abords de l'Équateur) vers le nord (régions sahariennes), ce qui crée des fronts climatiques, entraîne des pluies et engendre des vents violents. En général, les vents sont orientés vers les zones de basse pression associées à la convergence intertropicale. Au nord du front, les vents sont orientés sud-ouest, alors qu'au sud, ils sont

orientés nord-ouest. Le long du front, la direction des vents est généralement est/ouest, ce qui facilite le déplacement et l'orientation des locustes et sauteriaux.

Les populations acridiennes sont étroitement tributaires des pluies et de la température, croissant les années humides et décroissant pendant les périodes de sécheresse.

3.4 Prospection et surveillance

La solution préférée, la lutte préventive, implique la détection et le traitement des populations de locustes ou de sauteriaux sur leurs aires de rémission, quand un départ d'invasion est imminent. Cette solution exige, d'une part, la connaissance de tous les éléments indiquant l'imminence d'un départ d'invasion, c'est-à-dire un système de surveillance permettant de détecter les populations de locustes et de sauteriaux dont la densité atteint le seuil critique, et, d'autre part, la possibilité d'organiser efficacement un programme de lutte en des lieux précis. A l'heure actuelle, plusieurs techniques assurent un système de surveillance totale et efficace: la télédétection, la reconnaissance aérienne et la prospection terrestre. Chacune de ces techniques (décrites ci-après), impose la collecte, l'interprétation et la présentation minutieuses des données. L'USAID apporte son aide au financement de cette panoplie complète d'outils de surveillance, ainsi qu'à la formation nécessaire à l'amélioration de la qualité de la collecte et de l'analyse des données.

La télédétection fait appel à la photographie par satellite, convertie en "cartes de végétation" montrant les zones à couvert végétal pouvant constituer une source de nourriture pour les locustes ou les sauteriaux. La production de ces cartes de végétation a fait récemment l'objet d'un transfert de technologie du centre EROS, dans le Dakota du Sud, vers le centre AGRHYMET de Niamey, au Niger (Tappan et al. 1991). Pouvoir disposer de telles cartes d'origine africaine garantit que les utilisateurs de toutes les régions du Sahel pourront en avoir communication en temps opportun et à un prix raisonnable.

La reconnaissance aérienne associe souvent la télédétection et la prospection terrestre. Bien que les cartes de végétation servent à concentrer les opérations de prospection ultérieures sur les lieux les plus propices au développement de populations de locustes ou de sauteriaux, la superficie des pays africains et le petit nombre de personnes formées pour de telles opérations oblige chacune de ces personnes à couvrir de vastes territoires. Dans de nombreux cas, il faut donc absolument utiliser l'avion pour les missions de prospection terrestres, au moins pour gagner le site de travail, si ce n'est pour l'observer dans sa totalité.

La prospection terrestre est le pivot du système de surveillance. Aucune des technologies connues à ce jour ne peut remplacer l'identification des espèces par une personne qualifiée sur un terrain suspecté d'infestation. Cette personne doit pouvoir évaluer avec précision l'importance quantitative des différentes espèces, les distinguer les unes des autres et discerner leurs stades de développement (par exemple identifier les différentes espèces au stade larvaire). De plus, un des principaux éléments d'un bon système de surveillance, ce sont les enquêtes sur les oothèques, la détermination du nombre d'oeufs présents sur le site de reproduction, car cela permet de prévoir les infestations potentielles de la saison suivante.

3.5 Stratégies de lutte: Plans de campagne

3.5.1 Planification du prétraitement

3.5.1.1 Généralités

L'USAID préfère que les programmes de lutte contre les locustes et les sauteriaux soient planifiés bien à l'avance. L'une des exigences constantes des Rapports d'Evaluation Complémentaire de l'Environnement (SEA), c'est l'établissement de plans définissant les détails d'application avant toute intervention de l'USAID. Les plans de campagne assurent la protection de la santé de l'homme ainsi que celle de l'environnement, fournissent des informations sur les moyens et le personnel à affecter aux opérations et définissent les responsables des différents aspects de l'application des mesures décidées.

3.5.1.2 Prévision

Pour planifier les opérations de prétraitement, il faut recourir aux meilleures techniques prévisionnelles actuelles afin de déterminer les probabilités d'apparition de problèmes liés aux locustes et aux sauteriaux, il faut utiliser des cartes de végétation pour affecter correctement les moyens disponibles aux travaux de prospection sur le terrain et, en ce qui concerne le criquet sénégalais *Oedaleus*, il faut se servir des résultats des enquêtes menées sur les oothèques pour prévoir quelles seront les conditions de travail de la saison prochaine. Pour prendre des décisions en matière de traitement, on se fonde sur les travaux de prospection sur le terrain de personnes qualifiées, capables de distinguer les différentes espèces de locustes et de sauteriaux (et de savoir la différence de risque qu'elles font planer) et d'évaluer avec précision la baisse réelle de productivité agricole qu'une attaque de leur part représente.

3.5.1.3 Banques de pesticides

Les "banques" de pesticides découlent de la conclusion d'accords de partage d'un stock commun de substances chimiques entre des utilisateurs potentiels distincts, soit par le biais d'accords bilatéraux ou multilatéraux entre les utilisateurs eux-mêmes, soit par une centralisation de la "banque" au sein d'une organisation, telle que la FAO ou la Communauté Economique Européenne, ayant des responsabilités très étendues. Les banques de pesticides aident à éviter l'accumulation d'excédents de pesticides dans les pays africains en veillant à ce qu'un certain nombre d'utilisateurs potentiels disposent d'un centre d'approvisionnement approprié, pouvant fournir à brève échéance les produits nécessaires là où il a été déterminé et vérifié qu'on en avait besoin.

3.5.1.4 Prépositionnement des pesticides

Le prépositionnement des pesticides implique leur envoi, sur les sites où on en aura vraisemblablement besoin, avant la date d'utilisation prévue. Le prépositionnement des pesticides est essentiel au déclenchement au bon moment des opérations de lutte antiacridienne - en particulier du fait du mauvais état des routes dans certaines parties de l'Afrique à la saison des pluies (quand commence en général la lutte contre les locustes et les sauteriaux). Il entraîne des inconvénients tels qu'une élévation des risques potentiels pour l'homme, une mauvaise utilisation ou une perte de pesticides faute de bonnes conditions de stockage, et la péremption de certains pesticides du fait de la dispersion des lieux d'entreposage.

3.5.1.5 Conclusions sur la planification des opérations de prétraitement

L'USAID préconise vivement la planification et la préparation des opérations de prétraitement et, en particulier, la surveillance des populations d'espèces à problèmes, afin de prévoir les besoins futurs. Les locustes étant actuellement en phase de rémission, on n'a aucun besoin urgent de banques de pesticides ou de prépositionnement des pesticides comme ce la serait le cas en situation d'urgence. Les banques de pesticides et le prépositionnement concernent moins les programmes de lutte contre les sauteriaux.

L'USAID soutient à la fois les banques de pesticides et le prépositionnement des pesticides; il crée actuellement une banque de pesticides dans le cadre du Programme d'aide d'Urgence à l'Afrique contre les locustes et les sauteriaux (AELGA). Toutefois, l'USAID pense que les banques de pesticides et le prépositionnement des pesticides devraient tous deux faire l'objet de précautions. Les stocks de pesticides doivent être soigneusement gérés pour éviter leur péremption et il faut prendre soin de ne les disséminer que dans des lieux disposant d'installations d'entreposage convenables, afin de les protéger des intempéries et de ne pas mettre en péril la santé des populations et l'environnement.

3.5.2 Seuil économique

On appelle "seuil économique" le niveau des dégâts des ravageurs justifiant la prise de mesures de protection des végétaux. Deux termes fréquemment employés, quand des mesures de lutte sont envisagées, sont définis ci-après par Stern et al. (1959): 1) le niveau économiquement préjudiciable, qui est le seuil de densité à partir duquel les nuisibles peuvent causer un préjudice économique; 2) le seuil économique, qui est le montant du préjudice pouvant justifier le coût des opérations de lutte contre les nuisibles. En termes économiques, le niveau économiquement préjudiciable est le seuil critique à partir duquel le coût de toute

augmentation marginale des pertes quantitatives ou qualitatives des cultures est égal au coût des opérations de lutte permettant de mettre fin aux dégâts des nuisibles et aux pertes occasionnées aux cultures (Frisbie et al., 1989).

Pour déterminer le seuil économique d'une attaque d'insectes ravageurs ou d'autres nuisibles sur une culture, il faut pouvoir distinguer les différents niveaux d'infestation et connaître l'incidence de chaque niveau d'infestation sur la récolte (Stern, 1973). D'après Talpaz et Frisbie (1975), un seuil est une mesure dynamique pouvant varier suivant le niveau d'infestation, la valeur des cultures, le coût de la lutte contre les nuisibles, l'époque de sa détermination, etc.

Une méthode de détermination d'un seuil économique a été élaborée par Coop (1989 et 1991) qui a établi une corrélation entre la densité des sauteriaux et les pertes subies par les récoltes au Mali. Cinq sauteriaux et deux cantharides nuisibles au mil ont été enfermés, dans des cloches en nylon, sur des panicules de mil, afin de déterminer les dégâts relatifs causés au mil à l'état de grains laitoux par les sauteriaux et à l'état de la floraison par les cantharides. C'est au début et au milieu de la période où le mil est à l'état de grains laitoux que les dégâts causés par les sauteriaux ont été les plus considérables; les dégâts causés pendant les autres stades ont été moindres. Par contre, les cantharides n'ont pratiquement causé aucun dégât au mil en fleur. En se fondant sur cette évaluation, on a établi une formule et des méthodes de calcul par échantillonnage destinées à estimer les niveaux de préjudice économique.

On peut se demander si l'application d'un unique seuil économique à l'ensemble des petites exploitations agricoles est valable. Comme le note Farrington (1977), l'estimation de la densité des nuisibles et du rapport insecte nuisible/plante hôte, ainsi que le coût de la lutte contre les ravageurs, peuvent largement varier d'une exploitation à une autre et d'une saison à l'autre. Dans la petite agriculture, les surfaces exploitées sont généralement très limitées et on constate fréquemment des stades de croissance différents d'une parcelle à l'autre sur une faible superficie. Par conséquent, l'utilisation d'un seuil économique unique et d'un unique comptage des nuisibles est susceptible de conduire "certains exploitants agricoles à trop investir en moyens de lutte contre les nuisibles et certains autres à ne pas investir suffisamment, l'investissement économiquement optimal étant peut être le fait d'une minorité seulement". On a un besoin pressant d'un système de seuil flexible tel que celui adopté au Malawi dans la lutte contre les chenilles des capsules du coton (Beeden, 1972). Dans ce pays, on utilise le "pegboard", c'est-à-dire un outil de comptage consistant en une tablette de bois percée de trois rangées de trous. On déplace une cheville en bois dans chaque rangée pour enregistrer le nombre d'échantillons de plantes ainsi que pour compter les oeufs des deux principales espèces de chenilles nuisibles. On prend la décision de procéder à un épandage dès que les chevilles de comptage des oeufs franchissent la ligne qui, tracée sur le pegboard, représente le seuil critique. Ce dispositif aide les cultivateurs à faire leurs propres recommandations en matière d'emploi des insecticides et il n'exige pas de savoir lire ou écrire (Kumar, 1984).

Avec les locustes et les sauteriaux, l'analyse économique se concentre sur deux points. Premièrement, quelles actions autres que la mise en place de programmes de lutte contre les locustes et les sauteriaux pourraient-elles être menées? Deuxièmement, quand de tels programmes sont fournis, dans quelle mesure le total des moyens mis en oeuvre pour la réalisation de ces programmes efficaces et rentables de lutte contre les locustes et les sauteriaux correspond-t-il au désir de tels services?

Manifestement, l'ensemble de la question mérite d'être examinée en détail. Dans un rapport d'ensemble, mais préliminaire, du FEWS (Famine Early Warning System), (1987), les meilleures données disponibles ont été examinées. Environ 3,8 millions d'hectares ont été traités dans le Sahel pour un coût de 41,7 millions de dollars. La valeur de la production de la zone concernée a été évaluée à 78 millions de dollars, mais, de toute façon, 31,9 millions de dollars de cette production avaient été perdus. Ainsi, un investissement de 41,7 millions de dollars a-t-il permis de sauver une production valant 46,1 millions de dollars, soit un rapport bénéfices/coûts de 1,1. Dans l'examen détaillé, par l'USAID, du programme à moyen terme (TR&D 1989), ces conclusions ont été examinées de plus près. Si l'une des hypothèses du FEWS - que les nuisibles, si on ne faisait rien contre eux, auraient menacé d'autres productions - avait conduit à traiter des superficies dix pour cent plus grandes, le rapport bénéfices/coûts serait passé à 1,3.

En ce qui concerne les différents niveaux d'intervention entre lesquels il faut choisir dans le cadre du programme actuel, l'USAID (1987a) et TAMS (1989) ont défini une suite continue de niveaux

d'intervention allant du niveau zéro (pas d'intervention) à des niveaux plus élevés que ceux retenus actuellement. L'absence d'intervention est inacceptable parce que le public américain désire aider l'Afrique en cas de situation d'urgence et parce que, de l'avis des experts en matière de lutte contre les nuisibles, les populations de locustes et de sauteriaux atteindraient rapidement des niveaux incontrôlables si on ne les traitait pas. D'autres programmes, tels que des programmes d'aide alimentaire aux cultivateurs sinistrés ou d'envoi de fonds, par l'intermédiaire de la FAO ou d'un autre organisme, ont été rejetés car jugés impraticables et inefficaces. La limitation stricte des traitements aux zones de culture infestées a aussi été rejetée par les Etats-Unis et la Communauté européenne qui ont considéré qu'une telle conception était insatisfaisante. L'USAID se montre également peu disposé à engager des programmes soutenant le développement institutionnel de services nationaux de protection des végétaux en raison de leur manque de succès passé et de l'impossibilité pour les pays hôtes de régler les dépenses de fonctionnement correspondantes.

Il a été posé en postulat qu'en termes économiques, il n'y a pas de "marché" isolé ou indépendant des locustes et des sauteriaux (FEWS 1987). Par contre, il existe un marché où une multitude de demandes d'aide étrangère au développement économique, des plus hétéroclites, de la part des pays hôtes africains, se disputent la priorité, avec toutes les incidences politiques, sociales et économiques qu'elles peuvent avoir. Par conséquent, on considère que s'adresser à un marché imaginaire des locustes et des sauteriaux reviendrait à lutter contre des réalités infondées et à ne pas s'attaquer au cycle vicieux des infestations de locustes et de sauteriaux.

L'analyse économique qu'impose toute prise de décision est gênée par le manque d'informations appropriées, par l'impossibilité d'évaluer correctement la valeur des éléments du programme et l'absence, pour l'analyse globale, de bases macroéconomiques solides.

3.5.3 Seuil d'intervention de l'USAID

Quand l'USAID participe à des programmes de lutte contre les locustes ou les sauteriaux, c'est généralement quand il faut affronter l'un des niveaux d'infestation suivants:

Niveau 0: On attend du programme de lutte contre les locustes ou les sauteriaux que le renforcement progressif du service de protection des cultures du pays hôte rende celui-ci plus à même de maintenir les locustes en phase de rémission et les sauteriaux à de faibles niveaux d'infestation sans intervention extérieure. Au niveau 0, seule une assistance technique non chimique sera fournie. L'USAID est tenu de continuer à offrir son aide à ce niveau.

Niveau 1: Le niveau 1 suppose l'infestation d'une surface cultivée de 50.000 à 300.000 ha. La menace est localisée et les essaims ne risquent pas de frapper les pays voisins. Une infestation de niveau 1 concerne généralement des zones agricoles habitées où du personnel local peut être mobilisé pour une campagne terrestre.

Niveau 2: Le niveau 2 suppose l'infestation plus sévère d'environ 500.000 ha de terres de culture et de pâture, un danger de grégarisation puis d'envol vers d'autres pays. Au niveau 2, l'USAID participe mais se fixe pour cible de ne pas contribuer pour plus de 15% des fonds nécessaires.

Niveau 3: Le niveau 3 suppose l'infestation généralisée de beaucoup plus de 500.000 ha et une menace bien supérieure pour d'autres pays. A ce niveau, il est probable que les moyens des pays hôtes et des organismes donateurs seront insuffisants et les pertes subies par les cultures devraient être considérables. On peut s'attendre à ce que les fonds nécessaires à ce niveau dépassent les 10 millions de dollars.

En décidant du niveau d'aide à accorder, dans chaque cas spécifique, l'USAID devrait s'efforcer de limiter l'emploi des pesticides, tout en reconnaissant qu'au cours de ces toutes dernières années, on a toujours fait un peu plus appel à eux.

3.6 Choix des pesticides

3.6.1 Principes de base (spécifiques aux pays de l'USAID)

Les pesticides utilisés dans le cadre des programmes d'aide étrangère sont choisis en fonction de leur efficacité, de leur coût, de leur stabilité, de leur disponibilité, de leur toxicité pour les utilisateurs et de leur compatibilité avec les préoccupations écologiques (TAMS, 1989). L'USAID a effectué une série d'évaluations sur le terrain et en laboratoire, pour déterminer leur efficacité et leurs effets sur l'environnement (voir PEA, TAMS 1989). Un des principaux problèmes écologiques, c'est la rémanence des pesticides et, par conséquent, les risques potentiels de bioaccumulation et de transfert par la chaîne alimentaire. C'est pourquoi l'USAID a pris position et décidé que la dieldrine était inacceptable en raison de sa forte rémanence (FAO 1988c). Un produit chimique paraissant satisfaisant pour l'environnement, vu sa faible rémanence, l'est beaucoup moins sur le terrain car plusieurs applications peuvent s'avérer nécessaires. L'importance relative de ces deux paramètres a donné lieu à de grandes discussions entre les différents organismes donateurs, en particulier pour la dieldrine dont les effets sur l'environnement sont très persistants, et pour le Sevin-4 huileux (une formulation contenant du carbaryl) qu'il faut utiliser périodiquement en rotation.

3.6.2 Pesticides agréés par l'USAID

Au cours de la procédure d'approbation des pesticides financés par l'USAID (se reporter au Chapitre 2) on tente de maintenir un juste équilibre entre les risques qu'ils représentent pour les organismes non visés, la santé de l'homme, et leur efficacité et leur applicabilité aux opérations sur le terrain. Comme on peut s'y attendre, les divers organismes donateurs se fondent sur des critères différents pour évaluer les produits. Toutefois, les réunions de coordination des organismes donateurs ont largement résolu ces différences.

Les huit pesticides dont l'emploi est autorisé, moyennant des précautions, dans le cadre du programme de lutte contre les locustes et les sauteriaux, sont énumérés au Tableau 4.

3.6.3 Autres pesticides

Plusieurs pesticides n'ont pas encore fait l'objet d'une étude approfondie ou une telle étude n'a pas encore été prévue dans le cadre des programmes de lutte contre les locustes et les sauteriaux. La deltaméthrine est l'une de ces substances chimiques. Quand un pesticide ne figure pas sur la liste des produits agréés, ceci indique que son emploi a été refusé (c'est le cas de la dieldrine, du lindane et du HCH) ou que l'USAID n'a pas encore procédé à son étude. Les programmes de lutte contre les locustes et les sauteriaux continuent à évoluer et il faut s'attendre à ce que l'agrément d'autres pesticides soit considéré. En donnant son agrément à d'autres pesticides, l'USAID recherche des produits chimiques dont la rémanence soit faible à modérée, ne présentant donc aucun risque de bioaccumulation et de transfert par la chaîne alimentaire. La formulation des pesticides appropriés doit aussi être de composition constante et compatible avec les conditions rencontrées sur le terrain (sous l'angle de la manutention et de la stabilité des produits).

3.6.4 Considérations des donateurs et problèmes posés par les pesticides "non agréés"

En plus des principales considérations sur la dieldrine (voir au Chapitre 3), la fourniture d'autres pesticides par d'autres donateurs pose une série de problèmes de gestion, de formation et d'exploitation.

Les problèmes de gestion comprennent la coordination de la mise en place correcte et de la sécurité satisfaisante des divers produits chimiques offerts. Il y a eu, en particulier, des conflits entre la FAO et l'USAID sur la nécessité d'instaurer des mesures de protection de l'environnement et sur l'utilisation des

**TABLEAU 4: PESTICIDES 1) POUVANT ETRE FOURNIS PAR L'USAID, , OU, 2)
NON AGREES PAR L'USAID POUR LA LUTTE ANTIACRIDIEENNE**

1) Peuvent être fournis

Pesticides à préférer:

Malathion: éviter la pollution de l'eau

Carbaryl: éviter les abeilles

Acephate: à accompagner d'un plan devant fournir des informations sur son efficacité et ses effets sur les organismes non visés

Pesticides fournis mais à employer avec précaution et avec des mesures préventives appropriées:

Diazinon: éviter les oiseaux

Fénitrothion: éviter les oiseaux et tous les sites aquatiques

Propoxur

Bendiocarbe

Chlorpyrifos-éthyl: à accompagner d'un plan devant fournir des informations sur son efficacité et ses effets sur les organismes non visés

Pesticides éventuellement subventionnés à condition d'éviter rigoureusement de polluer l'eau:

Cyperméthrine

Lambdacyalothrine

Tralométhrine

2) Ne peuvent être fournis:

Pesticides jamais subventionnés quelles que soient les circonstances

HCH

DDVP

DDT

Dieldrine

Lindane

Pesticides envisagés mais non agréés

Deltaméthrine

pesticides d'une liste de produits "agréés". Les pesticides agréés suivant les directives de l'OMS, de la Banque Mondiale et de la FAO, peuvent répondre à certaines préoccupations écologiques du gouvernement américain, mais ils sont quelquefois inacceptables. La FAO a un programme d'évaluation continue de l'efficacité des pesticides contre les acridiens et a préparé une liste des produits recommandés de la catégorie 20.

De plus, un manque de coordination dans l'usage des pesticides pose souvent de sérieux problèmes de formation. Un mauvais assortiment des pesticides ou un nettoyage insatisfaisant des appareils utilisés peut entraîner le colmatage des pulvérisateurs et d'autres pannes matérielles, ainsi que l'application de doses incorrectes, avec toutes les conséquences dangereuses que cela peut avoir pour le personnel, l'environnement et les cultures.

3.7 Application des pesticides

3.7.1 Minimisation de l'impact des pesticides

Quand on applique les pesticides en pleine connaissance de la zone traitée et de son importance écologique, et après les avoir soigneusement choisis sur une liste de produits agréés en fonction de leur impact attendu ou connu (Tableaux 2 et 4), leurs effets négatifs peuvent être minimisés. En général, on ne doit pas appliquer de pesticides à des habitats considérés comme parc national, réserve d'animaux ou zone sensible. Il faut prévoir un périmètre de sécurité de 2,5 km autour de tels habitats. Les épandages aériens à leurs abords doivent être, eux aussi, soigneusement contrôlés, pour éviter des incidents dus à la dérive. Les zones à traiter doivent être soigneusement balisées. Il faut procéder à des observations sur le terrain pour s'assurer que c'est bien la zone considérée qui est traitée et que des doses excessives de pesticides ne sont pas employées.

De plus, il faut délimiter avec soin les cours d'eau, lacs et systèmes hydrologiques des zones humides, et l'emploi des pesticides dans les bassins versants ou à leur périphérie doit faire l'objet d'un examen attentif avant que la dernière main ait été mise aux plans d'application des pesticides ciblant les locustes et les sauteriaux. Généralement, les Rapports d'Evaluation Complémentaire de l'Environnement (SEA) recommandent l'interdiction ou la limitation de l'application de pesticides près des habitats aquatiques. S'il faut absolument s'attaquer à une sévère infestation de locustes ou de sauteriaux à proximité d'un plan d'eau, il est préférable d'envisager l'emploi de l'acephate dont la toxicité pour les organismes aquatiques est relativement faible. Quand les oueds et leurs lignes d'écoulement des eaux subissent une invasion de locustes ou de sauteriaux et que l'on considère qu'il est essentiel et inévitable de les intégrer à des zones à traiter en couverture totale, il faut prévoir les passages aériens, ou andains, de façon telle qu'ils laissent libres de tout traitement des tronçons de ces oueds ou khors, par exemple d'un kilomètre tous les quatre kilomètres (soit 25%). A partir de ces réserves, les organismes sensibles aux pesticides et ainsi préservés, pourront repeupler les zones dépeuplées.

Dans la zone saharienne, en raison des vastes étendues sur lesquelles les opérations de lutte se déroulent, aucune zone de protection particulière n'est délimitée car le biote affecté par ces opérations peut s'y reconstituer.

Quelle que soit la zone à traiter, le choix des pesticides doit prendre en compte ses particularités.

On peut considérablement améliorer la surveillance en faisant participer aux opérations de lutte contre les locustes et les sauteriaux des agents des services nationaux de protection de la faune sauvage qui pourront observer l'impact de ces opérations sur la flore et la faune. Sensibiliser davantage le grand public et les exploitants agricoles aux problèmes d'environnement, et particulièrement les services de protection des cultures (CPS) et le personnel de l'Administration, devrait être une des tâches des programmes de l'USAID.

Avant tout déclenchement d'une opération de lutte contre les locustes et les sauteriaux, il faut placer en tête des priorités l'identification des habitats sensibles et des zones protégées. Les inventaires des habitats, des espèces et des écosystèmes doivent être sans cesse complétés. Dans la plupart des pays, ces inventaires ne sont que partiels. Lorsqu'ils n'existent pas du tout, la Mission de l'USAID du pays concerné peut demander leur préparation. Pour délimiter correctement les zones qu'il est prévu de traiter, soit par terre, soit par air, il faut se préoccuper de la logistique qu'implique leur balisage (prospection, piquets, fanions, repères, etc.) et de l'époque de reproduction des espèces à combattre.

D'habitude, les pesticides sont l'élément essentiel des programmes de lutte contre les nuisibles. L'emploi de composés chimiques agréés et l'application correcte de la dose minimale aux zones visées font des pesticides un moyen de réponse à court terme à la prolifération d'une espèce particulière de ravageurs. Les techniques d'épandage, aussi bien terrestres qu'aériennes, permettent de combattre efficacement un fléau, dès qu'il s'est déclaré, car le fait qu'elles peuvent être mises en application relativement vite garantit des résultats rapides.

Plusieurs types de matériel permettent l'épandage des pesticides chimiques et biologiques, dont les sacs poudreux, les poudreuses à manivelle et pulvérisateurs manuels, les pulvérisateurs et nébulisateurs dorsaux, les pulvérisateurs, poudreuses et nébulisateurs portés sur camion ou tracteur, les pulvérisateurs centrifuges UBV à piles porté à bras d'homme, des avions et des hélicoptères plus ou moins grands.

Une fois le fléau acridien déclaré, de vastes essaims de locustes avancent continuellement sur des centaines de kilomètres carré, créant une situation échappant au contrôle des responsables des programmes de traitement terrestre les mieux organisés. Dans les programmes passés, seuls les épandages aériens ont permis de lutter efficacement contre les invasions de sauteriaux ou de locustes.

Il ne faut pas oublier, toutefois, que la lutte préventive peut empêcher le déclenchement des invasions et éviter d'avoir à utiliser les pesticides.

3.7.2 Epandage terrestre

Les techniques d'épandage terrestre sont plus précises que celles d'épandage aérien et permettent davantage de souplesse dans l'utilisation du personnel. Cependant, certaines défaillances se produisent du fait que les appareils utilisés sont souvent mal réglés (Lloyd, 1959) et que leur mode d'emploi précis, dans les circonstances très différentes dans lesquels ils sont utilisés, est difficile à expliquer. Correctement réglés et utilisés, les équipements d'épandage terrestre permettent de lutter aussi efficacement que le matériel d'épandage aérien contre les sauteriaux et les locustes et ils peuvent compléter les opérations de traitement aérien.

Pour être efficaces sur de vastes étendues, les appareils doivent travailler en UBV. C'est en 1958 qu'un pulvérisateur monté sur pot d'échappement a été mis au point puis utilisé en Ethiopie pour combattre le criquet pèlerin. Ce dispositif, encore très populaire en Afrique, qui se fixe sur le tuyau d'échappement d'un véhicule à moteur, est le premier appareil satisfaisant à pulvériser moins de 0,20 litre par hectare. Plusieurs autres appareils de pulvérisation terrestres travaillent également en UBV. Citons parmi eux le pulvérisateur centrifuge à piles porté à bras d'homme, le pulvérisateur dorsal UBV motorisé et les atomiseurs et pulvérisateurs montés sur pot d'échappement et installés sur camion. D'autres types de pulvérisateurs sont également disponibles (Overholt et Castleton, 1990, et Symmons, 1991).

L'appâtage, comme solution de remplacement du poudrage ou de la pulvérisation, n'est pas un procédé nouveau mais, suivant les pays, il est plus ou moins fréquemment employé. Il semble que c'est au Sénégal que l'on utilise le plus souvent des appâts et c'est aussi dans ce pays que sont menées certaines recherches sur différents supports alimentaires (mil, arachide, son de blé, etc.) et sur des substances provoquant un phénomène d'attraction et de stimulation de l'appétit (mélasse, diverses huiles végétales) (Niassey, 1990). Le son de blé est un appât idéal et il est facile de s'en procurer dans beaucoup de pays sahéliens car bon nombre de ces pays, comme le Mali, possèdent une minoterie pouvant fournir du son de blé à un prix raisonnable (AFD, 1991a).

Niassey (1990) a récemment relaté ses expériences de l'appâtage et évalué les effets de plusieurs huiles sur le criquet puant (*Zonocerus variegatus*). Il affirme que l'appâtage est un procédé très économique et très efficace à petite échelle, en particulier contre les larves. Son succès dépend de la précision des informations recueillies pendant les opérations de prospection, car il faut pouvoir identifier et traiter les aires à forte densité d'éclosions en fin de saison sèche.

Au Mali, un projet de lutte intégrée contre les ravageurs (IPM), a entrepris une étude préliminaire de faisabilité de l'appâtage. Il en a résulté que, dans les zones de plus forte production de mil, les cultivateurs seraient prêts à utiliser, pour la confection d'appâts, une partie de leurs céréales excédentaires ou de qualité médiocre. Au cours des expérimentations initiales, l'appâtage s'est traduit par une diminution du nombre des acridiens supérieure à celle obtenue par le procédé classique de poudrage.

3.7.3 Epandage aérien

Les programmes américains de lutte contre les locustes et les sauteriaux en Afrique bénéficient de l'expérience acquise aux Etats-Unis lors des opérations engagées contre les sauteriaux entre 1951 et 1963.

dans les Grandes Plaines du nord. C'est dans les années 1950 qu'a été mise au point, en Angleterre, la technique de la pulvérisation en TBV, utilisant la cage rotative Micronair qui projette des gouttelettes de diamètre plus uniforme que les rampes classiques. Quand on emploie des produits non volatiles et qu'on vole à plus basse altitude, cette technique diminue le temps de suspension dans l'air des gouttelettes et limite la dérive. Cette dérive, toutefois, peut être bien utile lors des opérations de traitement des locustes, quand les passes des aéronefs traitent de vastes étendues, car elle peut alors servir à compenser les erreurs de trajectoire des appareils. L'avantage de cette technique, c'est qu'une cuve de pesticide permet de traiter une plus grande superficie. De plus, l'emploi direct de produits concentrés évite d'avoir à faire des mélanges sur le terrain et d'avoir à transporter des diluants (eau ou huile). Les moyens d'épandage classiques présentent quelques défauts tels que la projection de particules de diamètre irrégulier et très grosses, d'où une consommation excessive de pesticide.

Afin de trouver un juste équilibre entre le soin avec lequel il faut procéder au traitement aérien des zones concernées et les objectifs de rentabilité des appareils utilisés pour les missions d'épandage aérien, on fait appel, suivant les cas, à plusieurs types d'aéronefs. Les avions légers peuvent transporter en moyenne une charge de 1000 kg et les avions de taille moyenne une charge de 1500 kg. Bien entendu, plus leur charge autorisée au décollage est importante, plus l'emport de carburant des appareils est élevé, d'où la possibilité d'atteindre des sites d'épandage plus éloignés. Toutefois, les lâchers de pesticides des plus gros avions sont moins précis aussi leur préfère-t-on de plus petits appareils.

On utilise aussi des bimoteurs légers d'épandage. Ils ont la possibilité de transporter à la fois des hommes et du matériel, ils ont une vitesse et un rayon d'action suffisants et la sécurité qu'assure, quand on opère en milieu désertique, la présence de deux moteurs. De plus gros avions, y compris des quadrimoteurs de transport peuvent être adaptés à des missions d'épandage. Ils conviennent aux opérations où les distances à couvrir et des considérations stratégiques imposent nettement l'utilisation d'appareils à long rayon d'action, et aux cas d'infestations acridiennes portant sur de vastes étendues.

On peut aussi utiliser des hélicoptères de différentes tailles et possibilités. La plupart des hélicoptères à usage agricole sont équipés de petits moteurs à pistons. Pour les missions de pulvérisation en TBV, quelques hélicoptères peuvent abattre un volume de travail considérable. Les gros hélicoptères, qui peuvent être utilisés pour des traitements en TBV sur un plus grand nombre de sites de chargement que les gros avions, sont tout à fait compétitifs, même sur le plan économique, par rapport à ces derniers.

En Afrique, où les grands programmes de lutte antiacridienne comportent des opérations d'épandage de différentes dimensions, on peut avoir à utiliser divers types d'aéronefs. Chaque opération a des impératifs multiples. Quand les sites de traitement sont éloignés, il faut un plus gros appareil; quand les surfaces à traiter sont petites et proches d'une piste d'atterrissage, il est plus économique d'utiliser un petit appareil. Les hélicoptères, pouvant virer très court, sont capables de traiter plus rapidement de nombreuses surfaces dispersées - en particulier dans les zones dépourvues de piste d'atterrissage, dans des zones sensibles du point de vue écologique ou militaire - et de petites parcelles cultivées. Pour prospecter les zones inaccessibles et éloignées, l'hélicoptère est une nécessité. Dans certains cas, il faut employer l'hélicoptère pour des raisons de vulnérabilité de l'environnement à traiter. Pour que les pesticides soient employés en toute sécurité et efficacement, il est important que les pilotes aient suivi des cours de formation à leur utilisation et qu'ils aient obtenu les diplômes correspondants.

3.7.3.1 Application des techniques de pulvérisation en UBV à la lutte contre le criquet pèlerin

1. Les techniques de pulvérisation en UBV par voie aérienne sont recommandées pour la lutte contre le criquet pèlerin. Elles doivent faire appel à des liquides non volatiles qui, pour des raisons logistiques, doivent être efficaces à des doses comprises entre 0,5 et 1 litre par hectare.
2. Pour l'attaque air-air des vols de locustes, il est souhaitable de pulvériser les produits en fines gouttelettes. L'équipement de pulvérisation doit pouvoir émettre un maximum de gouttelettes de pesticide d'un diamètre inférieur à 100 microns
3. Pour la pulvérisation des cibles posées:

(A) Traitement en dérive maximale¹ : De larges surfaces peuvent être couvertes par un vent de travers régulier acceptable, de vitesse supérieure à 2 m/s, mesuré à 2 m de haut. Une altitude de vol de 10 m et des andains de 150 m sont la formule classique, avec l'aéronef et l'étalonnage des buses de pulvérisation les plus appropriés.

(B) Traitement en dérive minimale² . Les cibles peuvent être traitées dans un air relativement calme, avec des buses correctement étalonnées et un bon espacement des passages, comme ce qu'a prévu l'USDA-APHIS pour des aéronefs déterminés. Pour un Turbo-Thrush, la formule classique consiste en des andains de 50 m et en une altitude de vol de 10 à 15 m.

Suivant ces deux méthodes de traitement, l'espacement précis des passages est important. Il est hautement souhaitable que du personnel qualifié surveille les conditions ambiantes et l'efficacité du traitement. Suivant ces deux méthodes, il est la plupart du temps souhaitable que le diamètre des gouttelettes de pesticide pulvérisées soit largement compris entre 70 et 125 microns si ce n'est que, dans certaines conditions, un diamètre supérieur puisse être préférable. Ne pas procéder à des opérations de pulvérisation dans des conditions de forte thermoconvection telle qu'on en rencontre par de chauds après-midi, ou dans des conditions atmosphériques stables, calmes et d'inversion thermique.

3.7.4 Echelle d'opération

Même si des raisons d'économie d'échelle peuvent être avancées en faveur de l'épandage aérien plutôt que de l'épandage terrestre, certains signes semblent montrer que l'épandage aérien convient moins aux pays africains. En général, l'épandage aérien est une technique que le niveau de compétence propre aux différents pays africains ne leur permet pas d'exploiter pleinement; de plus, elle est grande consommatrice de devises (FEWS, 1987). L'USAID préfère prôner le recours à des brigades villageoises, à des opérations de lutte au sol et à d'autres méthodes de lutte au niveau local. Dans le contexte africain et avec la formation appropriée, ces méthodes peuvent être efficaces tout en protégeant l'environnement. Les brigades villageoises peuvent faire du bon travail sur les aires d'éclosion de l'*O. senegalensis* situées dans les champs d'arachide du sud du Sénégal.

La plupart des méthodes traditionnelles ne sont pas applicables dans le cadre d'une stratégie de lutte préventive visant à intervenir sur les populations montrant des signes de tendances grégaires avant déclenchement d'une pullulation. De telles opérations peuvent avoir lieu dans des zones désertiques isolées, éloignées des zones agricoles.

Le Guide des Opérations de lutte contre les locustes et les sauteriaux (Operations Guidebook, USAID, 1989d) nous fournit un guide rapprochant la superficie des zones à traiter des différents équipements appropriés.

1 à 10 hectares	Sacs poudreux, poudreuses et pulvérisateurs manuels
10 à 15 hectares	Pulvérisateurs à compression, atomiseurs
15 à 500 hectares	Pulvérisateurs en TBV et sur pot d'échappement montés sur véhicule
500 à 2000 hectares	Hélicoptère
Plus de 2000 hectares	Avion monomoteur
Plus de 5000 hectares	Gros monomoteur ou petit bimoteur
Plus de 50.000 hectares	Gros multimoteur

¹ Equivalent du terme habituel de traitement "en dérive", appliqué en Afrique et en Australie dans la lutte contre les locustes.

² Equivalent du terme de traitement "de précision", utilisé ici dans le cadre d'une technique antiacridienne différente.

3.8 Autres méthodes de lutte

Les cycles naturels régissant les populations d'insectes, quand ils sont conjugués aux efforts de l'homme, établissent des mécanismes régulateurs maintenant un certain équilibre entre la densité des insectes et les pertes subies par les cultures. Cependant, quand les conditions naturelles favorisent la pullulation des insectes, la densité de ces derniers déborde les efforts des hommes et les cultures peuvent subir des dégâts considérables. Ce n'est qu'à une époque récente qu'il est devenu possible d'utiliser les pesticides pour s'attaquer aux explosions démographiques des populations de locustes et de sauteriaux. En principe, une large utilisation des pesticides a permis de lutter efficacement contre les populations de locustes et de sauteriaux et de limiter leur croissance. Toutefois, comme on se montre de plus en plus attentif aux effets des pesticides sur l'environnement, il faut chercher des solutions de remplacement.

3.8.1 Méthodes traditionnelles

De nombreuses méthodes traditionnelles se révèlent efficaces, à un certain niveau, dans la lutte antiacridienne. Elles reposent généralement sur la nature du cycle et des habitudes de vie des locustes et des sauteriaux. Parmi ces méthodes, citons la destruction des masses ovigènes (d'ordinaire en retournant le sol pour mettre à nu les oothèques [voir Fig. 5]), la pose de pièges mécaniques ou manuels, l'écrasement des insectes, le creusement de fossés face aux bandes larvaires et la capture des insectes pour la consommation humaine. D'autres méthodes impliquent le lâcher de consommateurs de locustes et de sauteriaux, tels que les poules, dans les zones infestées. Il existe des prédateurs naturels des locustes et des sauteriaux, des oiseaux par exemple, mais la croissance explosive des populations de locustes ainsi que leur comportement migrateur rend inefficace un tel moyen de lutte (en effet les locustes se reproduisent plus rapidement que leurs prédateurs et migrent soudainement, se mettant hors de portée de ces prédateurs). Cependant, en Chine, des canards et leurs congénères semblent avoir été utilisés avec succès contre les acridiens migrants, dans certaines circonstances (se reporter au sous-chapitre 3.8.2, Figure 6).

L'utilisation des connaissances que l'on a des préférences alimentaires des insectes, la modification des périodes de plantation, la plantation de cultures ou de variétés plus résistantes à l'attaque des acridiens (par exemple, remplacement du mil par le sorgho), ce sont là autant de méthodes permettant de limiter les dégâts causés aux cultures par les sauteriaux et les locustes. Autres techniques ayant fait preuve d'une certaine efficacité, les cultures intercalaires, la plantation de plantes-piège et la surveillance de l'habitat (en empêchant par exemple la pousse de mauvaises herbes ou de plantes sur les bas-côtés des routes).

L'USAID préconise une stratégie limitant ou supprimant l'usage des pesticides pour combattre les locustes et les sauteriaux dans des zones écologiquement sensibles (par exemple des bassins versants, des parcs nationaux et des zones marécageuses). Ainsi, davantage d'efforts seront consacrés à rendre plus efficaces ces méthodes traditionnelles de régulation des populations résiduelles et de limitation des dégâts subis par les cultures en cas d'explosion démographique des acridiens. Il faudra pour cela de gros efforts d'instruction de la population agricole, des incitations sociales et économiques, et de l'assistance technique. Il faudra s'attacher à reconnaître la valeur des techniques des cultivateurs locaux ayant pu trouver des moyens pour juguler les infestations à petite échelle. Par exemple, le simple fait d'étendre une moustiquaire sur les arbres peut réduire sensiblement les dégâts commis par les criquets arboricoles.

Au Mali, les méthodes suivantes ont été payantes: 1) creusement de tranchées pour intercepter les bandes larvaires grégaires; 2) déterrage et destruction des oothèques de certaines espèces de sauteriaux. Les villageois du Mali savent, a-t-il été rapporté, où se trouvent des zones de forte densité d'oothèques qu'il est possible de déterrer avec un minimum d'efforts. La collecte par les agriculteurs d'oothèques de Kraussaria angulifera, pendant la saison sèche, a contribué largement à réduire l'infestation de certaines parties du pays des Dogons (USAID, 1991a).



Méthode de prospection: les oothèques localisées pendant l'échantillonnage sont repérées par des cure-dents; elles sont déterrées une à une.



Les Kraussaria, les Hyeroglyphus et les Cataloipus sont des espèces de criquets pondant leurs oeufs à la base des essences d'ombre.



Une équipe villageoise et son "sac" d'oothèques déterrés en une journée dans la zone de Sérimana-Banamba.



Tri des oothèques et des indices de prédateurs recueillis durant une prospection générale.

**Figure 5. Déterrement d'oothèques de criquets au Mali. Certaines espèces de sauteriaux déposent leurs oeufs sur des sites proches des champs cultivés. En localisant et en déterrants ces concentrations d'oothèques, les villageois devraient réduire les risques potentiels encourus par les jeunes plantules. Des centaines de brigades villageoises ont été constituées, dans beaucoup de pays du Sahel, (à suivre)
(Photos de George Pozov)**



Une brigade villageoise exclusivement féminine, dans le pays Dogon, au Mali.



Un chef de brigade, chez les Dogons, tenant un criquet entre ses doigts. Certains Dogons sont capables de déterminer le nom spécifique de 15 espèces de sauteriaux. Ils connaissent aussi les plantes constituant le site de ponte privilégié de certaines espèces.



La principale occupation des brigades villageoises aujourd'hui (à Karo, Mali) est d'épandre manuellement des pesticides pour lutter en particulier contre les premiers stades de développement de la première génération précoce de sauteriaux. Beaucoup de villageois se joignent volontiers à ces efforts bien que des équipements de sécurité ne soient pas toujours disponibles.



Un brigade de Dogons tenant entre leurs mains des oothèques. Plusieurs de ces brigades détèrent activement des oothèques de Kraussaria. Bien entendu, cette pratique est plus répandue quand les ONG échangent chaque kilogramme d'oothèques détenées contre 1 kg de céréales.

Figure 5 (suite). principalement pour protéger les cultures. Ces brigades participent également au détèrrement des oothèques. On n'a pas encore totalement prouvé à quel point la destruction des oothèques était une méthode de lutte préventive valable, mais les évaluations faites à ce jour montrent nettement leur utilité dans les conditions du sahel. (Photos de Carl Castleton).

3.8.2 Lutte intégrée contre les ravageurs (IPM) et recherches sur les agents et techniques de lutte non-conventionnels

La lutte intégrée (IPM) est la méthode de combat préférée contre les ravageurs. L'IPM n'est pas une solution de remplacement des pesticides de synthèse mais plutôt une intégration de diverses méthodes pouvant aboutir à une utilisation plus réduite des pesticides chimiques, l'accent étant mis sur la prévention. Les méthodes modernes et prudentes de lutte antiacridienne comportent l'adoption de techniques de surveillance et d'alerte précoce, l'établissement de seuils économiques d'intervention, la détermination du moment le plus propice au traitement, découlant de la dynamique de la population des ravageurs, et l'application d'agents antiacridiens traditionnels ou non chimiques.

3.8.2.1 Télédétection et cartes de végétation: systèmes de surveillance et d'alerte précoce

Les informations météorologiques, les cartes de végétation et d'observation du sol par satellite devraient faciliter la mise sur pied, dans les pays africains, de moyens scientifiques et institutionnels (US Congress [OTA], 1990). Les cartes de végétation pourraient jouer immédiatement un rôle important dans la lutte préventive contre le criquet pèlerin. Malheureusement des problèmes de fourniture de ces cartes en temps voulu restent à résoudre. De plus, pour avoir un maximum d'utilité, il faudrait vérifier davantage la validité de ces cartes de végétation sur le terrain et affiner la sensibilité spectrale. En Afrique sahélienne, les programmes de développement commencent à utiliser les techniques du système d'information géographique (Geographic Information System, ou GIS) pour réaliser des cartes de végétation saisonnières à partir des données transmises par satellite et faciliter ainsi les missions de surveillance entrant dans le cadre de la lutte antiacridienne (Tappan, Moore et Knausenberger, 1991).

3.8.2.2 Produits répulsifs

Les locustes et les sauteriaux n'attaquent pas certaines plantes et sont dissuadés d'attaquer certaines autres plantes après qu'elles aient été pulvérisées avec des extraits de plantes spécifiques. De tels produits répulsifs offrent un autre mode de protection des cultures assez séduisant car il fait appel à des produits naturels. L'utilisation d'extrait de margousier (neem) est actuellement à l'étude dans certains pays africains et aux Etats-Unis et les résultats semblent assez prometteurs, particulièrement quand la situation acridienne est calme. D'après les recherches effectuées au Niger par le GTZ (1991), le contact des acridiens avec de faibles doses d'huile de margousier entraîne une interruption et une perturbation du vol; on considère qu'il a également le pouvoir de stopper le phénomène de grégarisation des larves et des imagos du criquet pèlerin. Par contre, en situation d'urgence, il serait difficile de transférer à temps sur les sites infestés, (particulièrement à la saison des pluies), des quantités suffisantes d'extrait de margousier. Utilisé isolément, ce produit répulsif devrait dissuader les locustes et les sauteriaux d'attaquer les cultures sur lesquelles il a été répandu, mais les acridiens devraient s'attaquer alors aux arbres et aux cultures non protégés. Cet aspect de l'emploi de l'extrait de margousier n'a pas encore été exploré.

Au Niger, le margousier est actuellement l'objet de trois projets parrainés par le GTZ, le CIDA (ou ACDI) et le CARE. Trois moulins destinés à l'extraction d'huile de margousier ont été fournis par le CARE qui a également mis à l'étude la création éventuelle d'une petite entreprise qui utiliserait les produits du margousier.

L'USAID a également parrainé, en coopération avec le Service de Protection des Cultures (CPS) du Niger, des recherches sur l'utilisation possible de l'huile extraite du noyau des fruits du margousier. Ces recherches ont montré que l'extrait de margousier pouvait efficacement repousser les criquets (se reporter au 3.8.2.3. ci-après). Une large utilisation de l'extrait de margousier semble se heurter à des difficultés de main-d'oeuvre de production et d'épandage ainsi qu'au volume considérable d'extrait qu'il faudrait obtenir pour généraliser avec efficacité un tel mode de protection (Radcliffe et al., 1990, 1991). Les projets en cours devraient être utilisés pour guider des recherches complémentaires sur le margousier.

3.8.2.3 Moyens autres que les produits chimiques ou les pesticides

Des moyens de lutte non chimique ont été explorés car ils laissent envisager la possibilité de combattre efficacement les locustes et les sauteriaux au prix d'un moindre impact sur l'environnement qu'avec les pesticides. Le matériel ayant fait l'objet des travaux les plus approfondis est une microsporidie. Le *Nosema locustae* (Nosema) a été testé au Sénégal avec des résultats indéterminés (Henry et al., 1985). Les résultats préliminaires d'expérimentations conjointes au Mali et au Cap Vert (USAID avec GTZ et Ciba-Geigy) semblent indiquer que l'utilisation du Nosema ne devrait pas convenir aux situations de crise (Henry et al., 1990, en préparation, et van der Paauw et al. 1990). Le problème de disponibilité de ce matériel et de ses applicateurs spécifiques font également obstacle à sa large utilisation. Une solution possible consisterait à appairer le Nosema et un pesticide, pour tenter d'affaiblir les locustes par attaque microbienne et les rendre ainsi moins résistants à une attaque chimique. Le Nosema pourrait servir à des usages à plus long terme, dans le cadre d'une campagne de lutte intégrée contre les ravageurs (IPM), en particulier dans les zones où l'emploi des pesticides est limité ou interdit. Des recherches effectuées sur de vastes populations de locustes et de sauteriaux pourraient révéler la présence d'autres microsporidies aussi efficaces que le Nosema.

Autres méthodes envisageables pour éviter l'emploi des pesticides, l'utilisation des phéromones et kairomones. Peu de progrès ont encore été enregistrés dans le domaine de l'identification de ces substances, généralement spécifiques à chaque espèce, et dans la réalisation d'études sur le terrain. Des régulateurs de croissance de synthèse (tels que le diflubenzuron) sont souvent considérés comme des substituts "sûrs" aux pesticides classiques, en raison de leur mode d'action différent. Pour être efficaces, il faut les appliquer lors de la phase appropriée du cycle de croissance des locustes et des sauteriaux. Il faut déterminer les précautions à prendre en matière d'impact sur l'environnement car les régulateurs de croissance peuvent avoir des effets très néfastes sur les invertébrés non visés par ces substances.

Enfin, on étudie actuellement des agents fongiques tels que le *Beauveria* et le *Metarhizium*. En été 1990, l'USAID a procédé à des expérimentations sur le terrain avec le *Beauveria*, près de Mourdiah, au Mali. Bien que les résultats aient été décevants, des études menées au Cap Vert ont été plus encourageantes. Apparemment, certains travaux de recherche fondamentale sur la thermotolérance, la parasitologie, l'amélioration des variétés, les méthodologies d'application et les formulations s'avèrent nécessaires (Johnson et al., 1991, Delgado et al. 1991).

La possibilité pour les exploitants du Sahel pratiquant l'agriculture de subsistance d'utiliser de l'huile extraite du noyau des fruits du margousier, l'*Azadirachta indica*, comme pesticide de fabrication locale, pour protéger le mil et le sorgho de l'attaque des sauteriaux et des locustes, a été étudiée au Niger (Radcliffe et al., 1990, 1991). Des expérimentations entomologiques destinées à évaluer l'efficacité de l'huile extraite du noyau des fruits du margousier dans la lutte contre les sauteriaux ont démarré en août-septembre 1987 à la station de recherche sahélienne de l'ICRISAT (International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics), Sadore, Niger (Radcliffe et al., 1990). Au cours de ces expérimentations, l'huile du margousier a largement protégé les plants de sorgho et de mil contre 9 des 11 espèces de sauteriaux et de locustes du Sahel ayant été testées. L'huile du margousier s'est révélée efficace contre *Acrotylus blondeli*, *Diobolicocatantops axillaris*, *Kraussaria angulifera*, *Oedaleus senegalensis*, *Pseudosphinogonotus canariensis*, *Pyrgomorpha cognata*, *Ornithacris turbida cavroisi*, *Chrotogonus senegalensis* et *Schistocerca gregaria*. L'huile du margousier s'est révélée inefficace contre *Cryptocatantops haemorrhoidalis* - principalement forbivore, et *Oedaleus nigriensis* - fortement parasité. Ce pesticide de fabrication locale, produit à partir de noyaux recueillis en cinq points du Niger (Niamey, Diagourou, Gotheve, Tsernawa et Mozague) s'est révélé aussi efficace que des extraits alcooliques. Par conséquent, bien qu'il semble que la mise en pratique de cette technique soit fort improbable pour la protection des cultures de mil et de sorgho, l'huile du margousier pourrait avoir un bel avenir dans le domaine de la protection de plus petites parcelles, telles que celles consacrées à la culture de fruits et de légumes, de la protection des cultures intensives de contre-saison, et de la protection des productions une fois celles-ci stockées.

Le projet de lutte intégré contre les sauteriaux (Grasshopper Integrated Pest Management project, ou GHIPM), est un projet de recherche de cinq ans visant à trouver des solutions à long terme en matière de lutte contre les sauteriaux des terres de parcours, au prix d'un impact minimum sur l'environnement. Comme ce projet porte sur de vastes étendues, - plus de 400 000 hectares dans l'Idaho et le Dakota du

Nord - le GHIPM a pour objectif de rassembler des informations permettant de lutter contre les sauteriaux suivant les méthodes les plus scientifiques, les plus économiques et les plus inoffensives pour l'environnement. Dans ce but, il faut également comparer les méthodes classiques aux méthodes de lutte intégrée faisant à la fois appel aux pesticides chimiques et à des agents de lutte biologique tels que des substances pathogènes spécifiques.

Des opérations sur le terrain sont prévues pour mettre à exécution et évaluer la réduction de la densité des populations de sauteriaux suivant plusieurs méthodes dans les différents types d'environnement. Ce projet a mis en évidence un certain nombre de conditions spatio-temporelles contribuant largement aux fluctuations de ces populations. A partir de ces informations, il a été possible de créer une base de données et de réaliser un modèle informatique pouvant aider les gestionnaires des terres de parcours dans leur actions de lutte préventive contre les sauteriaux, dans le respect de l'environnement. Les futurs efforts du projet de lutte intégrée contre les sauteriaux (GHIPM) permettront de définir plus finement le modèle informatique et les méthodes de lutte à adopter pour réduire au maximum les populations de sauteriaux tout en limitant au minimum l'impact sur l'environnement des actions engagées (USDA-APHIS, 1991).

3.8.2.4 Localisation des oothèques

Dans le cadre de la lutte contre les sauteriaux, la localisation et la destruction des concentrations d'oothèques est un outil prometteur de contrôle, de prévision et de planification. Il faut de gros efforts de recherche pour prouver la justesse des prévisions découlant des travaux de prospection sur le terrain.

Popov et al. (1990) ont fort bien traité et rendu compte de ce sujet de façon originale et offrent un excellent guide d'identification d'un bon nombre des principales espèces de sauteriaux du Sahel. Le rapport rédigé par Popov (1991), à l'issue d'un stage de formation destiné aux "chefs de base" des services de protection des cultures du Mali, est également très instructif.

Les efforts consacrés aux sauteriaux impliquent deux grandes phases. C'est de plus en plus souvent sur l'évaluation des infestations et la recherche des oothèques, par les Services de Protection des Cultures (CPS), en fin de saison, que repose la planification des opérations antiacridiennes du début de la saison suivante, des opérations conduites principalement par les cultivateurs pour protéger les récoltes précoces. Les mesures précoces ainsi prises sont de nature préventive: mobilisation des agriculteurs pour déterrer les oothèques dans leurs champs ou à leurs alentours. Dès que les pluies commencent, les brigades villageoises entament une lutte systématique contre les larves juste écloses, généralement par poudrage. Ce traitement est très efficace contre les larves, dans leurs premiers stades de développement. Les Services de Protection des Cultures n'interviennent que lorsqu'il est comparativement avantageux de le faire (par exemple dans les zones difficiles d'accès, dans les zones inhabitées, dans les pâturages) ou lorsque, pour une raison ou une autre, les opérations à mener contre les sauteriaux dépassent les capacités des villageois. Le déterrement des oothèques et la lutte terrestre en début de saison peuvent avoir une influence considérable sur le développement ultérieur des populations de sauteriaux d'une zone déterminée.

3.9 Gestion des pesticides

Une bonne gestion des pesticides impose de choisir soigneusement le site de stockage, d'élaborer des plans de stockage satisfaisants, de mettre au point un bon système de tenue des stocks de pesticides, et de disposer d'une méthode valable d'élimination des produits périmés et des conteneurs vides. Le problème, c'est que très souvent, il faut y arriver malgré des ressources financières très limitées. Certains points sont détaillés ci-après.

3.9.1 Etiquetage

Les conteneurs doivent être étiquetés au moins autant que l'exigent les lois du pays de l'organisme donateur, et dans la langue officielle du pays bénéficiaire (par exemple en français ou en arabe). Les étiquettes doivent porter la date de fabrication ou de formulation pour faciliter le contrôle des stocks et le repérage des produits périmés. De solides étiquettes doivent être apposées sur des surfaces propres puis recouvertes d'une bande transparente résistante. D'autres dispositions d'étiquetage sont considérées dans le

Rapport d'Evaluation de l'Environnement (PEA). Il faut aussi envisager la mise en place d'un code de couleurs commun pour faciliter le stockage et aider les manutentionnaires qui sont peut-être analphabètes.

3.9.2 Stockage

Les lieux de stockage doivent être situés à l'écart des zones de concentrations humaines ou animales, à distance des points d'alimentation en eau (tels que les puits communautaires), des cours d'eau et de leurs bassins versants, et en dehors des plaines alluviales. Chaque installation de stockage doit être sous la surveillance d'une personne qualifiée, être clôturée et verrouillée, comporter en évidence des panneaux signalétiques portant des indications parfaitement claires, même pour des analphabètes. Les produits ne doivent pas être stockés à même le sol. Ils doivent être au moins placés sur des palettes, si ce n'est sur une dalle de béton, et être à l'abri du soleil et de la pluie. Quand un bâtiment est utilisé comme lieu de stockage, une aération correcte doit être prévue. Un nombre suffisant de vêtements et d'équipements appropriés à la manutention du type de produits stockés doit être à portée de main, ainsi que des antidotes et du matériel de première urgence. L'ensemble de ces moyens doit être contrôlé périodiquement par le surveillant des installations de stockage. Une réserve d'eau, destinée aux opérations de lavage et de nettoyage, doit être placée à proximité ou sur les lieux de stockage.

La plupart des pays signalent que le nombre et la qualité de leurs sites de stockage sont insuffisants. Il faudrait affecter des fonds à l'amélioration et à l'entretien des installations actuelles, et à l'implantation de nouvelles installations compatibles avec les bonnes méthodes de gestion des pesticides. Le gouvernement du Soudan, avec l'aide du gouvernement hollandais, a restauré 14 installations et en a construit 15 nouvelles. De plus, le GTZ a élaboré des plans types d'installations de stockage très simples. Au Niger, 230 bâtiments ont été construits au niveau villageois et les plans prévoient la construction par le GTZ, dans un proche avenir, de 690 autres bâtiments. L'USAID/Niger a financé 64 unités de stockage préfabriquées, portables et utilisables sur des terrains d'atterrissage et comme lieu de stockage provisoire au niveau départemental. L'USAID/Niger fait actuellement une enquête pour déterminer si d'autres entrepôts sont nécessaires aux niveaux des districts et des arrondissements.

3.9.3 Manutention et conteneurs

Il faudrait se préoccuper d'améliorer les opérations de formation pour empêcher que des produits ne se répandent sur le sol ou pour limiter au minimum de tels incidents lors d'opérations de transvasement, de formulation ou de dilution (par exemple sur un terrain d'aviation). Le matériel de pompage doit être entretenu régulièrement, des levées doivent être édifiées autour des zones de transvasement ou des zones où de gros volumes de produits sont utilisés, et, chaque fois que possible, les opérations de transvasement devront s'effectuer sur une dalle en béton entourée d'un rebord. On doit disposer de matériaux absorbants pouvant être utilisés en cas d'urgence et il faut mettre en place des feuilles de matière plastique, avant toute opération, pour éviter la pollution éventuelle du sol.

Il faudrait s'occuper sérieusement de l'établissement de normes pour les conteneurs (épaisseur d'acier, qualité des fermetures, couleur de la peinture (le blanc est préférable, etc.) de façon à prolonger la durée de vie en stock des conteneurs (USAID 1990b).

3.9.4 Transport

Une grande partie des stocks de pesticides sera finalement éparpillée entre des lieux de stockage éloignés, fort improbablement équipés de moyens de manutention perfectionnés ou même des plus ordinaires. Il faudrait se préoccuper des conteneurs convenant à de telles conditions et bien se rendre compte qu'une bonne partie de la manutention est effectuée à bras d'homme. Dans beaucoup de cas, on peut recourir à de vieux pneus pour éviter de détériorer les fûts en les déchargeant. Il faut, par conséquent, utiliser le moins possible de fûts de 200 litres et leur préférer de plus petits conteneurs dont la manutention est plus facile. Quand on choisit des conteneurs, il faut également faire attention à ce que, une fois vides, la population locale ne soit aucunement tentée de les réutiliser. Les sacs de poudre et d'appâts doivent pouvoir être manutentionnés par des équipes de deux personnes et ils doivent être en matière plastique solide, d'une part pour éviter qu'ils ne se déchirent en cas d'accident et d'autre part pour qu'ils résistent au stockage pendant un laps de temps raisonnable.

3.9.5 Stocks périmés

Une gestion centralisée et une coordination des organismes donateurs en matière de fourniture de pesticides permettra à l'avenir de limiter au minimum l'accumulation de stocks de produits périmés. A l'heure actuelle, cependant, il existe des stocks considérables de pesticides périmés ou non marqués dans tous les pays. Ces produits sont le reliquat de précédentes opérations contre les locustes et les sauteriaux, d'opérations antérieures même, quelquefois, aux premières interventions soutenues par l'USAID, et on trouve parmi eux des substances qui ne sont plus destinées à la lutte contre les insectes ou qui ne sont plus autorisées (par exemple le HCH, la dieldrine et le lindane). Bon nombre de ces produits proviennent d'autres pays donateurs et d'achats gouvernementaux. Etant donné que certains de ces produits sont là depuis près de 30 ans, les documents indiquant leur provenance ont disparu et, bien souvent, leurs étiquettes et leurs marquages ne sont plus lisibles ou n'existent plus. Une estimation des stocks actuels de pesticides a été préparée pour la Conférence Régionale de l'Afrique de l'Ouest sur l'Élimination des Pesticides Périmés, qui s'est tenue à Niamey, au Niger, du 21 au 26 janvier 1990 (USAID, 1990b). Ces produits, dont beaucoup sont stockés dans des conteneurs qui fuient ou qui rouillent, ou dans des sacs qui se désagrègent, sont une menace directe potentielle pour les hommes et les animaux et une menace indirecte pour l'approvisionnement en eau. Le GIFAP (1991) examine et discute l'ensemble des possibilités actuelles d'élimination des stocks de pesticides dont on ne veut plus, en se fondant sur des méthodologies dûment expérimentées.

3.9.6 Élimination des pesticides périmés

3.9.6.1 Problèmes techniques

Il existe de nombreuses méthodes d'élimination en toute sécurité des pesticides périmés, mais dans la pratique, on n'a pas encore pu en trouver une qui puisse être considérée comme sûre. Certaines méthodes sont pratiquement impossibles à mettre en oeuvre dans le contexte de l'Afrique pour l'une ou l'autre des raisons suivantes: manque d'infrastructures techniques, pénurie de personnel qualifié, isolement du site et difficultés d'accès, manque de moyens de surveillance, aussi bien pour des opérations à court ou à long terme. Etant donné la nature diverse des produits connus et peut-être inconnus, et le fait qu'ils sont aussi bien sous forme liquide que solide, trois différentes options sont envisageables à court terme, à savoir: l'ensevelissement dans une décharge contrôlée, l'incinération dans une centrale électrique ou dans un four à ciment (ou équivalent) et le transfert sur un autre lieu pour élimination par un autre moyen (ce qui comprend un stockage provisoire de longue durée).

Chacune de ces méthodes d'élimination comporte des risques spécifiques qu'il convient de déterminer dans le cadre des conditions particulières au site et au pays. Parmi les éléments à considérer, citons: les risques potentiels pour les travailleurs, pour les populations environnantes et pour l'environnement, la possibilité de mettre en place des mesures raisonnables de protection et de surveillance de l'environnement. Face à ces risques, il faut mettre en balance la menace croissante actuelle que fait peser sur ces mêmes cibles la présence constante de vastes stocks de pesticides conditionnés dans des conteneurs qui se détériorent progressivement. Comme une bonne partie de ces stocks a déjà plus de 10 ans (et dans un cas plus de 30 ans), ne rien faire n'est pas une solution viable.

L'évacuation de ces pesticides dans une décharge contrôlée est la moins attrayante des solutions pour plusieurs raisons. Premièrement, sur le plan logistique, amener de gros engins de travaux publics sur de nombreux sites éloignés peut se révéler impossible. Deuxièmement, aménager le site en respectant des normes acceptables (en plaçant des matériaux-barrières imperméables analogues à l'argile ou synthétiques) pose des problèmes spécifiques. Troisièmement, une décharge contrôlée doit faire l'objet d'une surveillance constante et offrir des solutions de remplacement raisonnables en cas de fuite du matériau-barrière. Ajoutons que le choix du placement en décharge contrôlée implique un engagement de longue durée. Dans le contexte actuel de l'Afrique, caractérisé dans de nombreux cas par des guerres civiles et nationales prolongées et par la détérioration générale des infrastructures et des économies, un tel engagement à long terme est très problématique. Quatrièmement, la création d'une décharge contrôlée suppose une étude hydrogéologique approfondie de façon que de vastes nappes aquifères ne puissent être mises en danger par la construction ou par la défaillance de son revêtement étanche. Signalons encore qu'une telle opération représente un niveau de compétence et des dépenses qui sont discutables.

3.9.6.2 Incinération

L'incinération des pesticides périmés semble offrir le meilleur compromis entre les risques encourus en ne faisant rien ou en attendant des solutions technologiques sophistiquées, d'une part, et l'utilisation des techniques et des moyens pouvant être disponibles, d'autre part. Par exemple, le Soudan a éliminé tous ses déchets pesticides liquides dans une installation d'incinération commerciale mobile. (Des études financées par l'USAID, sur la destruction des pesticides solides dans un four à ciment auraient dû être entreprises, mais elles ont été arrêtées dès le départ en raison d'inondations puis, ultérieurement, par des problèmes gouvernementaux.)

Un programme expérimental de destruction définitive de pesticides périmés a été récemment organisé dans une cimenterie du Pakistan (USAID, 1990a). L'objectif de ce projet était de faire la démonstration de l'efficacité du procédé de destruction employé et de son innocuité pour l'environnement, sans que la qualité de la production de ciment en souffre. Douze mille litres de pesticides organophosphorés et cinq mille cinq cents litres d'organochlorés ont été incinérés pendant le processus normal de fabrication de ciment; ils ont été injectés à raison de 1,3 à 3 litres par minute. Les analyses effectuées ont montré que les émissions de polluants ne dépassaient pas les normes fixées par l'Agence de Protection de l'Environnement du Pendjab. L'efficacité de ce procédé de destruction des pesticides a dépassé les 99,99%.

Il convient également de s'intéresser à la possibilité d'utiliser les centrales électriques et les fours à ciment de certains pays déterminés pour détruire les stocks de pesticides périmés d'une façon qui soit écologiquement acceptable. Le coût du déplacement de place en place d'une installation d'incinération commerciale mobile est probablement prohibitif. Mais, si une telle installation existe déjà dans un pays ou une région donnée, il serait intéressant d'examiner la possibilité de la modifier pour qu'elle puisse servir à l'élimination des pesticides.

Autre solution, ces produits pourraient être exportés en toute sécurité dans un pays disposant d'une installation appropriée d'élimination des pesticides. Cette solution pourrait convenir aux pays ne disposant pas d'une centrale électrique ou d'un four à ciment. Le transvasement en toute sécurité du contenu liquide des fûts détériorés dans des fûts plus résistants et le transfert des produits solides dans des conteneurs sûrs peut être un choix relativement sans danger, les risques écologiques étant correctement identifiés. Dans certains cas difficiles, on pourrait faire appel à des emballages additionnels. Cette même stratégie pourrait être adoptée pour transporter des produits en toute sécurité, de régions éloignées vers un site d'incinération situé dans le même pays. Les services logistiques devront prévoir ces transports pendant la saison sèche pour minimiser les risques d'accidents.

A titre d'exemple de la manière d'aborder ce problème, l'USAID/Niger et le Service de Protection des Cultures (CPS) du Niger associent leurs efforts pour limiter les risques posés par les stocks inutilisables de dieldrine. Cette coopération a entraîné la centralisation des stocks de dieldrine en deux endroits au Niger et l'élaboration d'un avant-projet de plan de "Phase II", prévoyant de nouvelles actions destinées à réduire encore les risques. L'USAID, le CPS et le fabricant de dieldrine, Shell Chemical, ont enquêté sur un certain nombre de choix possibles en matière de gestion à long terme des stocks de dieldrine, allant d'une totale destruction à un stockage de longue durée. Ces travaux ont débouché sur une opération commune, proposée par Shell et financée par Shell, l'USAID et le gouvernement du Niger, le Programme Nigérien d'Élimination de la Dieldrine, qui, en 1991, est parvenu à débarrasser le Niger de 54 000 litres de dieldrine - la totalité du stock connu de ce pays. La dieldrine a été transportée par camion et bateau aux Pays-Bas où ce pesticide a été détruit dans un incinérateur à haute température.

De plus, l'USAID et le gouvernement du Niger ont parrainé une Conférence Régionale sur l'Élimination des Pesticides, qui s'est tenue à Niamey en janvier 1990. La participation à cette conférence a permis au CPS de commencer à évaluer la nature du problème des pesticides inutilisables dans les pays du Sahel et d'entreprendre la réalisation d'un plan destiné à s'attaquer à ce problème. La conférence a également facilité la constitution de réseaux de relations professionnelles dans la communauté des spécialistes de la lutte contre les locustes et les sauteriaux.

Une fois que les stocks actuels auront été détruits, la gestion centralisée des stocks de pesticides, de nouvelles stratégies faisant un moindre usage des pesticides, et une nouvelle politique visant à supprimer toute utilisation inutile des pesticides, empêcheront que le problème ne se repose

3.9.7 Conteneurs vides

Le problème des conteneurs vides est principalement axé sur les fûts métalliques de 200 litres car les populations locales les considèrent comme des produits rares pouvant servir à de multiples usages: à la cuisson, au stockage de nourriture et d'eau, à la réalisation de toitures, de cloisons et de clôtures. Le danger menaçant les humains et l'environnement découle du fait que ces conteneurs présentent souvent des résidus de pesticides et sont rarement nettoyés après usage. Leur utilisation à des fins domestiques est une source potentielle d'absorption de substances toxiques par les humains et l'environnement.

En raison des risques connus d'empoisonnement de l'homme par l'utilisation de conteneurs de pesticides "vides" pour le stockage d'eau ou de nourriture, et malgré la possibilité de quelques usages bénéfiques de ces conteneurs, l'USAID a évalué les risques et a conclu qu'il fallait rincer, perforer, écraser et enterrer les fûts (TAMS, 1989), ou les décontaminer et les recycler. La destruction des fûts est la politique officielle.

La politique générale actuelle, qui est de rendre les fûts inutilisables en y perçant des trous et en les aplatissant, n'est pas largement appliquée. La grande valeur de ces conteneurs sur le marché local et le manque général de machines permettant de les aplatir font obstacle à l'application de cette politique. De plus, une fois ces fûts passés sous une machine, il faut encore les enterrer dans une décharge contrôlée. Cette opération est rarement effectuée en raison des problèmes posés par le creusement de fosses suffisamment profondes et la mise en place de matériaux-barrières sûrs empêchant toute pollution des eaux souterraines.

Comme les pesticides sont distribués par l'intermédiaire des Services nationaux de Protection des Cultures, dont les points de distribution aux utilisateurs sont au dessus du niveau administratif du hameau ou du village, il est difficile de nettoyer les fûts immédiatement ou de les retourner pour nettoyage à un point de distribution. Le nettoyage initial pourrait consister en une vidange systématique du reliquat du fût dans un fût récepteur, dès que possible après utilisation de son contenu. Par la suite, on pourrait rincer plusieurs fois chaque fût avec de l'eau additionnée d'une faible quantité de solvants ou de détergents, le rinsat étant recueilli dans les fûts de vidange déjà utilisés. L'eau, les solvants et les détergents nécessaires au nettoyage pourraient être expédiés avec les pesticides. Le volume de ces fournitures pourrait ne pas dépasser 2% du volume des fûts de pesticides. Les fûts rincés (imparfaitement nettoyés mais représentant maintenant un moindre danger) et les eaux de rinçage pourraient être retournées aux bases de distribution les plus proches, dans les véhicules ayant apporté les fûts pleins, ou elles pourraient être conservées jusqu'à plus avant dans la saison sèche, c'est-à-dire jusqu'au moment de la livraison des pesticides nécessaires aux opérations de l'année suivante. Les eaux de rinçage doivent être éliminées de la même façon que les stocks de pesticides périmés. Une telle stratégie permettrait de réduire considérablement les risques encourus par la population (car il y aura bien moins de résidus de pesticides dans les fûts) en cas de vol et de réutilisation de ces fûts à des fins domestiques, et les dangers de pollution des eaux en cas d'enfouissement dans une décharge contrôlée. Cependant, la mise en application de ces mesures de nettoyage des fûts peut s'avérer difficile si l'approvisionnement en eau de la région est limité.

La solution préférée est le renvoi des fûts vides au centre de distribution principal où ils seraient nettoyés à fond puis recyclés. Les fûts recyclés devront faire l'objet d'un marquage parfaitement évident. Cette solution est particulièrement attrayante pour des pays comme le Sénégal qui possèdent un centre de fabrication et de recyclage commercial des fûts, tout comme pour des pays faisant leur propre formulation pour une série de produits de protection des cultures et de défense contre les locustes et les sauteriaux. Néanmoins, les programmes de nettoyage centralisé pourraient parvenir à réduire les risques et à dégager des recettes de la vente sur le marché local de fûts nettoyés ou de pièces de métal provenant de ces fûts. Lorsque les fûts sont de grandes dimensions, il est facile de se procurer dans le commerce des machines à nettoyer les fûts relativement peu coûteuses et efficaces. L'USAID doit s'assurer que les mesures de nettoyage des fûts sont bien appliquées.

Etant donné les problèmes pratiques que cause la livraison des pesticides sur des sites éloignés, et les problèmes concomitants de nettoyage, d'élimination ou de réutilisation des fûts, la mise en place éventuelle de chemises étanches amovibles dans les fûts mérite qu'on s'y intéresse. Une fois vidés, les chemises peuvent être sorties des fûts qu'elles laissent relativement propres. Les chemises peuvent être ensuite placées dans des fûts séparés en vue de leur élimination en toute sécurité. Certains producteurs américains et australiens utilisent déjà ce mode d'emballage.

Enfin, les problèmes d'élimination seraient diminués s'il était possible de conclure un accord prévoyant l'utilisation de quelques types seulement de pesticides dans chaque pays, ce qui permettrait la mise en place de procédures standard de nettoyage.

L'USAID/Niger a préparé un avant-projet de "Plan prototype d'élimination des fûts" relatif aux fûts ayant contenu des pesticides organophosphorés. Ce plan a été soumis à l'examen et à la critique du Service de Protection des Cultures (CPS), du GTZ et du CIDA. Ce plan sera considéré avec attention pour évaluer dans quelle mesure l'équipement utilisé est approprié et pour déterminer (ce que n'évoque pas le plan) s'il ne serait pas nécessaire de desservir les fûts. L'avant-projet de plan suggère que les fûts décontaminés pourraient servir de clôtures, de panneaux de signalisation routière dans les zones désertiques et de protection des jeunes arbres. A l'issue de l'examen de ce plan, la sécurité des usages envisagés ainsi que des autres usages qui pourraient être proposés devrait être évaluée et modifiée s'il y a lieu. L'expérience acquise au Maroc par l'USAID dans le domaine de l'élimination des fûts devrait aussi être considérée afin d'envisager son application à d'autres pays (Keith, 1988; Pritchard, 1989).

3.10 Protection de la santé des populations

Il existe dans chaque pays et dans les principaux centres médicaux, tels que les hôpitaux, un corps de professionnels médico-sanitaires qualifiés et compétents. Toutefois, le niveau général des moyens sanitaires est inférieur aux normes de l'OMS, en particulier dans les zones rurales où les pesticides sont très fréquemment utilisés.

3.10.1 Organisation de la santé publique

L'organisation de la santé publique est relativement cohérente et de structure pyramidale dans les pays du Sahel. Dans les capitales et les grands centres de population, on a des hôpitaux, des médecins, des infirmières et du personnel paramédical. Dans les villes du niveau immédiatement inférieur, on a des dispensaires comptant souvent un médecin, plusieurs infirmières, du personnel paramédical ou des techniciens. Ces villes sont souvent des centres administratifs de district ou de région, ou de principaux marchés ou centres commerciaux. Dans les villages, on peut trouver une infirmière et quelques paramédicaux. Enfin, dans les plus petits villages et hameaux, on peut trouver quelques paramédicaux.

L'ensemble du personnel de santé doit être formé à reconnaître les symptômes d'un empoisonnement aux pesticides et à prendre les mesures qui s'imposent. Dans les plus petits villages les plus isolés, on peut avoir à transporter au centre médical le plus proche, accompagnées d'une infirmière, les victimes d'un empoisonnement. Toutes les infirmières diplômées des zones agricoles sujettes à des infestations de locustes et de sauteriaux doivent avoir été formées à reconnaître les symptômes d'un tel empoisonnement et à assurer les premiers soins. Les antidotes appropriés doivent être stockés en permanence et remplacés régulièrement pour être absolument certains de leur efficacité. En particulier, lors du montage d'une grande opération de lutte antiacridienne, il faut prévenir le personnel des services de santé et faire rentrer des doses supplémentaires d'antidotes. La plupart des cas d'empoisonnement réagissent aux antidotes, se soignent par du repos, à l'abri de toute exposition aux pesticides, mais le personnel de santé doit être au courant des moyens permettant de transporter une personne gravement malade au niveau de soins supérieur. Une des tâches importantes des directeurs des campagnes de lutte contre les locustes et les sauteriaux est de s'assurer de l'existence et de la disponibilité de tels moyens. En particulier, le Service de Protection des Cultures (CPS) national doit travailler en étroite collaboration avec le Ministère de la Santé afin de coordonner les actions de formation et d'intervention en cas d'accident.

Du matériel de formation approprié, destiné aux niveaux inférieurs de la pyramide de l'organisation de la santé publique, doit être préparé, sous forme d'affiches et dans la langue du pays. Il faut également mettre

en place du matériel de formation à l'intention du grand public pour aider ce dernier, lors des campagnes de lutte contre les sauteriaux et les locustes, à reconnaître les symptômes d'un empoisonnement aux pesticides.

3.10.2 Mesures à prendre pour éviter ou limiter les effets préjudiciables des pesticides

3.10.2.1 Eviter les zones peuplées

Une des principales actions préventives consiste à éviter les zones peuplées lors des opérations de pulvérisation. Ces opérations doivent respecter un périmètre de sécurité de 2,5 km autour des centres de population et il convient de faire un maximum d'efforts pour que les épandeurs soient conscients du risque de dérive du produit. Il faut parfaitement comprendre que les conditions météorologiques locales détermineront si les opérations d'épandage prévues seront véritablement effectuées. Les populations doivent être avisées qu'il leur faut couvrir les puits, les points d'eau extérieurs et la nourriture, et retirer les animaux du périmètre de sécurité. Les nomades doivent être avertis des épandages prévus et leurs déplacements doivent être surveillés avant le déclenchement de ces opérations. Tout le monde doit être informé d'avoir à éviter la zone traitée aussi longtemps que possible, et au minimum pendant deux jours. La protection peut être renforcée par un balisage serré des zones d'opération, permettant aux pilotes de bien détecter leurs cibles et aux populations de discerner les zones traitées. L'addition d'un colorant à la formulation du pesticide peut également aider à repérer les zones traitées. Les informations diffusées par les radios locales ont joué un rôle actif, ces dernières années, dans la réalisation de ces objectifs.

3.10.2.2 Prévenir les populations

Prévenir les populations de l'imminence du déclenchement d'opérations contre les locustes et les sauteriaux permet de limiter considérablement les expositions aux pesticides. Parmi les moyens les plus efficaces, citons les affiches, la communication orale passant par les agents des Services de Protection des Cultures (CPS) et par les organes dirigeants des villages, et les programmes radiophoniques très populaires et à large couverture régionale. Il faut aussi faire prendre conscience aux gens qu'il leur faut, après une opération d'épandage, s'abstenir de récolter leurs productions pendant un temps déterminé, de manger des produits pouvant avoir reçu des pesticides (par exemple les produits maraîchers) et, en particulier, de manger les sauterelles que l'on pourrait trouver après une opération d'épandage. Comme les criquets sont un élément courant du régime alimentaire local, ce point a besoin d'être quelque peu expliqué. Les professionnels de la santé, au plus bas niveau de la pyramide des services de santé, ont un rôle important à jouer: informer les gens des dangers des résidus de pesticides, en particulier de ceux que peuvent contenir les sauterelles. Des rapports de 1987, en provenance du Niger, exposent le cas de personnes ayant été sérieusement malades après avoir mangé des locustes et des sauteriaux. Des locustes et des sauteriaux achetés au hasard sur le marché de Niamey, puis analysés, se sont révélés contaminés par de la dieldrine et du HCH. Les postes frontière et les habitants des pays limitrophes doivent être prévenus du risque d'importation de locustes et de sauteriaux tués dans d'autres pays (dans le cadre de campagnes antiacridiennes) et pouvant contenir des résidus de pesticides.

La plupart des pays manquent de moyens appropriés pour rechercher rapidement et systématiquement la présence de pesticides dans les produits. Quand ils disposeront de matériel d'analyse, il leur faudra analyser des échantillons aléatoires d'aliments pour vérifier les conséquences des opérations d'épandage et préserver la santé des populations en empêchant que des produits contaminés soient introduits dans le circuit de distribution alimentaire. En attendant, le manque de moyens de contrôle est une raison de plus d'insister sur la prévention plutôt que sur la lutte chimique.

3.10.2.3 Précautions à prendre par les personnes maniant des pesticides

Il est probable que la majorité des cas d'exposition et d'empoisonnement aux pesticides concernent les personnes en contact de par leur métier avec ces pesticides, en particulier ceux qui les formulent, ceux qui les manutentionnent et ceux qui les appliquent. Il faut informer ces personnes qu'elles risquent d'être affectées de trois façons (par voie dermique, par ingestion et par les voies respiratoires), et leur enseigner les mesures à prendre pour limiter le plus possible ces risques. Parmi les précautions les plus faciles à prendre, citons le port d'un masque de protection, d'une chemise à manches longues, d'un pantalon et de chaussures ou de protège-pieds consommables bon marché, à évacuer en lieu sûr. Les Services de

Protection des Cultures (CPS) peuvent avoir à fournir des vêtements appropriés identifiables aux travailleurs exposés aux pesticides (avec l'aide de l'USAID), et à laver ces vêtements pendant la saison de traitement. De telles mesures peuvent engendrer des effets secondaires tels qu'une prise de conscience plus grande par la population locale du sens des actions antiacridiennes, une amélioration du moral des épandeurs de produits et quelques petits avantages financiers pour les travailleurs.

3.10.2.4 Dosage de cholinestérase

Les dosages de cholinestérase doivent être réservés au départ aux personnes manutentionnant régulièrement des pesticides organophosphorés. Au nombre de ces personnes, citons les formulateurs, les manutentionnaires et le personnel d'épandage des Services de Protection des Cultures (CPS). Pour que la surveillance soit efficace, il faut que ces examens aient lieu au début, au milieu et en fin de campagne de traitement. Tous les travailleurs devront avoir été formés à reconnaître les symptômes d'empoisonnement et encouragés à signaler leur apparition au personnel d'encadrement. L'ensemble du personnel d'encadrement devra avoir reçu une formation très complète sur les problèmes d'empoisonnement et être parfaitement conscient de la nécessité de cesser immédiatement de laisser en contact avec des pesticides les personnes présentant des symptômes d'empoisonnement. Les travailleurs atteints, affichant un faible taux de cholinestérase, doivent être mis à l'abri de toute nouvelle exposition aux pesticides jusqu'à ce que leur taux de cholinestérase redevienne acceptable. De plus, le personnel d'encadrement doit assumer la responsabilité de conduire le plus rapidement possible le travailleur atteint au professionnel de santé le plus proche, pour observation et traitement s'il y a lieu. Il faut éviter que les travailleurs signalant eux-mêmes qu'ils présentent des symptômes d'empoisonnement soient pénalisés financièrement. La généralisation à toute la population des dosages de cholinestérase n'est aucunement efficace à ce stade.

3.11 Formation

La participation de l'USAID a pour objectif d'aider les pays à devenir autonomes dans le domaine de la lutte contre les locustes et les sauteriaux. Dans cette optique, il faut que les programmes soient simples et qu'ils fassent appel à des technologies appropriées, conçues spécialement en fonction de la situation et des moyens du pays. Savoir si le coût de telles opérations est supportable est une sérieuse question dans les pays du Sahel. Pour que les programmes de lutte puissent être menés à long terme et avec succès, il faut que leurs frais de fonctionnement soient les plus faibles possibles. La formation peut aider à parvenir à l'autonomie.

3.11.1 Services nationaux de Protection des Cultures (CPS)

Tous les pays du Sahel organisent la lutte contre les locustes et les sauteriaux de façon similaire. La responsabilité des opérations est généralement confiée à un Service de Protection des Cultures (CPS), rattaché à un ministère. Ce ministère coordonne les actions avec les autres ministères concernés (par exemple pour les questions touchant les parcs nationaux et l'importation de produits). Le personnel des Services de Protection des Cultures peut être classé en trois catégories: ceux qui s'occupent uniquement de la question des locustes et des sauteriaux, ceux qui ont à traiter des questions de locustes et de sauteriaux mais qui ont aussi d'autres tâches, et ceux qui n'ont rien à voir avec les locustes et les sauteriaux. L'objectif est d'avoir un Service de Protection des Cultures national, prenant sous sa responsabilité la lutte contre les locustes et les sauteriaux dans le cadre d'un plus vaste programme de protection des cultures. On pourrait ainsi parvenir à gérer avec une totale efficacité les stocks de pesticides, les actions de formation (y compris sur le terrain) du personnel et l'utilisation des ressources (y compris les équipements).

Un Service de Protection des Cultures typique a une organisation pyramidale, un ensemble de professionnels bien formés opérant à partir de la capitale du pays, et un département consacré uniquement à la lutte antiacridienne (au moins dans les périodes d'invasion). Les autres niveaux de la pyramide, de la pointe vers la base, sont la région, le district, la ville, le village et le hameau. Aux niveaux du district et de la ville, on trouve généralement du personnel qualifié du Service de Protection des Cultures. Ce personnel surveille les opérations menées aux niveaux inférieurs contre les locustes et les sauteriaux par le personnel des villages de la région qui fournissent le cadre des brigades villageoises. Il est bien entendu nécessaire que le Service de Protection des Cultures assure en permanence la direction technique des opérations pour

que les actions menées par les brigades puissent se poursuivre et s'améliorer. Pour parvenir à un tel résultat, une formation constante s'impose.

Les programmes de formation des Services de Protection des Cultures doivent prendre en considération le fait que la lutte antiacridienne est une entreprise de longue haleine, le taux de rotation du personnel par départ à la retraite, l'attrait d'autres possibilités de travail et les départs dus au manque de perspectives d'avenir. Etant donné que la lutte contre les locustes et les sauteriaux doit reposer sur des missions de prévention menées pendant les longues périodes de rémission et sur la possibilité de fournir la structure nécessaire aux opérations à mener en cas de fléau, il est urgent de prendre des mesures pour que la mémoire collective des efforts déployés en période de lutte ne soit pas perdue en cas de longues périodes de rémission. En conséquence, il faut tout faire pour que le personnel de base des Services de Protection des Cultures ait régulièrement (par rotation) à affronter une situation de crise, de sorte que, pendant une période triennale, tout le personnel ayant un rôle à jouer ou susceptible de jouer un rôle dans la lutte contre les locustes et les sauteriaux ait bénéficié d'au moins une période de formation intensive sur le terrain. Les connaissances acquises doivent être transmises au personnel des villages quand les circonstances l'imposent.

La nécessité de préserver les connaissances acquises et de maintenir de hauts niveaux de compétence dans les domaines concernés est un véritable défi étant donné les ressources souvent limitées des pays africains. Bien qu'une amélioration des rémunérations ne soit généralement pas la solution valable pour empêcher une rotation trop rapide du personnel, l'amélioration de la qualification professionnelle du personnel et la création d'un esprit d'entreprise par de fréquents stages, réunions de travail et conférences régionales dans le pays sont des solutions possibles. Comme les opérations de lutte antiacridienne se placent souvent dans un cadre multinational, la tenue de conférences régulières, consacrées à la formation et à l'établissement de relations entre les spécialistes des locustes et des sauteriaux, et opérant des regroupements régionaux de pays, permettrait de conserver les compétences techniques et la grande disponibilité des équipes, pour un coût acceptable.

La formation pourrait se concentrer, entre autres, sur les sujets suivants, adaptés aux conditions locales et aux espèces de locustes et de sauteriaux qu'on y rencontre:

1. Identification des espèces, y compris aux stades immatures,
2. Prospection sur le terrain et procédés de description,
3. Lutte intégrée contre les ravageurs,
4. Techniques d'épandage terrestre,
5. Techniques d'épandage aérien,
6. Problèmes de santé et de sécurité,
7. Essais de pesticides,
8. Considération des critères économiques lors de la prise de décision,
9. Education de la population,
10. Direction des opérations logistiques (stages à l'intention des surveillants),
11. Renforcement des brigades villageoises et des opérations terrestres des CPS,
12. Stockage et élimination des pesticides dans de bonnes conditions.

A titre d'exemple de possibilités de formation, un certain nombre de réunions de travail sur les techniques d'épandage ont été organisées au Niger. Le Service de Protection des Cultures (CPS) a tenu une réunion de travail à Tahoua, du 14 au 17 mai 1989, sur l'épandage aérien de pesticides. L'USAID/Washington, l'USAID/Niger et la FAO ont financé, en avril 1989, un cours de formation régional sur l'utilisation, l'entretien et le contrôle, en toute sécurité, des équipements d'épandage terrestre et aérien en UBV, et, en mai 1989, un cours sur la réalisation de matériel pédagogique. En juin 1988, une réunion de travail de cinq jours a été organisée à Niamey pour les responsables sahéliens des opérations sur le terrain. Cette réunion a été principalement consacrée à l'utilisation des cages Micronair, des pulvérisateurs montés sur pôt d'échappement et du matériel TIFA. On y a insisté sur la façon d'utiliser des papiers sensibles à l'huile pour surveiller le diamètre des gouttelettes et la largeur des andains. L'ACDI finance également des cours sur les techniques d'épandage, destinés au personnel des Services de Protection des Cultures.

Autre exemple, le séminaire sur "L'Aspect Santé des Epanagements de Pesticides", qui s'est tenu à Bamako, Mali, en mai 1989. Comme cette réunion de travail a accueilli en même temps des agents des Services de Protection des Cultures et du personnel de la santé publique, elle a fourni un forum permettant à chaque organisme de faire connaître son attitude à l'autre. De telles rencontres sont très bénéfiques, car elles permettent d'échanger des connaissances, et efficaces, car elles permettent de réaliser des objectifs communs, aussi faut-il les encourager chaque fois que possible. De même, il faudrait autant d'échanges d'idées que possible entre les spécialistes des locustes et des sauteriaux et les autres membres du personnel des Services de Protection des Cultures, qu'il s'agisse de personnel de terrain ou de personnel administratif. La communication entre organismes différents est pleinement en accord avec la mission fixée aux Services de Protection des Cultures: mener la lutte contre les locustes et les sauteriaux dans le cadre d'un plus vaste programme national de protection des cultures.

La gestion des pesticides, dans de bonnes conditions de sécurité, et leur utilisation dans de bonnes conditions d'efficacité, sont sérieusement compliquées par l'emploi de nombreux pesticides différents, sous diverses formulations. En principe, chaque formulation différente exige des dosages différents au moment de son application et implique des mesures de précaution plus ou moins importantes. Les équipements à utiliser varient également. Un réglage et une utilisation corrects des équipements sont extrêmement difficiles dans le contexte africain. Un mauvais réglage augmente considérablement les risques pour l'environnement et pour l'épandeur, et détériore le rapport coût-efficacité du programme de lutte contre les locustes et les sauteriaux. La formation continue réduirait largement ces problèmes et permettrait d'exercer une pression constante visant à normaliser les produits, les équipements et les procédures. Le retour de l'information, lors des stages de formation, du personnel de terrain vers les dirigeants des Services de Protection des Cultures et vers les groupes de coordination des pays donateurs pourrait également parvenir à diminuer ces problèmes. De plus, la coordination des organismes donateurs en matière de marquage des pesticides et des équipements serait d'une grande aide.

Le transfert de ses connaissances des produits, équipements et techniques à des personnes extérieures aux Services de Protection des Cultures et travaillant au niveau du village ou de l'exploitation agricole, est un des principaux défis à relever par le personnel des Services de Protection des Cultures placé en première ligne. Ici encore, pour des raisons financières d'une part, et de sécurité et d'efficacité d'autre part, la formation continue de brigades villageoises s'impose. S'ajoutant aux efforts déployés par les Services de Protection des Cultures dans les zones non agricoles, ces brigades sont le pivot des actions de prévention menées dans les périodes de rémission. Il faut faire un maximum d'efforts pour que les méthodes restent simples et cohérentes et pour contrôler les équipements et les produits formulés. Au niveau des villages et au plus bas échelon de la pyramide du Service de Protection des Cultures (CPS), il faut vérifier périodiquement l'efficacité et le réglage des équipements.

3.11.2 Mission de l'USAID

Le personnel technique et les équipes d'assistance technique doivent suivre une formation technique courte mais intense (y compris linguistique, s'il y a lieu), et acquérir quelques connaissances des matériels de formation disponibles et de leur mode d'utilisation. De plus, chaque mission doit constamment s'efforcer de trouver la solution qui aiderait le pays hôte à parvenir à l'autonomie en matière de lutte antiacridienne, sans oublier que cette solution doit être supportable financièrement. Par exemple, la surveillance est une pièce essentielle de la stratégie actuelle de lutte contre les locustes et les sauteriaux aussi, pour l'améliorer, il serait utile d'organiser des réunions de travail sur les radiocommunications sur le terrain et sur la réparation radio. En fait, la réparation radio pourrait très bien s'effectuer dans des centres régionaux déterminés.

CHAPITRE 4

CONSEQUENCES ET CHOIX DES ACTIONS FUTURES

4.0 Point IV: Aspects écologiques des futurs programmes d'assistance

L'USAID a maintenant l'intention d'utiliser les leçons des programmes passés et les recommandations des études extérieures à la préparation des futurs programmes d'aide, en insistant particulièrement sur la lutte préventive contre les locustes et les sauteriaux. L'USAID s'est engagé, jusqu'à présent, dans des programmes d'aide aux pays africains, destinés à protéger leur production agricole des acridiens. Aujourd'hui, il faut que de tels programmes soient pleinement en accord avec les mesures écologiquement rationnelles. L'USAID tente de prendre en compte les recommandations suivantes: 1) celles du Rapport au Congrès Américain du Comité de la Santé et de l'Environnement (Conservation Foundation, 1988); 2) celles du Rapport d'Evaluation de l'Environnement (PEA) (TAMS, 1989); 3) celles de l'évaluation à mi-parcours du Programme d'Aide d'Urgence à l'Afrique contre les locustes et les sauteriaux (AELGA) (Tropical Research and Development, 1989); 4) celles du Rapport du Bureau d'Evaluation des Technologies du Congrès Américain (U.S. Congress [OTA], 1990); 5) celles de chacun des avant-projets de Rapports d'Evaluation Complémentaire de l'Environnement (SEA). La vision du futur, qui sous-tend ces efforts, considère sept grandes priorités dont on débattrà plus loin, dans le contexte des problèmes d'environnement.

4.1 Limitation de l'usage des pesticides.

Etant donné que les pesticides ont le pouvoir de détériorer l'environnement, on réduit les risques en limitant l'emploi des pesticides et en choisissant avec prudence les pesticides à utiliser. A cet égard, les principales composantes de la lutte intégrée contre les ravageurs (IPM) sont traitées dans les sept points suivants. La solution préconisée par l'USAID devrait être insister sur la lutte intégrée contre les ravageurs (IPM).

4.1.1 Lutte intégrée contre les ravageurs (IPM)

En matière de lutte contre les populations acridiennes, la solution préférée de l'USAID est la lutte intégrée contre les ravageurs (IPM). Cette solution n'est pas entièrement axée sur l'utilisation d'une seule et unique tactique de combat contre les locustes et les sauteriaux. Alors que la méthode préférée actuelle repose largement sur l'application de pesticides chimiques, l'adoption de la lutte intégrée contre les ravageurs (IPM) représente une réorientation des moyens existant. L'objectif est de combattre le plus efficacement possible les populations de locustes et de sauteriaux tout en limitant au strict minimum les effets sur l'environnement. Donc, toutes les méthodes disponibles (y compris le choix des pesticides) seront envisagées et utilisées afin de parvenir au résultat suivant: application de la plus faible quantité possible de produits chimiques sur la plus faible superficie possible.

On prévoit que les méthodes traditionnelles et autres méthodes ne recourant pas aux pesticides seront davantage utilisées, en association à d'autres méthodes de lutte. De plus, un meilleur système de surveillance devrait permettre de mieux déterminer les infestations et d'évaluer attentivement les risques d'explosions démographiques et de déclenchement d'invasions. Quand un départ d'invasion est imminent, on peut envisager un traitement aux pesticides. La lutte intégrée contre les ravageurs comporte également des composantes telles que la modélisation, la prospection, la géostatistique et l'échantillonnage. L'utilisation de seuils économiques et la détermination du moment le plus propice à l'application d'un traitement, reposant sur la dynamique de la population des ravageurs, sont des exemples des méthodes modernes et prudentes de lutte aménagée contre les nuisibles. L'emploi de ces méthodes évitera toute réaction excessive face à des présomptions de départ d'invasion imminent et devrait permettre une utilisation plus efficace et plus économe des pesticides. Quand les recherches et les évaluations auront prouvé l'efficacité des solutions non chimiques, par exemple des régulateurs de la croissance des insectes ou des phéromones, ces solutions pourront être intégrées aux méthodes de lutte classiques.

4.1.2 Lutte préventive

Les experts sont persuadés qu'il est possible de maintenir indéfiniment les locustes en phase de rémission grâce à une surveillance rigoureuse et à des actions de lutte préventive menées au moment opportun. Bien que le coût de cette méthode paraisse élevé dans les périodes de rémission, la vigilance est payante avec le temps car elle évite d'avoir à lancer des opérations coûteuses en situation d'urgence au niveau régional et elle protège l'environnement de l'application à grande échelle de pesticides pour protéger les cultures chaque fois qu'elles sont menacées. L'USAID, en principe, soutient le concept de lutte stratégique expliqué dans le Plan FAO interrégional de Lutte Préventive contre le criquet pèlerin en Afrique de l'ouest et du nord-ouest (FAO 1989b, 1991). Une communication récente a examiné l'utilisation de la lutte stratégique pendant la dernière période d'invasion de locustes (Showler et Potter, 1990).

4.1.3 Amélioration de la prise de décisions prudentes.

Malgré le peu de données disponibles sur les cultures ou leurs insuffisances, et l'incertitude des seuils économiques décidant des interventions, il est prudent de résister autant que possible aux pressions politiques exigeant des mesures rapides. Les actions menées en toute hâte, face à une invasion généralisée de nombreux essaims de locustes risquent non seulement d'être préjudiciables à l'environnement mais encore d'être économiquement injustifiables. Par exemple, des populations de locustes recouvrant des centaines d'hectares mais n'atteignant pas les seuils densitaires critiques d'intervention et se trouvant en un lieu géographique éloigné des cultures n'ont aucune importance économique évidente. La position géographique de l'infestation par rapport aux zones écologiquement sensibles, et des considérations logistiques (entre autres les cultures limitrophes) doivent entrer en ligne de compte lors de la prise de décision. L'USAID devrait adopter des règles de décision plutôt restrictives en matière d'application de pesticides.

Il est en général moins coûteux de prévenir les problèmes d'environnement que de les guérir¹. En instituant des normes et des mécanismes raisonnables de surveillance des secteurs industriel et agro-industriels, on est en mesure d'éviter que de sérieux problèmes d'environnement ne surgissent plus tard dans ces secteurs. Dans le cas de la pollution agrochimique et de nombreux problèmes de gestion des déchets, il est possible de mettre sur pied des systèmes de manutention satisfaisante des stocks de produits chimiques périmés et des conteneurs vides.

4.1.4 Evolution vers l'autonomie

L'USAID s'efforce de contribuer à faire évoluer les pays en développement vers l'autonomie en matière de lutte contre les acridiens, aussi, en principe, soutiendra-t-il dans ces pays la création d'organismes institutionnels menant des actions de formation à l'utilisation des pesticides en toute sécurité, transposables à d'autres programmes, employant des méthodes traditionnelles ou non chimiques sous contrôle local, et contribuant à l'amélioration des infrastructures.

¹ Par exemple, il est beaucoup moins coûteux de conserver des déchets chimiques dans l'enceinte d'une usine que de les évacuer dans une décharge contrôlée où ils risquent de polluer le sol, l'air, les eaux de surface et les eaux souterraines. Non seulement les problèmes de pollution s'étendent, d'où la nécessité de traiter de plus grandes quantités de déchets, mais les techniques à employer (forage de puits, par exemple) sont plus coûteuses. Dans les pays en développement, chaque nation doit évaluer le coût relatif du nettoyage de son environnement dans le temps -- -- peut-être qu'une opération plus coûteuse de nettoyage serait mieux supportée demain par une nation devenue plus prospère. Il faut aussi considérer le coût d'opportunité des capitaux employés au nettoyage alors qu'ils pourraient servir à des investissements industriels. Cependant, dans tous les cas connus, le coût d'un "nettoyage ultérieur" s'élève plus rapidement que le taux de croissance des pays dont l'économie est relativement solide.

Les brigades paysannes (Figure 5) peuvent être les principaux acteurs des campagnes antiacridiennes, en assumant, par exemple, un rôle de surveillance, en communiquant leurs informations, en détruisant les oothèques, en réduisant les bandes larvaires - à condition de consacrer du temps et des efforts à leur formation. La sensibilisation des agriculteurs est une opération de formation qui s'est généralisée depuis 1985 dans les zones où les locustes et les sauteriaux sont véritablement un problème endémique, mais la formation de brigades d'intervention au niveau des villages n'a commencé qu'un an plus tard.

Ces brigades, généralement composées de dix jeunes gens choisis pendant les stages de sensibilisation, suivent un entraînement (d'environ trois jours) de niveau relativement élevé si l'on considère le volume d'informations qui leur sont transmises. Il leur est remis une certaine quantité de pesticides (en général 5% ou moins sous forme de poudre) et une partie des produits de traitement et de protection. Ces jeunes gens reçoivent des Services de Protection des Cultures une formation ultérieure et ont la charge de la lutte antiacridienne au niveau du village. Avec l'introduction des concentrés pour UBV et des pulvérisateurs UBV portés à bras d'homme, il devient de plus en plus important d'insister fortement sur la sécurité en matière d'emploi des pesticides et sur l'utilisation d'équipements de protection contre les pesticides. Les brigades villageoises devraient bénéficier d'un programme régulier de formation continue.

La formation est menée de façon particulièrement active dans les zones isolées, éloignées de tout centre d'activité, par exemple dans la Haute Vallée, Mali (où des organismes paraétatiques et des agences de développement opèrent déjà, d'où une sensibilisation à ces problèmes probablement plus poussée). Ces actions de formation ont porté en 1989 sur environ 224 brigades de protection des cultures villageoises, et, en 1990, sur environ 446 brigades. Elles ont donc touché respectivement près de 2240 et 4660 agriculteurs (SPV, 1991). Ces brigades villageoises ainsi que les autres agriculteurs formés à ces méthodes jouent un rôle de plus en plus important dans le domaine de la protection nationale des végétaux, ce qui répond bien aux objectifs de décentralisation. Cependant, la difficulté de se procurer des équipements de protection contre les pesticides et d'avoir accès à la formation est préoccupante.

4.1.5 Eviter les zones protégées

Les écosystèmes africains sont soumis à un certain nombre d'agressions et sont vulnérables à l'impact sur l'environnement des opérations de lutte contre les insectes. L'USAID s'est fortement engagé à éviter toute action pouvant aggraver la situation. Les zones classées comme appartenant à une catégorie de territoires protégés - les parcs nationaux, les réserves d'animaux, et toutes les zones marécageuses - ne devraient pas être traitées avec des pesticides financés par l'USAID, que leurs ressources naturelles soient bien ou mal protégées des autres agressions. Eviter les zones protégées assurera une certaine sécurité aux mammifères et aux oiseaux d'Afrique qui constituent un patrimoine unique, et fera prendre davantage conscience aux gouvernements des pays en développement de la nécessité d'une telle protection. De plus, ces zones servent de refuge pour le développement des maladies naturelles et des parasites des locustes et des sauteriaux.

4.1.6 Limiter les incertitudes

Une des principales difficultés quand on travaille sur les problèmes africains, c'est le manque de sources d'information. L'USAID devrait insister sur la nécessité d'améliorer la collecte, la conservation et l'utilisation des informations dans tous les domaines.

Les bases de données sont inconsistantes et insuffisantes quand on doit planifier la protection de l'environnement. Quand ces bases de données sont relativement complètes, aucune coordination intégrée des données n'est facilement disponible sous forme informatisée ou sous forme de tableaux. Ce manque de coordination des données s'étend aussi à l'insuffisance des communications entre les différents services gouvernementaux. Il faudrait élaborer des procédures de collecte et d'analyse des informations. En matière de planification, il faudrait une procédure formelle pour examiner les conséquences sur l'environnement de chaque projet envisagé. On pourrait, par exemple, établir une procédure d'évaluation de l'environnement, instaurée dans les chapitres appropriés d'un plan de développement économique national, qui pourrait s'appliquer à l'industrie, aux ressources en eau, aux secteurs urbains et côtiers, aux sites d'irrigation, aux sites agricoles et au secteur du stockage des denrées alimentaires. Une base de données plus complète sur

les ressources naturelles en péril et sur leur position géographique par rapport à d'autres activités pourrait permettre une meilleure protection des dites ressources sans trop ralentir la croissance économique.

4.1.7 Trouver des solutions de remplacement des pesticides chimiques

L'USAID admet qu'il y a peu de solutions de remplacement des pesticides chimiques de synthèse. Les méthodes de lutte traditionnelles n'ont pas été convenablement étudiées et leur efficacité n'a pas été totalement évaluée. Quant aux méthodes biologiques elles pourraient bien ne pas convenir au contexte africain. Malgré cela, les outils non chimiques sont tout à fait capables de réduire notre dépendance des pesticides chimiques. C'est pourquoi l'USAID devrait continuer à soutenir le développement de méthodes non chimiques de lutte contre les acridiens.

Afin que les programmes de lutte contre les locustes et les sauteriaux soient concentrés sur la prévention des fléaux, il est nécessaire d'exploiter totalement les méthodes connues de surveillance et de lutte intégrée contre les ravageurs (IPM). Par la force des choses, cette stratégie est un processus à long terme qu'il faut intégrer au programme actuel dont il est issu. Un rapport du Congrès américain (US Congress (OTA), 1990), spécifie que les agences américaines ne doivent pas se contenter de réagir aux situations de crise (gestion des crises) mais qu'elles doivent organiser des programmes d'intervention continue qui, en fin de compte, se révéleront plus efficaces et moins préjudiciables à l'environnement. Un rapport à venir (FAO, 1990c), devrait faciliter l'identification des principales zones de danger à répétition, c'est-à-dire des foyers de reproduction et d'infestation, ainsi que la détection précoce des pullulations et la limitation de l'usage des pesticides.

Un rapport d'ensemble de la FAO (FAO, 1988d), fixe l'ordre de priorité des recherches relatives à la lutte contre les criquets pèlerins et à la flore, et propose de se concentrer particulièrement sur les méthodes semiochimiques et sur les méthodes d'évaluation des dégâts subis par les cultures, de prospection et de surveillance (d'alerte précoce en particulier) et sur de nouvelles tactiques de lutte contre les nuisibles. Ce rapport souligne que ces activités déboucheraient sur des applications pratiques. Ce rapport mérite d'être considéré très attentivement lors de la phase de préparation de futures actions.

Les recherches sur le margousier ont progressé. Schmutterer (1990) et Radcliffe et al. (1990, 1991) ont terminé récemment leur étude des applications sur le terrain de ces recherches et le GTZ (1991) a enregistré des résultats encourageants au Niger. Les usages possibles des semiochimiques ont été soigneusement examinés à l'intention, entre autres, du Ministère norvégien de la Coopération au Développement (Bie, 1989). Le rapport correspondant souligne qu'il est important de lutter contre les locustes dans leurs aires de reproduction, avec des produits chimiques agissant sur les mécanismes responsables de leur transformation phasaire, par exemple en utilisant comme outil de prévision des modèles détaillés de la dynamique des populations acridiennes et, comme arme, des phéromones et des hormones.

Des kairomones, qui sont des substances provoquant un phénomène d'attraction et de stimulation de l'appétit, pourraient être incorporées à des appâts comportant également des produits toxiques et pathogènes ou des régulateurs de croissance. Des plantes désertiques, *Schouwia* au Sahara Occidental et *Tribulus*, *Aerua*, *Cenchrus* et *Indigofera* en Inde, qui abritent des insectes, renferment peut-être des substances chimiques spécifiques qui pourraient servir à la réalisation de produits attirant les ravageurs et stimulant leur appétit.

Les allomones sont des substances répulsives ou dissuasives que l'on pourrait utiliser pour protéger les plantes cultivées de la destruction ou pour détourner les locustes vers des plantes-piège. L'identification et l'isolement des gènes produisant ces substances végétales pourrait permettre d'utiliser davantage les plantes transgéniques pour piéger les locustes. Le principal problème avec les plantes-piège, c'est que les espèces préférées des locustes sont également celles que préfèrent le bétail et les animaux sauvages. Les graminées importées du Mali en Australie pour améliorer les pâturages se sont révélées être les espèces préférées des locustes.

Les phéromones sont des substances naturelles émises par les insectes pour réguler le comportement du groupe et elles peuvent interrompre la phase grégaire des locustes. Les hormones sont produites par certaines plantes dans le cadre de leur tactique contre les herbivores. Il a été montré que des analogues des

hormones, trouvées dans des plantes désertiques, jouaient un rôle important en matière de développement et de fécondité des locustes (Odhiambo, 1988). Il a été proposé d'utiliser plusieurs de ces substances pour réguler les populations de locustes et de sauteriaux (ICIPE, 1988), comme suit:

Une phéromone de grégarisation déclenche la concentration et la grégarisation des locustes et les conduit à former des bandes larvaires puis des essaims d'adultes. Des phéromones de maturation accélèrent et synchronisent la maturation sexuelle des deux sexes. Des phéromones d'oviposition grégarisent les locustes femelles sur les mêmes sites de ponte et stimulent la ponte des oothèques. Des phéromones de solitarisation incitent à un passage à la phase solitaire et peuvent être utilisées pour disperser les locustes. Les phéromones de blocage de la maturation arrêtent ou retardent la maturation sexuelle. Des analogues d'hormones juvéniles et des hormones anti-juvéniles, régulant la maturation et le comportement alimentaire ont également été proposées.

Les témoignages exposés dans le Rapport d'Evaluation de l'Environnement (PEA) semblent indiquer que les pesticides sont largement utilisés. Les pesticides sont employés dans des programmes sanitaires, dans l'agriculture et dans des programmes spéciaux de lutte contre les nuisibles (dont les locustes et les sauteriaux). L'utilisation généralisée des pesticides au Mali a fait récemment l'objet d'une étude (Peckham, 1990; Peckham et Cooper, 1991). Certains pourraient considérer que la preuve d'une telle utilisation à grande échelle des pesticides fournit des arguments pour continuer à les utiliser largement dans les campagnes antiacridiennes puisqu'on en fait un usage bien plus important dans d'autres domaines (Figures 7 et 8). Cependant, le programme de lutte contre les locustes et les sauteriaux devrait devenir un modèle en matière de protection de l'environnement et servir de cadre aux échanges d'idées sur les problèmes d'environnement. Comme les programmes antiacridiens s'orientent de plus en plus vers la lutte préventive, ils pourraient également conduire à utiliser les pesticides dans des zones isolées qui n'auraient peut-être pas encore été soumises à un tel traitement.

Les solutions envisagées par l'USAID pour résoudre les problèmes posés par les acridiens, devraient être bénéfiques, indépendamment des problèmes des locustes et des sauteriaux. Il faudrait insister sur les actions de surveillance, la détection précoce et "une agriculture viable moyennant peu d'intrants", soit des actions de détection et de lutte empêchant de fortes augmentations des populations au prix d'une utilisation d'un minimum de pesticides. On entend par des interventions "prudentes" le recours à des moyens de lutte "traditionnels", le respect de certaines zones à considérer comme des lieux de refuge et la délimitation de périmètres de sécurité à proximité des cours d'eau. De plus, l'USAID insistera sur la nécessité d'informer les gens des mesures de sécurité à observer vis-à-vis des pesticides et sur la création d'organisations et d'infrastructures (par exemple des laboratoires) qui pourraient aussi servir à d'autres fins.

4.2 Surveillance, prévision et prévention

Comme recommandé par l'OTA, le TR&D et le TAMS, l'USAID devrait avoir un programme permanent qui mettrait l'accent sur la surveillance systématique et la prévention et serait intégré aux plans de développement à long terme. La technologie des cartes de végétation a été transférée à un centre régional d'AGRHYMET situé au Niger. Le soutien des programmes de prévision et de prévention ("lutte stratégique") de la FAO, devrait être poursuivi. Quand des traitements seront véritablement nécessaires, la constitution de brigades villageoises sera encouragée. Au nombre des actions spécifiques menées par l'USAID, citons: 1) la prolongation du Programme d'Aide d'Urgence à l'Afrique contre les locustes et les sauteriaux (AELGA) et l'extension de ses objectifs; 2) la budgétisation de fonds pour financer le soutien de l'USAID à la FAO; 3) la rédaction dans la langue appropriée des Rapports d'Evaluation Complémentaire de l'Environnement (SEA) propres à tous les pays qui auront, ou pourraient avoir, un programme d'action dans les cinq prochaines années.

La Figure 6 présente les différents volets d'un programme national respectueux de l'environnement, utilisé avec succès en Chine depuis plusieurs décennies pour lutter contre les criquets migrateurs orientaux, *Locusta migratoria migratoria* et *L. m. tibetensis* (Hsien, 1974). Après que les épandages massifs de pesticides n'aient pas réussi à réduire substantiellement les populations de locustes, dans les années 1950, un programme fondamentalement écologique a été lancé.

Par des enquêtes et par la collecte d'informations sur l'environnement, les points de départ des essaims de criquets ont été identifiés. Par la suite, diverses méthodes de lutte ont été intégrées de façon à éliminer les sites de ponte de prédilection et détruire les larves et les imagos. Parmi les méthodes employées pour empêcher la ponte, citons le labourage qui détruit physiquement les oeufs, le maintien des eaux à un niveau suffisamment élevé pour faire disparaître les habitats de ponte, le drainage de certaines zones pour supprimer l'humidité nécessaire au dépôt des oeufs ou pour entraîner le dessèchement des oeufs déjà en place, la mise en place de cultures de riz de décrue qui détruisent les sites de ponte, la dérivation des canaux et l'expansion des marais salants.

Parmi les techniques de suppression des larves et des imagos, indiquons le déplacement et le rassemblement massif de canards domestiques, grands consommateurs de larves de locustes, la plantation d'espèces végétales et d'arbres déplaisant aux locustes et l'encouragement de leurs ennemis naturels, tels que certaines espèces d'oiseaux, par la création d'habitats artificiels de nidification dans les prairies. Un traitement ponctuel aux pesticides n'a été employé qu'en cas de nécessité absolue.

Après être parvenu à maîtriser les criquets migrateurs, le réseau national chinois mis en place pour lutter contre les locustes a étendu son champ d'action et est devenu le centre des opérations de lutte intégrée (IPM) contre d'autres ravageurs.

Il semble que cette solution écologique novatrice au problème de la lutte contre les locustes ravageurs puisse être mise à profit dans de nombreux pays, y compris en Afrique, pour lutter contre les sauteriaux et beaucoup d'autres ravageurs.

4.3 Efficacité de la lutte antiacridienne

L'USAID devrait insister sur l'efficacité des opérations antiacridiennes sur le plan de la protection des ressources alimentaires. La lutte intégrée contre les ravageurs (IPM) devrait être la pierre angulaire de ces opérations et les recherches sur les seuils économiques d'intervention se poursuivront. De plus, par le biais des Rapports d'Evaluation Complémentaire de l'Environnement (SEA), l'USAID devrait encourager l'amélioration des bases de données en matière de productivité des cultures et de dégâts subis par les cultures.

Bien que les recherches sur les méthodes de lutte biologique n'aient pas encore permis de remplacer les pesticides, elles seront poursuivies. Pour qu'elles soient menées avec efficacité, un comité d'étude technique devrait assurer la supervision et la coordination avec les recherches de l'USDA sur les sauteriaux en Amérique du Nord.

Tant que les méthodes de lutte biologique ne se seront pas véritablement imposées par une meilleure efficacité, les interventions chimiques seront encore nécessaires en certaines circonstances. Pour améliorer les choses par rapport aux opérations antérieures, l'USAID devrait accorder davantage d'attention à la bonne formulation des pesticides employés et au bon choix des techniques d'application de ces pesticides, non seulement en fonction de leur efficacité sur les espèces cibles, mais encore, afin de limiter le plus possible les risques encourus par la population humaine et les espèces non visées.

Comme on se trouve actuellement en situation de non urgence (en période de rémission), les investissements qu'exigeraient la création et le fonctionnement d'une banque de pesticides ne sont pas aujourd'hui au premier rang des priorités. On peut considérer que cette période temporaire est des plus propices à l'amélioration de l'état des installations de stockage et de manutention des pesticides. L'USAID encourage l'amélioration des entrepôts et des méthodes de manutention des pesticides. Par exemple, l'USAID/Niamey travaille avec le gouvernement du Niger à l'amélioration des conditions de stockage des pesticides dans tout le pays. L'USAID/Washington a préparé un ensemble de principes directeurs sur l'emploi des pesticides, à l'usage des Missions et des gouvernements des pays en développement. Ces principes directeurs seront complétés et diffusés en 1991. Ils serviront, entre autres, à imposer des spécifications pour les achats de pesticides de l'USAID.

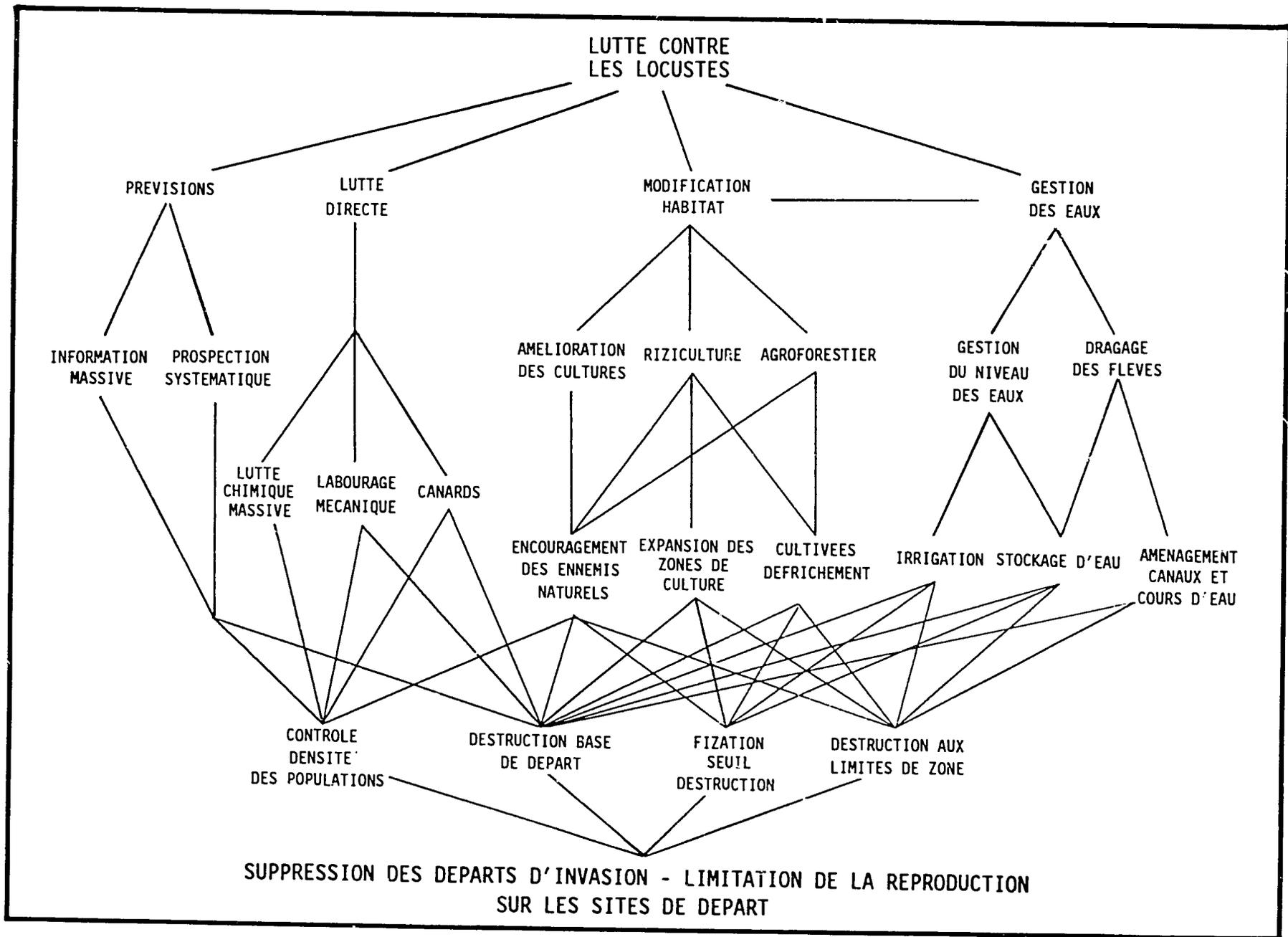


Figure 6. Schéma de principe d'une approche écologique de la lutte intégrée contre les locustes migrateurs appliquée en Chine (adaptation d'un schéma de Hsien (1974). Traduction de Anghe Zhang et William Olkowski, du Bio-Integral Resources Center (BIRC), Berkeley, Californie).

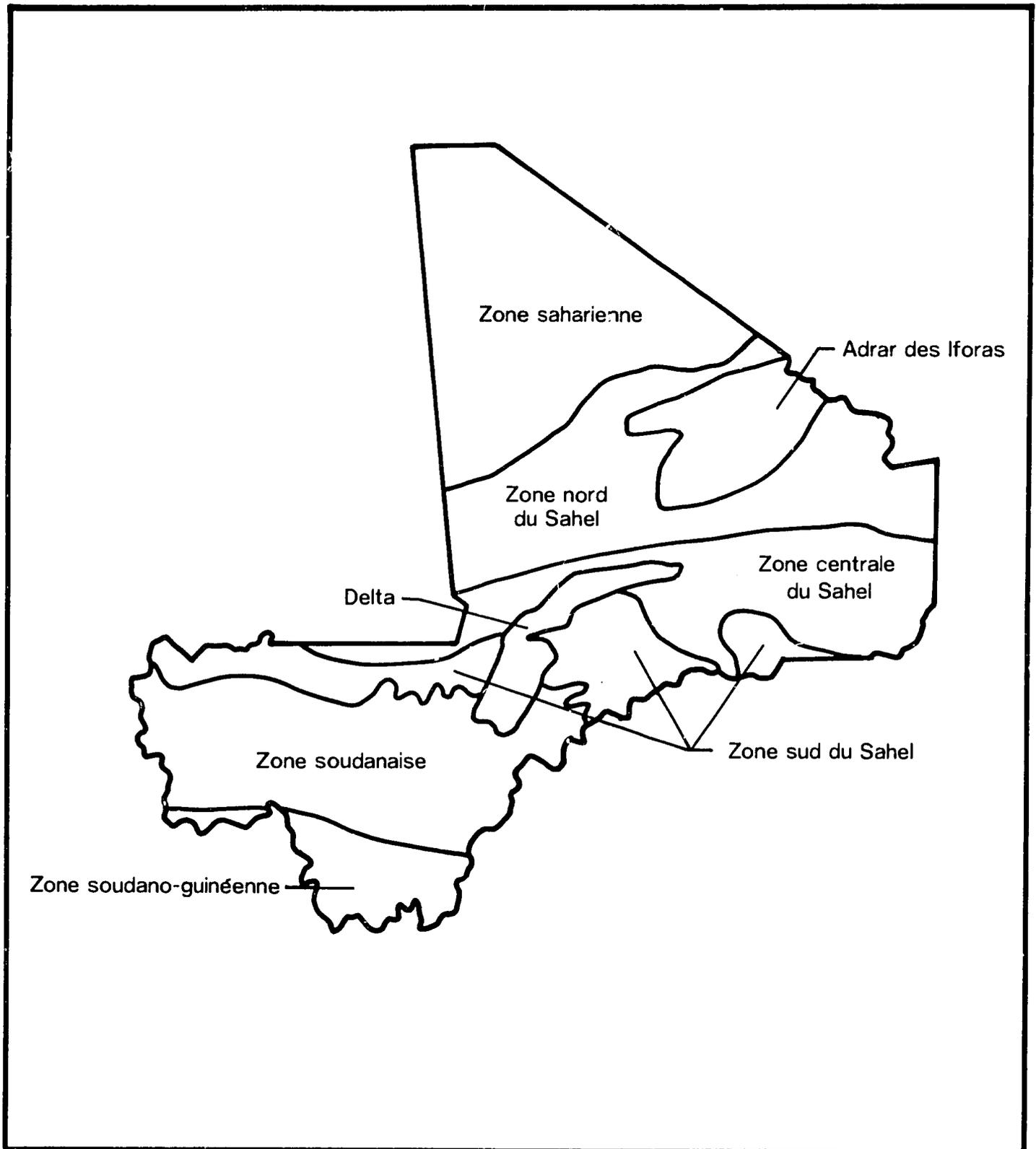
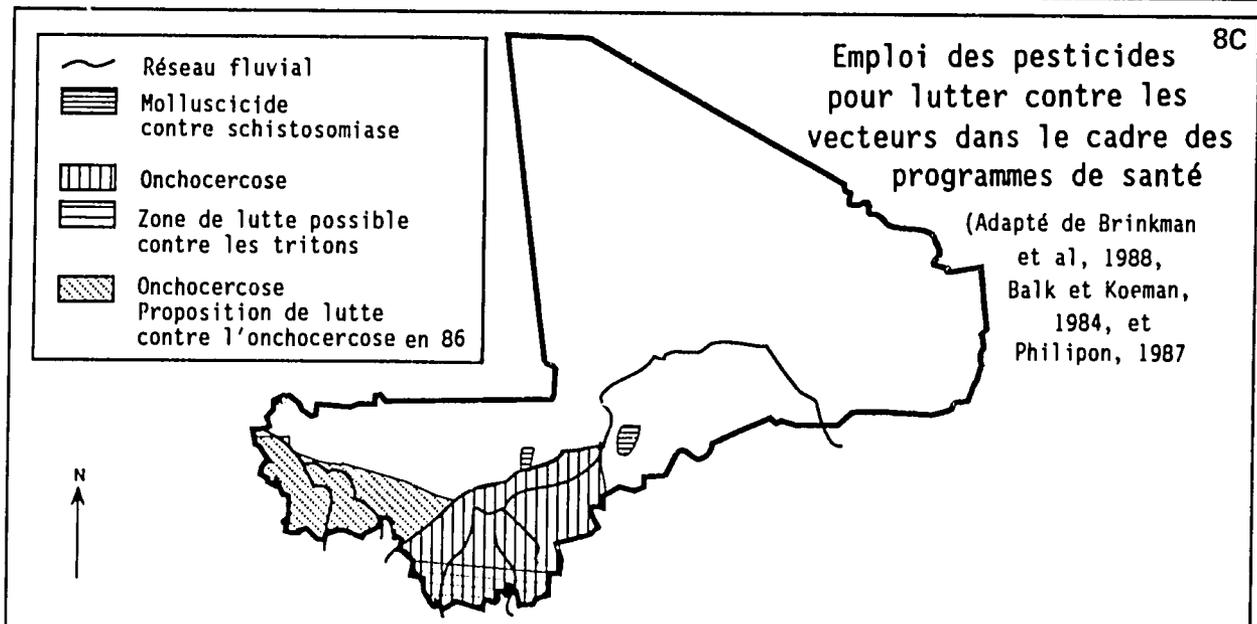
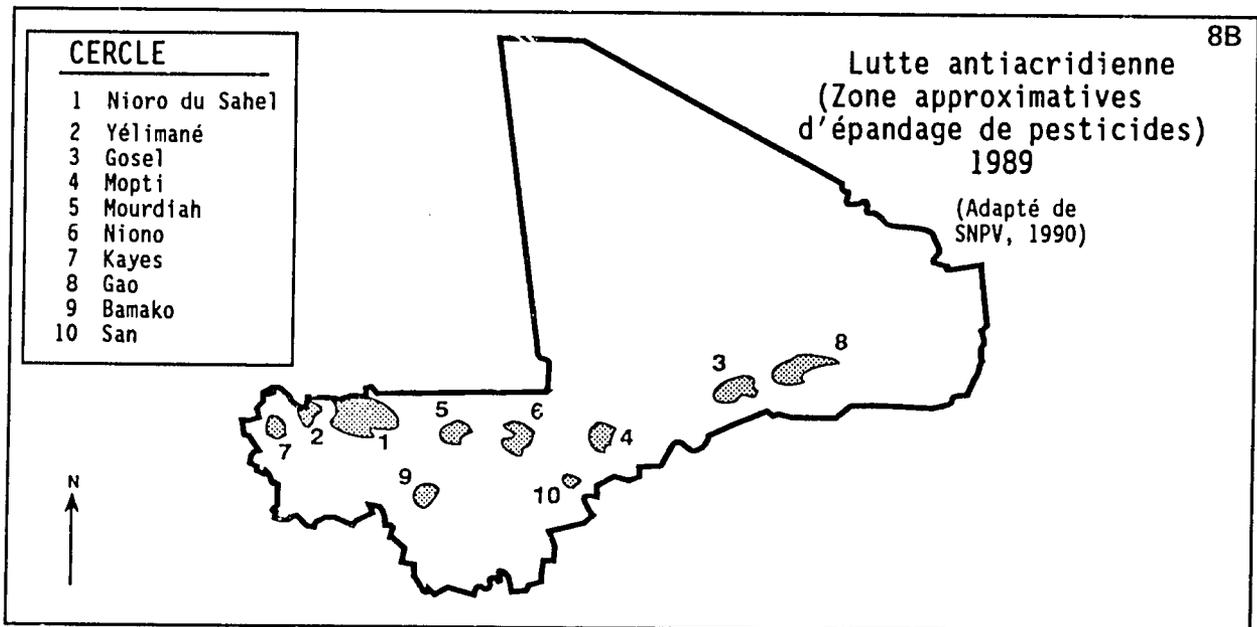
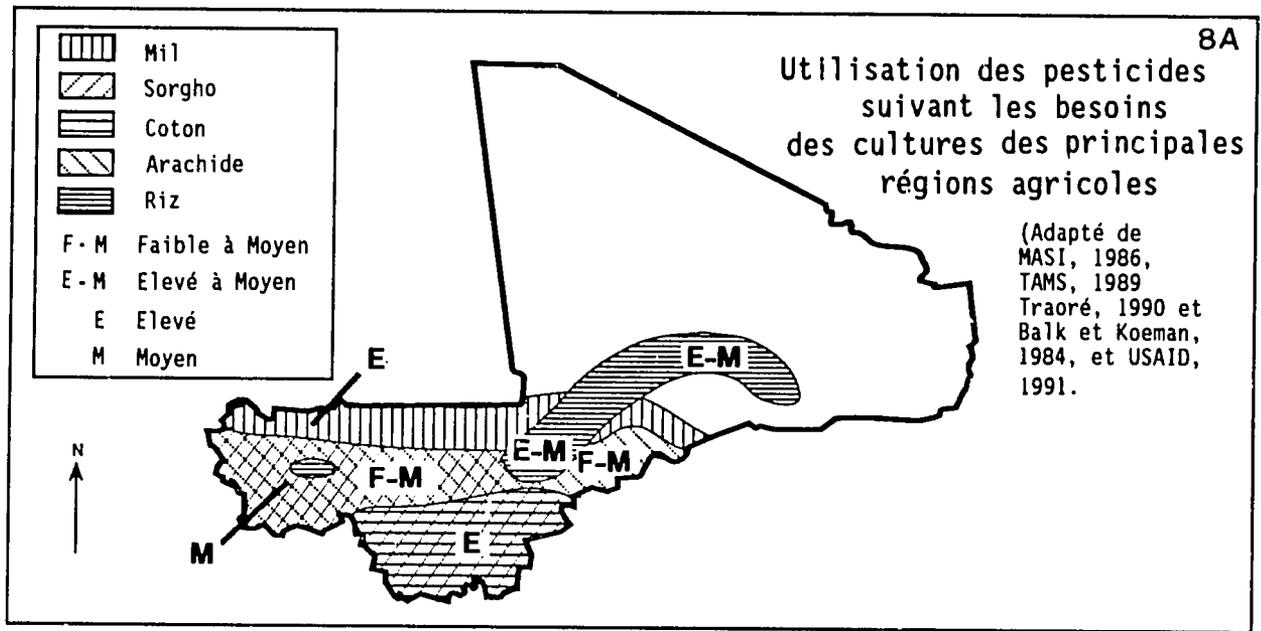


Figure 7. Zones biotiques du Mali sur lesquelles pourraient empiéter les opérations de lutte antiacridienne. Adapté de Traoré, 1980, et IUCN, 1989.



Peckham, P. 1990 and Peckham, P. and J.C. Cooper, 1991

Figure 8. Autres exemples d'utilisation multiple et redondante de pesticides au Mali

Autres mesures déjà en vigueur et qui seront conservées afin de permettre aux opérations de lutte antiacridienne de se dérouler efficacement et en toute sécurité: 1) une assistance technique en matière d'entomologie, fournie aux Missions n'ayant pas les moyens d'engager un entomologiste à plein temps; 2) la diffusion d'un manuel des pesticides à employer pour lutter contre les acridiens; 3) la fourniture d'une formation logistique sur le terrain; 4) un apprentissage à l'utilisation correcte du soutien aérien; 5) l'obtention d'inventaires des pesticides utilisables.

4.4 Création d'organismes institutionnels et considérations de gestion

La pierre angulaire de tous les efforts de l'USAID est la création d'organismes institutionnels et la coordination. Les efforts que l'USAID consacre au programme de lutte contre les locustes et les sauteriaux stimulent ceux des autres donateurs, des organismes régionaux, des gouvernements des pays hôtes et des organisations nationales de défense de l'environnement. Par exemple, en rédigeant les Rapports d'Evaluation Complémentaire de l'Environnement (SEA), l'USAID a facilité la constitution de comités techniques nationaux composés principalement de représentants de différents ministères des pays hôtes. Ces comités nationaux ont souvent pris une part importante dans la rédaction effective de ces SEA et ont fréquemment insisté pour poursuivre leurs travaux une fois ces SEA entièrement rédigés, afin de s'assurer que certaines valeurs (telles que la santé, la protection de l'environnement et la production agricole), étaient bien considérées lors du processus de prise de décision. Dans beaucoup de cas, les organisations nationales de défense de l'environnement ont été elles aussi consultées dès les premiers stades de la rédaction des SEA.

L'USAID et les pays africains doivent absolument aborder les problèmes d'environnement sous un angle pluridisciplinaire et intersectoriel. Il leur faut pour cela agir dans deux directions: 1) avoir du personnel formé à aborder les problèmes sous un angle pluridisciplinaire (c'est-à-dire capable de considérer les différentes dimensions des problèmes); 2) prévoir des mécanismes efficaces au niveau gouvernemental pour assurer la coordination de différents secteurs. La recherche est un impératif absolu dans les domaines de la gestion des sols et de l'eau, de la lutte contre les ravageurs, de la production et de la sécurité alimentaire.

Toutes les activités exigent une certaine dose d'éducation écologique. Dans ce cadre, il faut informer les différents acteurs des conséquences pour l'environnement des actions menées (terminées ou en cours), prévoir la formation des différents spécialistes nécessaires à l'évaluation correcte des informations (dans les domaines des mathématiques, des sciences, de l'économie, des questions interdépendantes, etc.) et à la considération des problèmes sous leurs multiples aspects.

Dans chaque pays, la responsabilité de la formulation et de la gestion de la politique de l'environnement aux niveaux national, régional et local, doit être redéfinie, et il faut remplacer l'inextricable écheveau des administrations qui se chevauchent et des responsabilités insuffisamment définies par une organisation administrant l'ensemble des questions d'environnement et déléguant, s'il y a lieu, des responsabilités aux niveaux régional et local. La décentralisation, la délégation de pouvoir et la participation locale à une meilleure gestion des ressources sont des objectifs souhaitables et louables. Cependant, il faut être réaliste et admettre que la décentralisation ne marchera pas partout. Premièrement, certaines situations exigent des opérations très centralisées. Deuxièmement, dans beaucoup de pays, la capacité actuelle d'exploitation par les groupes locaux des avantages de cette stratégie est limitée et avant qu'une décentralisation d'une certaine importance ne puisse avoir lieu, il faudra des actions de formation et la création d'organismes institutionnels. Troisièmement, les grandes orientations politiques nationales peuvent tout à fait décourager la décentralisation et la participation locale. Il est toutefois important que les planificateurs et les décideurs encouragent les initiatives et les responsabilités locales chaque fois que la situation le permet.

Autres problèmes organisationnels nécessitant le soutien de l'USAID: 1) trouver un "domicile fixe" ou un office responsable de la lutte contre les locustes et les sauteriaux dans les différents secteurs géographiques (ce qui facilitera par ailleurs l'intégration des opérations antiacridiennes dans les plans de développement à plus long terme); 2) demander des Plans d'Action dans le cadre du processus d'approbation des opérations de lutte contre les locustes et les sauteriaux; 3) prévoir suffisamment de

personnel pour faire face aux problèmes actuels (tout en anticipant les besoins à long terme); 4) renforcer les moyens informatiques (matériels et logiciels).

4.5 Prévention des impacts sur la santé des populations et sur l'environnement

L'USAID doit insister sur la nécessité d'éviter que la santé des populations ou l'environnement ne subisse un préjudice du fait des opérations menées. Le personnel de l'USAID a évalué les méthodes de lutte antiacridienne et leurs impacts possibles. Il a procédé, au Mali et au Soudan, à des évaluations des pesticides sur le terrain et à des études des effets de ces pesticides sur l'environnement. Ces efforts ont été en partie secondés par une campagne internationale d'essais de pesticides au Sénégal et par les Rapports d'Evaluation Complémentaire de l'Environnement (SEA) du Burkina Faso, du Cameroun, du Tchad, du Mali, de la Mauritanie, du Niger, du Sénégal et du Soudan. L'USAID envisage que les Rapports d'Evaluation Complémentaire de l'Environnement (SEA) deviennent des documents dynamiques, mis à jour à intervalles réguliers, à mesure que des informations supplémentaires seront disponibles, que de nouvelles techniques de lutte biologique apparaîtront et que les orientations seront mieux déterminées.

Dans le cadre des mesures de protection de la santé des populations et de préservation de l'environnement l'USAID insiste sur la nécessité d'une bonne formation et d'une bonne protection des épandeurs de pesticides, sur un étiquetage correct et un stockage convenable des pesticides, sur la nécessité de prendre des décisions prudentes pour pouvoir bénéficier de son soutien financier, d'adopter des techniques limitant les superficies traitées, d'insister sur l'éducation des populations en matière d'opérations de traitement, par exemple par des campagnes d'affichage dans les lieux publics très fréquentés, la fourniture d'informations sur les symptômes d'empoisonnement et la distribution d'antidotes, l'identification et la protection des zones écologiquement sensibles et l'identification et l'élimination des pesticides périmés et des conteneurs vides. De plus, l'USAID travaille avec l'EPA sur l'élaboration du cahier des charges de conteneurs modèles, avec d'autres donateurs et avec le secteur privé sur la mise au point, avec la FAO, de meilleures méthodes de surveillance des effets des pesticides sur l'environnement, et avec chaque pays pour faire valider les méthodes de surveillance médicale par dosage de cholinestérase. On devrait continuer à insister sur la nécessité de l'assistance technique. De plus, en prévision des effets cumulés, l'USAID travaille à la privatisation de la distribution des pesticides dans un environnement fortement réglementaire, afin de faire passer le coût de ces produits sur les utilisateurs et de réduire ainsi les usages abusifs de pesticides résultant de leur subventionnement. Bien qu'aucun inventaire de toutes les utilisations actuelles des pesticides n'ait encore été réalisé, c'est en agriculture, que l'on sait être la plus grande utilisatrice de pesticides, qu'il faudra en toute première priorité faire un effort .

BIBLIOGRAPHIE

- A.I.D. [Agency for International Development]. 1987a. Africa Bureau, Locust/Grasshopper Strategy Paper (Washington, DC: A.I.D., February).
- A.I.D. 1987b. "AID Locust/Grasshopper Management Workshop Management Workshop," Dakar, Senegal, Feb. 6-9
- A.I.D. 1988. "Grasshopper/Locust Workshop, Report and References," Harpers Ferry, WV, January.
- A.I.D. 1989a. Development and the National Interest: U.S. Economic Assistance into the 21st Century. A.I.D., Washington, DC, 159 pp.
- A.I.D. 1989b. "Morocco Locust Control Project (608-0196): Lessons Learned," cable from A.I.D./Morocco, No. 5692, Rabat, Morocco, Jun. 9, 1989.
- A.I.D. 1989c. "Guidance for Preparation of Supplementary Country-Specific Environmental Assessments (EA) for Locust Grasshopper Control," Cable to missions (State 275775), Aug. 29, 1989.
- A.I.D. 1989d. Locust/Grasshopper Management Operations Guidebook (Washington, DC: January).
- A.I.D. 1990a. Test Results from a Pilot Burn of Overaged Pesticides, D.G. Khan [Cement Plant], Punjab, Pakistan. In: Pesticide Disposal in a Cement Kiln in Pakistan: Report of a Pilot Project. Report prepared for Office of Foreign Disaster Assistance. November. Washington, D.C.
- A.I.D. 1990b. West African Regional Pesticide Disposal Conference held in Niamey, Niger, January 21-26, 1990.
- A.I.D. 1991a. Supplemental Environmental Assessment of the Locust/grasshopper control program in Mali. Bamaka, January.
- A.I.D. 1991b. Pest Management Guidelines. Washington.
- Alomenu, 1985. "Current Trends in African Migratory Locust Plague Prevention". Outlook on Agriculture, vol. 14: 165-173.
- Arata, Andres, and S.G. Breeland. 1990. Manual for Preparation of Initial Environmental Evaluations (IEE) and Environmental Assessments (EA) of A.I.D. projects for the Control of Vector-Borne Diseases. Vector Borne Diseases Control Project A.I.D. Science and Technology Bureau.
- Balk, I. F., and J. H. Koeman. 1984. "Future Hazards from Pesticide Use". Commission on Ecology Papers Number 6, International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (Gland, Switzerland).
- Beeden, P. 1972. The pegboard--an aid to cotton pest scouting. PANS 18 (1):43-45.
- Bennett, L.V. 1976. "The Development and Termination of the 1968 Plague of the Desert Locust, Schistocerca gregaria," Bulletin of Entomological Research, vol. 66: 511-552.
- Bie, Stein W., B. Herstad, H. Olafsson, and L. Somme. 1989. "Locust and Grasshopper Control: a Scientific Background Paper for Norwegian Aid Policy, with Particular Reference to the Sahel." Norwegian Ministry of Development Cooperation on request from the SSE Program Coordinator.
- Bishop, J. 1969. "The On-site Costs of Soil Erosion in Mali: Accounting approaches." Prepared for the Agricultural Division, World Bank, Washington, April.

- Blackith, R.E. and F.O. Albrecht. 1979. "Locust Plagues: the Interplay of Endogenous and Exogenous Control," *Acrida*, vol. 8, 1979, pp. 83-94.
- Bottrell, D.G. 1979. *Integrated Pest Management*, Council on Environmental Quality (Washington, DC: U.S. Government Printing Office).
- Bottrell, Dale G. 1984. "Governmental Influence on Pesticide Use in Developing Countries," *Insect Science and Applications*, vol. 5 (3): 151-155.
- Bottrell D.G. 1987. "Applications and Problems of Integrated Pest Management in the Tropics," *Journal of Plant Protection in the Tropics*, vol. 4 (1):1-8.
- Bourasset, Arnaud-Xavier et Michel Launois. 1988. "La Logique d'Organisation d'un Service de Protection des Végétaux au Sahel," *Série Spéciale No. 1* (Montpellier: CIRAD/PRIFAS) Décembre.
- Brinkman, U.K., C. Werler, M. Traone and R. Korte. 1988. *The National Schistosomiasis Program in Mali: Objective, Organization, Results*. *Trop. Med. Parasit.* 39:157-161 (Verlag, Stuttgart, N.Y.).
- Bull, David. 1982. *A Growing Problem: Pesticides and the Third World Poor* (Oxford: Oxfam).
- Bullen, F.T. 1966. "Locusts and Grasshoppers as Pests of Crops and Pasture - a Preliminary Economic Approach," *Journal of Applied Ecology*, vol. 3:147-168.
- Bullen, F.T. 1970. "A Review of the Assessment of Crop Losses Caused by Locusts and Grasshoppers," *Proceedings of the International Study Conference on Current and Future Problems of Acridology*, London, pp. 163-169.
- Cabral, J.R.P. 1987. "Carcinogenicity of Pesticides," *Toxicology of Pesticides: Experimental, Clinical and Regulatory Perspectives*, Lucio G. Costa, Corrado L. Galli, and Sheldon D. Murphy, (eds.), (Berlin: Springer-Verlag), pp. 125-145.
- CARE Britain, "1988. *Locust Survey and General Pest Damage Survey*," unpublished memorandum with information on Sudan in 1988.
- Castleton, C. 1991. *Evaluation of the Village Brigades for Crop Protection in the Sahel*. Report on a FAO/OCLALAV Mission to Chad, Mali and Senegal, August-September 1990. Rome.
- Chambers, Robert. 1983. *Rural Development: Putting the Last First* (London: Longman Group Ltd.).
- Chang, Chang-Shyan. 1974. *Acta Entomologica Sinica* 17(2): 247-257.
- Charbonneau, Robert. 1989. "Declaring Biological War," *The IDRC Reports*, vol. 18: (3): 8-9.
- Conservation Foundation (CF). 1988. Opportunities to Assist Developing Countries in the Proper Use of Agricultural and Industrial Chemicals, vol. 1, Conservation Foundation, Washington, DC.
- Coop, L., B. Croft, C. Murphy and S. Miller. 1989. "Economic Analysis of African Locust/Grasshopper Control: GHLSIM Model. Part I." Technical Reference. Submitted to Office of Africa Bureau, A.I.D., Washington, by International Plant Protection Center and Dept. of Entomology at Oregon State University, Environmental Protection Project. Corvallis, Oregon.
- Coop, L., B. Croft, C. Murphy and S. Miller. 1989. "Economic Analysis of African Locust/Grasshopper Control. Part II." GHLSIM User Manual. *op. cit.*
- Coop, L., B. Croft, C. Murphy and S. Miller. 1989. "Economic Analysis of African Locust/Grasshopper Control. Part III." *Analysis of the 1987 Grasshopper Campaign in Chad*. op. cit.

- Coop, L. 1991. Crop Loss Assessment Near Mourdiah, Mali. Oregon State University. Paper presented at Researchers Colloquy on Crop Loss Assessment in Millet in the Sahel. INSAH and A.I.D. March 20-23. Ouagadougou, Burkina Faso.
- Coop, L. and B.A. Croft. A decision-support system for Economic Analysis of Grasshopper Treatment Operations in the Sahel. *Crop Protection* (in press).
- Currey B., et al. 1987. "How Useful is Landsat Monitoring?" *Nature*, vol. 328, Aug. 13, pp. 587-589.
- Delgado, F., C. Bradley and J. Henry. 1991. *Beauveria bassiana* Grasshopper Bioinsecticide Field Trial, Cape Verde, August, 1990. Report to A.I.D. Project No. 698-0517.
- De Visscher, Marie-Noël, Jean-François Duranton, Michel Launois et Géraldine Garcia. 1988. "Effets Directs et Indirects, Immédiats et Différés de la Lutte Antiacridienne sur l'Environnement," Série Spéciale No. 3 (Montpellier, France, CIRAD-PRIFAS, Décembre).
- Dynamac Corp. 1988. In association with Consortium for International Crop Protection, Results of the Locust Pesticide Testing Trials in Sudan, Technical Report to the U.S. Agency for International Development, December.
- Everts, J.W., Ed. 1990. Environmental Effects of Chemicals in Locust and Grasshopper Control. A pilot study. ECLO/SEN/003. NEM Project Report. FAO Rome. 277 p.
- FAO (U.N. Food and Agriculture Organization). 1986a. African Agriculture: the Next 25 Years. Annex V. Inputs Supply and Incentive Policies, ARC/86/3, FAO, Rome.
- FAO. 1986b. International Code of Conduct for the Distribution and Use of Pesticides. Rome. 28pp.
- FAO. 1988a. "Emergency Assistance for the Locust Control Campaign in the Sahel Countries," AG:ECLO/RAF/005/USA, Rome.
- FAO. 1988b. Report of Expert Consultation on the Introduction of "Prior Informed Consent" in Article 9 of the International Code of Conduct on the Distribution and Use of Pesticides. Rome, 23-25 March. 22pp.
- FAO. 1988c. "Report of the Meeting on the Use and Hazards of Dieldrin in Desert Locust Control," Rome, Oct. 21.
- FAO. 1988d. Report of the Meeting on Desert Locust Research, "Defining Future Research Priorities" (Rome, 18 October).
- FAO. 1989a. "African Locust Bulletin," No. 10/89, Apr. 17.
- FAO. 1989b. "Improvement of Preventive Control Against the Desert Locust" and "Status of the FAO Desert Locust Control Commissions and Organizations," AGP:DLCC/89/9-10, Rome.
- FAO. 1989c. "The Desert Locust Research and Development Register", No. 1, Emergency Centre for Locust Operations, Rome, July.
- FAO. 1989d. The Principle of Prior Informed Consent (PIC) in the International Code of Conduct on the Distribution and Use of Pesticides. Rome. 36pp.
- FAO. 1990b. Emergency Centre for Locust Operations, unpublished data, April.
- FAO. 1990c. Atlas of Locust Breeding Areas. FAO Research and Development Register No. 2.

- FAO. 1991. Preventive Control of the Desert Locust. Project document, Rome.
- Farrington, J. 1977. Economic threshold of insect pest infestation in peasant agricultures: an equation of applicability. PANS 23 (2):143-148.
- F.E.W.S. (Famine Early Warning System). 1987. 1986 Grasshopper and Locust Infestations. Africa Bureau, A.I.D. Washington, D.C.
- Frisbie, R.E. et al. 1989. Integrated pest management systems and cotton production. John Wiley and Sons, New York.
- GIFAP [International Group of National Associations of Manufacturers of Agrochemical Products]. 1991. Disposal of Unwanted Pesticide Stocks, Guidance on the selection of practical options. (GIFAP, Brussels).
- Gilbertson, G.I. and H.C. Severin. 1937. Destroy grasshopper eggs. Extension Circular 371. South Dakota State College, Brookings, SD. December. 8pp.
- GTZ. 1991. Ergebnisse der Versuche zur Bekämpfung der Wüstenheuschrecke *Schistocerca gregaria* in der Republic Niger 1990. Project on Biological Integrated Control of Acridids. GTZ, Eschborn, Germany.
- Gunn, D.L. 1979. "Systems and Management - Strategies, Systems, Value Judgements and Dieldrin Control of Locust Hoppers," Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B, vol. 28: 429-445.
- Hansen, M. 1987. Escape from the Pesticide Treadmill: Alternatives to Pesticides in Developing Countries (Mt. Vernon, NY: Institute for Consumer Policy Research, Consumers Union).
- Haskell, P.J. 1970. "The Future of Locust and Grasshopper Control," Outlook on Agriculture, vol. 6(4).
- Hemming, C.F. 1974. The Locust Menace (London: Centre for Overseas Pest Research).
- Henry, J.R., J.L. Fowler, M.C. Wilson, and J.A. Onsanger. 1985. "Infection of West African Grasshoppers with *Nosema locustae* Canning (Protozoa: Microsporida: Nosematidae)," Tropical Pest Management, vol. 31: 144-147.
- Hoffman, D.J. and W.C. Eastin, Jr. 1981. "Effects of Malathion, Diazinon, and Parathion on Mallard Embryo Development and Cholinesterase Activity," Environmental Research, vol. 26:472-486.
- Hsien, Fengnan. 1974. Changed Face of Locust Region by Integrated Control of Locusts. ActaEntomologica Sinica, Vol. 17(3): 241-246 (en chinois).
- IUCN [International Union for the Conservation of Nature]. 1986. Review of the Protected Area System in the Afrotropical Realm. Map 3.1: Vegetation and Protected Areas of West Africa. Commission on National Parks and Protected Areas, with U.N. Environment Program. Gland, Switzerland.
- IUCN. 1989. Wetlands Report. IUCN Bulletin, Special Report 20:4-6.
- IUCN. 1989. Projet de Conservation de l'Environnement dans le Delta Intérieur du Fleuve Niger: Rapport Final. International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources. Gland, Suisse.
- International Environment and Development Service of the World Environment Center. 1987. Evaluation of Disposal Options re: Pesticide Wastes in East Africa, Contractor report prepared for the Governments of the Sudan, Ethiopia, Kenya, and Somalia, and the U.S. Agency for International Development (New York: WEC, October).

- Jensen, J. 1985. "Pesticide Use in East and Southern Africa - An Overview," Proceedings from Regional Workshop, Pesticide Management in East and Southern Africa, A.I.D., REDSO, Nairobi, Kenya, Mar. 10-15.
- Jensen, J. 1987. "Trip Report and Observations Made on Pesticide Disposal Survey Team -Sudan, Ethiopia, Kenya, and Somalia" (College Park, MD: Consortium for International Crop Protection).
- Jensen, J. 1987. "Trip Report on Pesticide Disposal for A.I.D.," San'a, Yemen (College Park, MD: Consortium for International Crop Protection).
- Johnson, D.L., M.S. Goettle, C. Bradley, H. van der Paauw and M. Maiga. 1991. Field Trials with the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* against grasshoppers in Mali, West Africa, July 1990. Ciba-Geigy Basle, Switzerland.
- Keith, J. and Mullie. 1990. The Effects of Fenitrothion and Chlorpyrifos on Birds in the Savannah of Northern Senegal. In Everts, 1990.
- Khoury, Habib, Christopher Potter, Harry Moore, and Adam Messer. 1989. "Technical Mission Report for the Tunisian Locust Control Campaign, Nov. 2 to Dec. 15, 1988," report by Technical Assistance Team for U.S. Agency for International Development, Office of Foreign Disaster Assistance, Desert Locust Task Force, January.
- Kness, A.J. and Sweeney. 1985. Handbook of Natural Resource and Energy Economy. North-Holland.
- Krueger, Raymond F. 1989. An examination of the problems created by the long term storage of pesticides and empty drums and some suggestions for management of the problems. A report to A.I.D.ANE/PD/ENV.
- Kumar, R. 1984. Insect pest control with special reference to African agriculture. (Baltimore: Edward Arnold, 298 pp.).
- Ledger, John. 1987. "The Eighth Plague Returneth! The Locusts are Coming," African Wildlife, vol. 41:197-210.
- Lloyd, B.J.S. 1959. Operational Research on preventive control of the red locust (*Nomadacris septemfasciata*). Anti-locust Bull 35. 66 pp., London, England.
- Loken, E.R. 1989. Watershed Management Project (608-0201), Target Site Selection Rationale. Division de L'Energie et des Ressources Naturelles, Agence Americaine pour le Developpement International.
- MASI [Multinational Agribusiness Systems, Inc.]. 1986. Control of Grasshoppers and Graniverous Birds in Mali. Report to USAID/OFDA (March).
- MacKenzie, D. 1988. "Call to Unleash Dieldrin on Locust Plague," New Scientist, Sept. 15, pp. 26-27.
- Marshall, Eliot. 1989. "Bringing NASA Down to Earth," Science, vol. 244, June 16, pp. 1248-1251.
- Matteson, Patricia C., Miguel A. Altieri, and Wayne C. Gagne. 1984. "Modifications of Small Farmer Practices for Better Pest Management," Annual Review of Entomology, vol. 29:383-402.
- Matterson, Patricia C. 1991. Field Studies of the Environmental Impact of Locust/Grasshopper Control Programs in Africa. IITA-BCP/CAB 11BC Workshop on biological Control of Locusts and Grasshoppers, Cotonou, Republic of Benin, April 29-May 1.
- McEwan, L.C., B. Knittle, and J.B. Richmond. 1972. "Wildlife Effect from Grasshopper Insecticide Sprayed on Shortgrass Range," Journal of Range Management, vol. 25 (3):188-194.

Niassey, A. 1990. *Control of Zonocerus verigatus* by means of baits in Senegal. Sahel PV Info. No. 28 (November).

Odhiambo, T. R. 1988. Health, Environmental and economic impact of desert locust and recent control campaigns in Asia, Africa and the Arab States. UNDP meeting, Cairo 1988, 27 pp.

Onsager, Jerome A. 1984. "A Method for Estimating Economic Injury Levels for Control of Rangeland Grasshoppers with Malathion and Carbaryl," *Journal of Range Management*, vol. 37 (3):200-203.

O.E.C.D. (Organization for Economic Cooperation and Development). 1988. Satellite Remote Sensing of the Sahel (Paris: OECD/Club du Sahel).

Organization of American States. Department of Regional Development, Executive Secretariat for Economic and Social Affairs. 1988. Incorporating Natural Hazard Assessment and Mitigation into Project Preparation (Nairobi, Kenya: Committee of International Development Institutions on the Environment, December).

Overholt, W. and C. Casleton. 1989. Pesticide User's Guide: A Handbook for African Extension Workers. A.I.D., AFR/TR/ANR. Washington, D.C. 119pp.

Peckham, P. 1990. Patterns of Pesticide Use in Mali. Senior Thesis, State University of New York at Purchase (Division of Natural Sciences).

Peckham, P. and J. C. Cooper. 1991. Patterns of Pesticide Use in Mali, an example of overlapping use in sensitive areas (Manuscript).

Pedgley, D. 1981. Desert Locust Forecasting Manual. Vol. 1. Centre for Overseas Pest Research. London.

Philipon, B. 1987. Problems in Epidemiology and Control of West African Onchocerciasis. In: Kim and Merritt, Eds. Blackflies (Pennsylvania State University, University Park, PA).

Popov, George B. 1988. "The Locusts and Grasshoppers of the Wahiba Sands," *Journal of Oman Studies*, Special Report No. 3, pp. 325-346.

Popov, George B. 1990. Field Training Course in recognition of nymphal stages of the common sahelian grasshoppers and assessment of their numbers and potential economic importance. Report of Contractor to USAID/Mali, Bamako. (September 1, 1990). 28 pp.

Popov, George B. 1991 (in press). Atlas of Desert Locust Recession Breeding Habitats. FAO. Rome.

Price, Williams, and Associates, Inc. 1987. "1986 Grasshopper and Locust Infestations," FEWS Special Report Number 1, contractor report prepared for the U.S. Agency for International Development, Africa Bureau, February.

Price, Williams, and Associates, Inc. 1987. "1987 Grasshopper and Locust Campaign," FEWS Special Report Number 2 (also titled "A Manager's Preview of the 1987 Control Campaign"), contractor report prepared for the U.S. Agency for International Development, Africa Bureau, July 1987.

PRIFAS. 1989. "The SGR Saga in 13 Images" (Operation SAS, CIRAD/PRIFAS, Montpellier, France).

PRIFAS. 1989. "SAS 89," Newsletter No. 7 (Operation SAS, CIRAD/PRIFAS, Montpellier, France, Oct. 27).

PRIFAS. 1990. "SAS 90," Newsletter No. 1 (Operation SAS, CIRAD/PRIFAS, Montpellier, France, Mar. 7).

- Prior, C. and D.J. Greathead. 1988. Biological Control of Locusts: the Potential for the Exploitation of Pathogens (Silwood Park, UK: CAB International Institute for Biological Control).
- Radcliffe, E.B., R. V. Dunkel, P.P. Strzok, and A. Sani. 1990. Antifeedant effect of neem, *Azadirachta indica* A. Juss., kernal extracts on *Kraussaria angulifera* (Krauss)(Orthoptera:Acrididae), a Sahelian grasshopper. Tropical Agric. (in press).
- Radcliffe, E.B., G. Ouedraogo, S. E. Patten, D. W. Ragsdale, and P.P. Strzok. 1991. Neem in Niger: A new context for a system of indigenous knowledge. In Indigenous Knowledge Systems: the Cultural Dimension of Development, D. M. Warren, D. Brokensha, and L. J. Slikkerveer, eds., Kegan Paul International, Long England (in press).
- Repetto, Robert. 1985. Paying the Price: Pesticide Subsidies in Developing Countries, Research report No. 2 (Washington, DC: World Resources Institute, December).
- Roffey, Jeremy. 1982. "The Desert Locust Upsurge and Its Termination 1977-79," Desert Locust Field Research Stations Technical Series, No. AGP/DL/TS/23, U.N. Food and Agriculture Organization, Rome.
- Roffey, Jeremy and George Popov. 1968. "Environmental and Behavioral Processes in a Desert Locust Outbreak," Nature, vol. 219: 446-450.
- S.N.P.V. [Service de la Protection des Végétaux]. Gouvernement du Mali. 1990. Rapport d'Activité des Campagnes 1989-90 (Janv., Bamako).
- Schmutterer, H. 1990. Properties and Potential of Natural Pesticides from the Neem Tree, *Azadirachta indica*. Ann. Rev. Entomol. 35:271-97.
- Senft, Dennis. 1989. "Tiny Parasite Taking on Grasshopper Hordes," Agricultural Research, July, pp. 12-14.
- Shaikh, A., E. Arnould, K. Christophersen, R. Hagen, J. Tabor, and P. Warshall. 1988. Opportunities for Sustained Development, Successful Natural Resources Management in the Sahel. Agency for International Development, Bureau for Africa, Sahel Office. Four Volumes.
- Showier, Allan T. and C.S. Potter. 1991. Synopsis of the Desert Locust, *Schistocerca gregaria* (Forsk.) (Orthoptera: Acrididae), Plague 1986-1989 and the Concept of Strategic Control. American Entomologist 37: (in press).
- Sorenson, Roger. 1990. "Update on U.S. Funding of U.N. System Obligations," U.N. Food and Agriculture Organization, Washington, DC, September 1989.
- Sposato, Stephen. 1988. "Cost Benefit Analysis of Locust Treatment," Memorandum to African Bureau (AFR/DP/PAR), U.S. Agency for International Development, Dec. 6.
- Steedman, A. (ed.). 1988. Locust Handbook (London: Overseas Development Natural Resources Institute).
- Stern, V. M. et al. 1959. Integration of Chemical and Biological Control of the Spotted Alfalfa Aphid. Part I: The Integrated Chemical Concept. Reg. 91:81-101.
- Stern, V. M. 1973. Economic thresholds. Ann. Rev. Ent. 18:259-280.
- Streett, D.A. 1987. "Future Prospects for Microbial Control of Grasshoppers," Integrated Pest Management on Rangeland, J.L. Capinera (ed.) (Boulder, CO: Westview Press. 1987), pp. 205-218.
- Symmons, P. 1991. Controlling Desert Locusts. FAC. Rome. 53p.

Talpaz, H. and R.E. Frisbie. 1975. An advanced method for economic threshold determination: a positive approach. *South Journal of Agricultural Economics*, December 19-25.

TAMS Consultants, Inc. and the Consortium for International Crop Protection. 1989. *Locust and Grasshopper Control in Africa/Asia: A Programmatic Environmental Assessment, Executive Summary and Recommendations, Main Report, and Appendixes*, Contractor report prepared for the U.S. Agency for International Development, March.

Tappan, G.G., D.G. Moore and W.I. Knausenberger. 1991. Monitoring grasshopper and locust habitats in Sahelian Africa using GIS and remote sensing technology. *Int. J. Geogr. Info. Sys.* 5(1):123-135.

Teng, P.S. 1985. "Plant Protection Systems in West and Central Africa - a Situation Analysis," Report prepared for the U.N. Food and Agriculture Organization, Plant Protection Service, Rome, August.

Thompson, R.J. 1990. "Mandates for AID Reform," *Foreign Service Journal*, vol. 67, January, pp. 34-36.

Tolisano, J.M. McFadden and H. Fisher. 1990. *Environmental Assessment of Agricultural Export Services Project, Jamaica*. Tropical Research and Development, Inc. report to A.I.D. Project Number 532-0165.

Traore, M. et al. 1980. *Atlas du Mali*. Editions Jeune Afrique. Les Editions J.A., Paris, 64 p.

Tropical Research and Development, Inc. 1989. "Africa Emergency Locust/Grasshopper Assistance (AELGA) Mid-Term Evaluation," Contractor report prepared for the U.S. Agency for International Development, Gainesville, FL.

UNDP (United Nations Development Program). 1968. *Desert Locust Project Final Report*. FAO, Rome. 142pp.

U.N. World Health Organization. 1988. "The WHO Recommended Classification of Pesticides by Hazard and Guidelines to Classification 1988-89," WHO/VBC/88.953 Geneva.

U.N. World Meteorological Organization. 1988. "Report on Workshop on Meteorological Contributions to Locust Control," Tunis, Tunisia, Jul. 26-29, 1988 (Geneva, Switzerland, August).

U.S. Congress. 1979. Office of Technology Assessment, *Pest Management Strategies in Crop Protection*, vol. 1 - Summary, OTA-F-98 (Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, October).

U.S. Congress. 1983. Office of Technology Assessment (OTA), *Plants: the Potentials for Extracting Protein, Medicines, and Other Useful Chemicals*, Workshop proceedings, OTA-BP-F23 (Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, September).

U.S. Congress. 1986. Office of Technology Assessment (OTA), *Role of U.S. Development Assistance in Maintaining Biological Diversity in Developing Countries*, Staff Paper (Washington, D.C.: OTA, July).

U.S. Congress. 1986. Office of Technology Assessment (OTA), *Continuing the Commitment: Agricultural Development in the Sahel*, OTA-F-308 (Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, August).

U.S. Congress. 1988. Office of Technology Assessment (OTA), *Enhancing Agriculture in Africa: A Role for U.S. Development Assistance*, OTA-F-356 (Washington, DC: U.S. Government Printing Office, September).

U.S. Congress. 1990. Office of Technology Assessment (OTA). *A Plague of Locusts--Special Report*. U.S. Government Printing Office, Washington, DC, OTA-F-450, 129 pp.

- USDA-APHIS [U.S. Department of Agriculture, Animal, Plant Health Inspection Service]. 1991. Annual Report 1990. Cooperative Grasshopper IPM Project. USDA, APHIS, PPQ. Boise, Idaho.
- USEPA [U.S. Environmental Protection Agency] 1985. Suspended, Canceled and Restricted Pesticides, third revision (Washington, DC: EPA, January).
- USEPA. 1988. Office of Pesticide Programs, "The Status of Chemicals in the Special Review Program, Registration Standards Program, Data Call-in Program, and Other Registration Activities," (TS 767C) (Washington, DC: EPA, 1988).
- Uvarov, B.Г. 1977. Grasshoppers and Locusts - A Handbook of General Acridology, vol. 2 (London: Centre for Overseas Pest Research).
- Van der Paauw, H., D. Johnson and B. Maiga. 1990. Evaluation of a large-scale application of *Nosema locustae* bait against grasshoppers in the Malian Sahel. Report to Ciba-Geigy (Basel, Switzerland).
- Vettorazzi, Gaston. 1979. International Regulatory Aspects for Pesticide Chemicals, vol. 1, Toxicity Profiles (Boca Raton, FL: CRC Press, Inc.).
- Waloff, Zena. 1976. "Some Temporal Characteristics of Desert Locust Plagues," Anti-Locust Memoir 13 (London: Anti-Locust Research Center).
- Youdeowei, A. 1989. Provisional Report on Pesticide Management in Anglophone West Africa. Report to U. N. Food and Agriculture Organization, February (Rome).

ANNEXE A

COLLABORATEURS

Jon Cooper	Louis Berger and Associates
Walter Knausenberger	AID Africa Bureau, Office of Technical Resources, Division of Agriculture and National Resources (AFR/TR/ANR)
Ronald Stanley	USEPA on detail to AID , Africa Bureau (AFR/TR/ANR)
William Thomas	AID , Africa Bureau, Office of Technical Resources, Division of Agriculture and National Resources (AFR/TR/ANR)
Allan Showler	AID/Science and Technology Bureau, Office of Agriculture
William Overholt	AID/Science and Technology Bureau, Office of Agriculture (S&T/AGR (actuellement à l'ICIPE, Nairobi, Kenya)
John Gaudet	AID Africa Bureau, Office of Technical Resources, Division of Agriculture and National Resources (AFR/TR/ANR)