

**l'action sur l'environnement**  
de  
**la lutte contre la tsé-tsé**



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

**l'action sur l'environnement**  
de  
**la lutte contre la tsé-tsé**  
**état des connaissances actuelles**

par  
**j.h. koeman**  
et  
**w. takken**

département de toxicologie  
université agricole  
wageningen, pays-bas

Les appellations employées dans cette publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

M-27

ISBN 92-5-200557-9

Reproduction interdite, en tout ou en partie, par quelque procédé que ce soit, sans l'autorisation écrite de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, seule détentrice des droits. Adresser une demande motivée au Directeur de la Division des publications, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Via delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italie, en indiquant les passages ou illustrations en cause.

© FAO 1978

TABLE DES MATIERES

	Page
Chapitre 1. Introduction	1
Chapitre 2. Résumé des connaissances actuelles sur l'étendue et la nature de la lutte chimique contre la tsé-tsé et de son éradication	3
Chapitre 3. Etat actuel des connaissances au sujet de l'impact sur l'environnement des produits chimiques utilisés pour la lutte contre la tsé-tsé et son éradication	21
Chapitre 4. Recommandations préliminaires pour la surveillance et la minimisation de l'impact des opérations anti-glossinaires sur l'environnement	31
Chapitre 5. Références bibliographiques	37



## Chapitre 1

INTRODUCTION

Les mouches tsé-tsé (*Glossina* sp.), qui sont représentées par beaucoup d'espèces en Afrique au Sud du Sahara, sont bien connues pour leur rôle de vecteurs des trypanosomiasés humaine et animale. La lutte contre la maladie peut être réalisée par le traitement chimiothérapique de l'hôte ou par l'élimination du vecteur. Quant à ce dernier, des efforts sont faits dans de nombreux pays d'Afrique pour éliminer les mouches tsé-tsé. Actuellement des opérations de lutte sont en projet sur une grande échelle dans 33 pays africains sous les auspices des programmes de la FAO et de l'OMS. De nombreuses méthodes de lutte contre la tsé-tsé ont été employées jusqu'à maintenant; citons, entre autres, le débroussaillage, la destruction du gros gibier et la lutte chimique (voir, par exemple, Nash, 1969, et Jordan, 1974). A cause de divers facteurs, par exemple leur efficacité limitée et leur impact sur l'environnement, le défrichement et la destruction du gibier ont été progressivement abandonnés au cours de la dernière décennie. Cependant, la lutte chimique est devenue de plus en plus importante et actuellement des insecticides sont épandus sur une grande échelle dans la plupart des programmes de lutte contre la tsé-tsé. Le présent rapport traite principalement de l'impact de la lutte chimique et de l'éradication. Le rapport fournira les indications suivantes: 1) l'état actuel des connaissances sur l'étendue et la nature de la lutte et de l'éradication chimiques en Afrique, 2) l'état actuel des connaissances concernant l'impact sur l'environnement des produits chimiques utilisés, 3) les recommandations préliminaires pour surveiller et minimiser l'impact sur l'environnement des opérations de lutte contre la tsé-tsé.



## Chapitre 2

RESUME DES CONNAISSANCES ACTUELLES SUR L'ETENDUE ET LA NATURE  
DE LA LUTTE CHIMIQUE CONTRE LA TSE-TSE EN AFRIQUE ET DE SON ERADICATION  
CHIMIQUE

Jusqu'à présent, des programmes de lutte contre la tsé-tsé ou d'éradication ont été réalisés dans 18 pays d'Afrique, à savoir le Botswana, la Côte-d'Ivoire, l'Empire centrafricain, la Haute Volta, le Kenya, le Malawi, le Mali, le Mozambique, le Niger, le Nigeria, la République du Cameroun, la République du Tchad, la République sud-africaine, la Rhodésie, le Rwanda, la Tanzanie, l'Ouganda, et la Zambie (voir la carte 2.1). En général, la lutte ou l'éradication chimiques sont effectuées par épandages, aussi sélectivement que possible, d'une couche relativement persistante d'un insecticide sur les gîtes potentiels de repos des mouches. Jusqu'ici, dans la majorité des opérations, on a utilisé du DDT, du dieldrine ou de l'endosulfan. Très probablement, la méthode d'application la plus discriminative est le procédé de pulvérisation au sol où le pesticide est pulvérisé directement sur certaines parties de la végétation, par exemple sur les troncs d'arbres jusqu'à une certaine hauteur, sous les branches inclinées au moyen de matériel de pulvérisation à dos. Pour des raisons économiques et à cause de l'importance de certaines zones infestées par les mouches, les applications par voie aérienne sont devenues courantes au cours de la dernière décennie. De nombreux efforts ont également été faits dans la pulvérisation aérienne pour transmettre l'insecticide, aussi efficacement que possible, à l'organisme visé. Ce but peut être atteint par un choix convenable du type d'aéronef, des atomiseurs et de la formulation de pulvérisation. A ce propos, on utilise beaucoup la vaste somme de connaissances actuellement disponibles sur l'écologie des espèces de mouches tsé-tsé concernées.

Le compte-rendu ci-dessous indique les procédés de lutte et d'éradication chimiques qui ont été appliqués ou qui sont en train de l'être dans les différents pays cités plus haut. On prêtera aussi une attention spéciale aux types d'habitats traités et au succès obtenus. On doit mentionner que ce bref résumé concerne seulement les principales activités et par conséquent qu'il ne se réfère pas nécessairement à tous les rapports et publications qui pourraient être disponibles.



Botswana

Dans les publications antérieures à 1972, on trouve peu d'information sur la lutte contre la tsé-tsé au Botswana. Graham fait mention d'application de dieldrine (applications de Dieldrex par Unimog) contre *G. morsitans* dans une zone proche de Maun, mais ne fournit pas de détails sur la répartition des mouches, les doses d'épandage, etc. En 1972, des opérations d'éradication ont démarré dans le delta de l'Okavango contre *G. morsitans morsitans* West. La méthode d'éradication consistait en épandages (non-persistants) d'aérosols d'endosulfan par avion sous volume ultrafaible (ULV, VUF), (Kendrick et Alsop, 1974). Elles furent prolongées en 1975 et 1976 après le succès des essais expérimentaux de 1973 et le démarrage des opérations à grande échelle en 1974. (Kendrick, communication personnelle, 1976). Quelques 2 000 à 3 000 km<sup>2</sup> sont traités chaque année. On s'attend à ce que le marais de l'Okavango soit libéré de la tsé-tsé d'ici quelques années.

Détails techniques

Insecticide:	Endosulfan
Formulation:	200 g/l à partir d'un concentré émulsifiable à 350 g/l (Hoechst A.G.) dilué dans du Shellsol AB
Dosage:	3,0 l/km <sup>2</sup> (0,6 kg i.a. (ingrédient actif/km <sup>2</sup> ))
Aéronef:	Piper Pawnee (essais 1973) Piper Aztec (essais 1973 et 1974 à 1976)
Atomiseur:	Micronair Rotary Atomizer AU 3000
Diamètre moyen des gouttelettes:	24-41 microns
Habitat:	Marécage caractérisé par des communautés de papyrus ( <i>Cyperus papyrus</i> )

Côte-d'Ivoire

On dispose seulement d'un rapport sur la lutte contre la tsé-tsé, à savoir l'éradication de *G. palpalis gambiensis* Vand., dans des forêts-galeries près d'Abengourou et de Daloa. Le DDT et le dieldrine furent utilisés pour éviter la diffusion de la trypanosomiase humaine (Challier, 1971).

Empire centrafricain

Les opérations de lutte par pulvérisation au sol de dieldrine ont commencé en 1960 dans la sous-préfecture de Baboua sur les bords de la Nie et de ses affluents. Comme les résultats étaient satisfaisants, on décida de traiter une surface plus importante, à savoir la vallée de la Topia. Les actions

furent menées contre *G. fuscipes fuscipes* Newst. Toute la végétation de la vallée fut traitée. Les résultats préliminaires furent encourageants (Yvone et col., 1962).

#### Détails techniques

Insecticide:	Dieldrine
Formulation:	Solution à 2% d'ingrédient actif de Dieldrex à 20%
Matériel:	Pulvérisateurs à dos à pression préalable
Habitat:	Savane guinéenne

#### Haute Volta

Au cours de la saison sèche de 1963 (janvier à avril), des essais furent conduits près du village sénoufo de Kankalaba, dans l'ouest de la Haute Volta sur les épandages de HCHy par brouillard, afin d'exterminer *G. palpalis gambiensis* Vand. Seules les forêts riveraines furent traitées par une solution à 3% de HCHy dans le gasoil, en six traitements consécutifs. L'intervalle entre traitements fut réduit de 20 à 15 jours à cause du cycle ovarien plus court au cours de la saison sèche (Challier, 1964).

L'auteur conclut que la population a été réduite de façon marquante mais n'a pas été complètement éradiquée puisque, deux mois après le dernier traitement, la densité des mouches représentait 2% seulement de la densité d'avant les pulvérisations. En août 1962, une zone barrière d'une longueur de 1 500 m fut établie en aval de la zone expérimentale grâce au DDT (p.m. à 3% de DDT, pulvérisé chaque jour pendant trois semaines).

#### Détails techniques

Insecticide:	HCHy (sous forme de Procidacri 100)
Matériel:	Swingfog SN 7
Habitat:	Savane nord-guinéenne

#### Kenya

Dans ce pays, la lutte contre la tsé-tsé a été dirigée surtout contre *G. fuscipes* et *G. pallidipes*, qui sont responsables de la transmission de la trypanosomiase humaine dans la province de Nyanza. Thomson et ses collaborateurs firent un rapport en 1960 sur les quelques épandages préliminaires de dieldrine au sol. Depuis lors, des opérations de pulvérisation se sont déroulées à la fois au centre et au sud de la province de Nyanza, permettant de débarrasser de la tsé-tsé une partie des abords du lac Victoria et quelques vallées autrefois fortement infestées. Dans certains endroits, le débroussaillage fut appliqué pour créer des barrières contre la réinvasion de zones

assainies (par exemple Bertram, 1969). Dans la vallée de Lambwe, dans le sud Nyanza, on fit des épandages de dieldrine par avion qui réduisirent de 99% la population locale de *G. pallidipes* pendant des périodes de plusieurs mois (par exemple Willett, 1972).

#### Détails techniques

##### Pulvérisation au sol

Insecticide:	Dieldrine
Formulation:	Solution aqueuse à 1,8% de Dieldrex 15 T (émulsion de dieldrine à 18,2%)
Matériel:	Pulvérisateurs portables Kiekens Dekker
Dosage:	4 épandages de solution de dieldrine à 2,5 à 5% (1967 à 1970)

##### Pulvérisation aérienne

	Pas de détails publiés
Habitat:	Savane boisée, relativement humide

#### Malawi

Il existe un rapport de Steele (1956) dans lequel on indique l'utilisation de l'isomère  $\gamma$  de l'HCH contre *G. brevipalpis* Newst. Une solution de HCH $\gamma$  dans du gasoil fut épandue en 6 fois à intervalles de 10 jours au moyen d'un appareil Swingfog.

#### Mali

Le besoin de lutte contre la tsé-tsé est seulement apparu dans la partie la plus méridionale du pays, le long du Niger et de ses affluents. En 1962, les forêts riveraines autour de Bamako furent traitées par un seul épandage d'insecticide rémanent, pour exterminer *G. palpalis gambiensis* Vand. h.l., vecteur de la trypanosomiase humaine. Pour éviter la réinvasion, des barrières chimiques furent établies grâce à des solutions de dieldrine à 4%. La campagne fut poursuivie avec succès de 1963 à 1968. Environ 400 km de forêt de bordure furent protégés par le DDT ou le dieldrine (Challier, 1962 et 1971).

#### Détails techniques

Insecticide:	Dieldrine, DDT
Formulation:	Solution aqueuse à 3% de concentré émulsifiable de dieldrine à 20%; DDT, pas d'indications
Matériel:	Vaporisateur Swingfog
Habitat:	Savane soudanienne

## Mozambique

Le seul rapport d'opérations de lutte au Mozambique qui soit venu à notre connaissance porte sur l'éradication de *G. morsitans* dans la région de Govuro, au sud et près de l'embouchure de la rivière Suave (Silva et Silva, 1960). De 1949 à 1956, une surface d'environ 1 200 milles carrés soit 3 000 km<sup>2</sup> a été assainie grâce à l'abattage du gibier, à la sédentarisation des tribus locales, aux bains du bétail avec du DDT et du HCH<sub>γ</sub>, au contrôle des feux de brousse et à la pulvérisation des véhicules.

Habitat: Savane boisée indifférenciée, relativement sèche (de type soudanien)

Une région importante du Mozambique, située en proximité de la frontière rhodésienne a été traitée au moyen de pulvérisateurs portatifs, au début des années '70, mais ces opérations ont été récemment interrompues (Aisop, communication personnelle).

## Niger

Au Niger, les mouches tsé-tsé se trouvent surtout dans les forêts-galerias et les régions boisées à *Isoberlinia doka* qui bordent le Niger et ses affluents occidentaux, au sud de Say. Les espèces concernées sont *G. tachinoides* West. et *G. morsitans submorsitans* Newst. Au cours de la saison sèche 1967-1968, on entreprit une opération de pulvérisation de plusieurs insecticides rémanents. Au confluent de la Tapoa et du Niger on fit une barrière débroussaillée pour éviter la réinvasion par des mouches vivant au sud des zones assainies. Une pulvérisation par hélicoptère sur une surface d'environ 1 200 ha de végétation riveraine fut réalisée avec succès au cours de la saison sèche 1969-1970, juste au sud de Say (Spielberger, 1971). Comme des améliorations importantes avaient été obtenues par Spielberger et Abdurrahim au Nigeria sur les techniques de pulvérisation par hélicoptère (1971), on décida de pulvériser le reste des habitats de tsé-tsé du Niger (environ 42 000 ha) avec de l'endosulfan par hélicoptère. La pulvérisation aurait du démarrer en 1975 mais a été reportée à 1977. On traitera seulement un foyer isolé dans le Dallol Maori avec des techniques de pulvérisation au sol.

### Détails techniques

#### Pulvérisation au sol

Insecticide: Mélange de DDT, HCH<sub>γ</sub> et dieldrine  
 Formulation: Multanin liquide 3 (23% DDT, 9% nCH<sub>γ</sub>, 9% dieldrine, dans une solution aqueuse à 3%; Multanin (DDT dissous dans du kérosène) poudre de DDT pur

Matériel: Pulvérisateur à dos Solo (pour le Multanin liquide 3 à 3%); pulvérisateur Swingfog (pour le Multanin); poudreuse Schupze-Eckel, montée sur véhicule (pour la poudre de DDT)

### Pulvérisation aérienne

Insecticide: 1969-1970: mélange de DDT, HCH<sub>γ</sub> et de dieldrine formulé comme le Multanin liquide 3, dans une solution aqueuse à 3%; 5,0 l/ha; 2 épandages à 3 semaines d'intervalle.  
A l'avenir: endosulfan à 25% VUF (HOE 2958); 6 l/ha; soit 1,5 kg d'ingrédient actif par ha; une seule application.

Hélicoptère: Bell 47 G 4

Atomiseur: 2 disques jumelés à moteur électrique

Taille des gouttelettes: 100 à 300 μ

Habitat: Savane soudanienne

### Nigeria

La lutte contre la tsé-tsé par des moyens chimiques et son éradication ont été entrepris depuis 1954. On utilisa différentes méthodes suivant les zones de végétation et les espèces de mouches présentes. Dans les zones traitées on trouve trois espèces de tsé-tsé, à savoir, *G. morsitans submorsitans* Newst., *G. tachinoides* West., et *G. palpalis palpalis* Rob. Des. On doit considérer deux grandes zones de végétation, la nord-guinéenne et la soudanienne généralement bien différenciées, mais qui se recouvrent dans la zone subsoudanienne. Jusqu'à 1970 on a utilisé seulement des méthodes de pulvérisation au sol avec des insecticides rémanents. Les différentes techniques de pulvérisation qui ont été mises au point sont décrites en détail par Aitchison et Glover (1970).

De 1954 à 1970, on a pu récupérer 10 644 milles carrés (27 570 km<sup>2</sup>) au total sur les régions envahies par la tsé-tsé au nord-est du Nigeria, rendant ainsi plus sûr le pâturage du bétail sur 26 540 milles carrés (68 740 km<sup>2</sup>). Des barrières insecticides ont réussi à protéger les zones pulvérisées de la réinfestation des mouches entre les saisons de pulvérisation. On note que les barrières désinfestées ont jusqu'à présent réussi à fournir une protection permanente aux projets déjà réalisés. Des contrôles périodiques montrent que toute la région assainie est exempte de mouches.

En 1970, la pulvérisation d'insecticide par hélicoptère débuta avec succès par le traitement d'une surface limitée, avec du dieldrine à 4% contre *G. morsitans*. Depuis lors (1971), les épandages par hélicoptère à la fois de dieldrine et d'endosulfan sont devenus le moyen habituel de l'éradication de la tsé-tsé au Nigeria, associés à des pulvérisations au sol de DDT et de dieldrine. Au cours de la période 1970-1975, ce sont 44 172 milles carrés (117 711 km<sup>2</sup>) qui furent couverts par la Tsetse and Trypanosomiasis Division du Nigeria, procurant ainsi depuis 1956 un total de 71 712 milles carrés

(186 451 km<sup>2</sup>) rendus sûrs pour le pâturage (rapports annuels de la TTD, 1973 à 1975). Suivant une recommandation du Plan de Développement du Nigeria pour 1975-1980, une expérience sur la lutte par avion contre la tsé-tsé a démarré en mars 1976. Une zone d'approximativement 2 000 km<sup>2</sup> a été choisie dans la zone de savane sud-guinéenne, à savoir la Réserve de la forêt de Doma. Les méthodes et le matériel utilisés furent directement inspirés de l'expérience du Botswana. La différence fut qu'au Nigeria le dosage d'endosulfan était de 14 g d'ingrédient actif par hectare au lieu de 6 g i.a./ha. Jusqu'à maintenant on n'a pas obtenu de succès complet, (des réductions de 85% ont été enregistrées, N.J. Alsop, communication personnelle), mais on prévoit que dans les années 1976-77 et de 1977-79 on essaiera de nouveau la méthode à l'échelle expérimentale. Dans les années à venir la lutte contre la tsé-tsé au Nigeria portera de nouveau sur de grandes surfaces. La lutte chimique par épandage terrestre ou aérien (par hélicoptère ou avion) continuera tandis que des méthodes de lutte biologique (lâchers de mâles stériles) seront introduites (Na'isa, 1974).

#### Détails techniques

##### Pulvérisation au sol

Insecticide:	DDT (zones plus sèches) et dieldrine (zones plus humides)
Formulation:	DDT à 2,5 à 5% en poudre mouillable (70% de DDT); dieldrine à 2% (à partir du Dieldrex 15 T) dans de l'eau
Matériel:	Nébulisateur motorisé à dos
Habitat:	Savane soudanienne et savane nord-guinéenne

#### Ouganda

Entre 1947 et 1973, on a réussi à récupérer 39 583 km<sup>2</sup> de surface précédemment infestée par la tsé-tsé. Plusieurs méthodes ont été utilisées: le débroussaillage fut employé pour établir des zones limites, tandis que le gibier était supprimé dans deux projets. La dernière méthode est considérée comme sans grande portée de nos jours et on ne l'utilise que de temps en temps. La méthode d'éradication la plus couramment utilisée est la pulvérisation sélective d'une émulsion de dieldrine en un seul traitement. Seules les méthodes de pulvérisation au sol ont été employées jusqu'à présent. Comme la trypanosomiase humaine n'est plus un problème sérieux en Ouganda, les méthodes de lutte visent principalement la suppression de la trypanosomiase du bétail. Une surface d'environ 48 000 km<sup>2</sup> reste encore occupée par la tsé-tsé (Wooff, 1969; Kanwagye, 1975).

Détails techniques

Insecticide:	Dieldrine Endosulfan (seulement 351 km <sup>2</sup> en 1971)
Formulation:	Dieldrine à 3% à partir du c.é. Dieldrex 15 T à 18%; endosulfan à 2,5% à partir du Thiodan c.é. à 35%
Dosage:	Dieldrine: 90 à 180 g i.a./ha Endosulfan: pas d'information détaillée
Matériel:	Léo-colibri CP 201 et CP 148; pulvérisateurs pneumatiques à dos et nébulisateurs à dos CP 40
Habitat:	Savane boisée

N.B. Des essais sont en cours sur l'utilisation de l'arboricide Thordon 101 pour empêcher la régénération des arbres dans les zones de barrières anti-tsé-tsé. Les résultats mentionnés sont encourageants (Oliaka, 1975).

République du Cameroun

Les résultats des pulvérisations de dieldrine dans le bassin du Chari seront présentés plus loin à: République du Tchad.

On a lancé récemment un programme de lutte contre la tsé-tsé pour les années 1976 à 1978 dans lequel on prévoit de libérer de la tsé-tsé 8 200 km<sup>2</sup> de zone montagneuse dans l'ouest de l'Adamaoua grâce à des épandages de pesticides à volume ultra faible (VUF). Les pesticides seront pulvérisés par hélicoptère en une seule fois pendant la saison sèche, sur les zones de concentration de *G. morsitans* et *G. palpalis*, à savoir les forêts bordant les rivières et les habitats comparables. Cela signifie qu'à l'heure actuelle 8 à 15% de la surface totale doit être pulvérisée. Compte tenu des expériences précédentes au Nigeria, on décida que les 2/3 approximativement des habitats seraient pulvérisés avec du dieldrine et le 1/3 restant avec de l'endosulfan (sur les parties les plus sèches des habitats). La pulvérisation devait commencer en décembre 1976 avec un seul hélicoptère tandis qu'on utilisera deux hélicoptères au cours des saisons sèches de 1977-78 et 1978-79. La limite nord du projet sera débroussaillée afin de protéger les plaines du nord d'une réinfestation par la tsé-tsé.

Détails techniques

voir Nigeria:

Détails techniques d'application par hélicoptère

Pulvérisation aérienne:

Insecticide	Dieldrine	Endosulfan	Endosulfan
Formulation	180 g/l dans le Shellisol R/Dutrex (Ensodil EF 4220)	250 g/l (Thiodan 25% Volume Ultra Faible HOE 2958)	200 g/l (Thiodan 25% Volume Ultra 20% de c.é.)
Dosage	800-900 g d'ingrédient actif/ha; un épandage sur 10% seulement de l'habitat	1 000 g d'ingrédient actif/ha; un épandage sur 10% seulement de l'habitat	14 g d'ingrédient actif/ha; 5 épandages à 12 jours d'intervalle pulvérisation en couverture
Aéronef	Hélicoptère Bell 47G-4A		Avion Piper Aztec PA 23/250
Fulvérisation	Disques jumeaux entraînés électriquement		Micronair AU 3 000
Diamètre moyen des gouttelettes	150 $\mu$	150 $\mu$	27-30 $\mu$ (c.é.)
Habitat	Savane soudanienne et nord-guinéenne		Savane sud-guinéenne

250 g/l (Thiodan 25% Volume Ultra Faible HOE 2958)  
 15 g d'ingrédient actif/ha; 5 épandages à 12 jours d'intervalle pulvérisation en couverture. Il s'agissait dans ce cas d'un aérosol dérivant, en utilisant des intervalles de 225 m



République sud-africaine

Dutoit (1950) donne une description minutieuse de l'utilisation des insecticides organo-chlorés dans les opérations de lutte contre la tsé-tsé. De 1945 à 1953, des pulvérisations aériennes de HCH<sub>3</sub> eurent lieu sous forme de fumée (décrites comme la méthode de production d'aérosol par le système de refroidissement) dans le Zoulouland contre *G. brevipalpis* et *G. pallidipes*. C'était à ce moment-là la seule région d'Afrique du Sud infestée par la tsé-tsé. Comme cela s'est produit au cours des premières phases de pulvérisation aérienne, on fit des essais avec un hélicoptère et un avion. Finalement, les pulvérisations par un Piper Super Cub donnèrent les meilleurs résultats. Au début, les surfaces inaccessibles aux avions étaient traitées par des méthodes de pulvérisation au sol, tandis qu'à la fin, elles furent remplacées par des pulvérisations aériennes par hélicoptère. Les équipes de pulvérisation au sol appliquaient du DDT à 5% sous forme de poudre.

En dehors des habitats de tsé-tsé, on traita le bétail en le plongeant une fois par semaine dans une solution aqueuse à 16% de As<sub>2</sub>O<sub>3</sub> et 0,1% de DDT. On fit cela seulement dans les zones où le bétail était plus nombreux que la population naturelle de gibier. Pour éviter que la tsé-tsé n'étende son territoire, on lui établit une frontière en débroussaillant une surface d'approximativement 2 milles de largeur sur 9 milles de longueur totale. Nous n'avons pas eu connaissance de rapport ultérieur sur les opérations de lutte contre la tsé-tsé en Afrique du Sud.

Détails techniquesPulvérisation au sol

Insecticide:	DDT
Formulation:	Poudre de DDT à 5%
Dosage:	7,9 kg/ha

Pulvérisations aériennes

Insecticide:	HCH <sub>3</sub>
Aéronef et dosage:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anson bi-moteur; 100 g i.a./ha; émis par les tuyaux d'échappement, par gravité; 8 traitements</li> <li>- Piper Cruiser mono-moteur; 40 g i.a./ha; émission à travers les tuyaux d'échappement par pompage; 8 traitements</li> <li>- Hélicoptère Sikorsky S 51; 80 g i.a./ha; émis par le seul pot d'échappement par gravité; 8 traitements</li> </ul>
Habitat:	Savane boisée sèche

## République du Tchad

Mouchet rapporte les résultats d'une campagne de lutte sur une petite échelle avec du dieldrine dans les réseaux fluviaux du Logone et du Chari (1962). Des suggestions ont été faites pour des opérations de pulvérisation chimique à plus grande échelle. Cependant, selon Cuisance et Itard (1975), les bassins de ces mêmes rivières ont été utilisés en 1972-73 pour des expériences avec des mâles stériles de l'espèce *G. tachinoides* Westw.

### Détails techniques

(pulvérisation chimique seulement)

Insecticide:	Dieldrine
Formulation:	Solution aqueuse à 1,8% de dieldrine en poudre mouillable à 50%; une seule application, pulvérisation discriminative
Matériel:	Pulvérisateurs à dos
Habitat:	Savane soudanienne

## Rhodésie

Dans ce pays, le débroussaillage et la suppression du gibier ont été largement adoptés dans la lutte contre la tsé-tsé (Lovemore, 1961). Des insecticides rémanents sont employés depuis 1959. Cette année-là, la végétation du réseau fluvial du Lundi fut traitée avec une solution de dieldrine à 3,6%. On réussit à arrêter la propagation vers le sud-est après une seule application (Farrell). Depuis lors le DDT et le dieldrine ont été largement employés dans la lutte contre la tsé-tsé, épandus soit par aéronef (Cockbill et col., 1963), soit par du matériel de pulvérisation au sol (Vale, 1968; Casewell, 1969). En 1966, on décida de pulvériser une partie de la zone infestée de mouches de lnyanga nord et du sud-est Mtoko, car le débroussaillage n'avait pas arrêté l'avance des mouches tsé-tsé. Les opérations furent prolongées en 1967. Cependant l'utilisation de dieldrine et de DDT seuls ou en combinaison n'aboutit pas à l'éradication complète des populations de mouches *G. morsitans* (Casewell, 1969). Au cours des opérations de pulvérisation de 1968, on utilisa seulement des suspensions de DDT à 5% de poudre mouillable à cause du coût plus bas de cet insecticide (Vale, 1968). En Rhodésie, à la suite de la réussite des applications aériennes à VUF d'endosulfan en Zambie (Park et col., 1973), et au Botswana (Kendrick et Alsop, 1974), on pulvérisa en 1974-75 une surface de 494 km<sup>2</sup> de buissons infestés par *G. morsitans* West. et *G. pallidipes* Aust. par des méthodes telles qu'elles avaient été mises au point dans les pays cités plus haut (Chapman, 1976). Autour de la zone traitée à l'endosulfan, on établit une barrière de pulvérisation au sol grâce à une suspension à 5% de DDT en poudre mouillable. Bien qu'on ait remarqué une diminution nette de la population des mouches, on n'a pas abouti à une éradication totale. On attribue

la réapparition des mouches à la réinvasion par des mouches transportées sur des véhicules. Des expériences de lutte biologique ont été exécutées dans la région du lac Kariba. Les premiers résultats enregistrés sont prometteurs (Dean et col., 1969).

#### Détails techniques

##### Pulvérisation au sol

Insecticide:	Dieldrine, DDT
Formulation:	Emulsion de dieldrine à 3,1 et 3,6% dans l'eau à partir du Dieldrex 15 T (contenant 18,6% de concentré émulsifiable de dieldrine) Solution aqueuse à 5% de DDT à 75% de poudre mouillable
Matériel:	Nébulisateurs motorisés portés sur les épaules

##### Pulvérisation aérienne (campagnes de 1974-75 seulement)

Insecticide:	Endosulfan
Formulation:	Concentré émulsifiable d'endosulfan à 20% dans du Shellisol AB et concentré émulsifiable à 25% dans du Shellisol AB
Dosage:	6 à 7 l/km <sup>2</sup> (14 g i.a./ha); 5 épandages à intervalles de 12 à 18 jours
Avion:	Piper Aztec (1974) Piper Pawnee (1975)
Atomiseur:	Micronair AU 3 000
Habitat:	Forêt à miombo (comparable à la savane guinéenne d'Afrique de l'ouest)

#### Rwanda

Dans ce pays, la lutte contre la tsé-tsé par des moyens chimiques eut lieu pour la première fois en 1960 dans la région du Bugesera (sud-est du Rwanda). D'août 1956 à mars 1961, une surface de 19 000 ha (dont 3 568 ha de biotope à tsé-tsé) fut assainie par des pulvérisations aériennes discriminatives de dieldrine (Buyck, 1964).

Comme le télodrin est 2,5 fois plus toxique que le dieldrine à l'égard des espèces de tsé-tsé du Rwanda (*G. morsitans* Machado), on pensa réduire les coûts de la campagne en remplaçant le dieldrine par le télodrin. Au cours de la saison 1961-1962, on fit des essais avec les deux insecticides à la fois dans deux zones différentes. L'élimination de la tsé-tsé fut obtenue sur 43 000 ha (5 321 ha de biotope).

Enfin, en 1963-1964, on appliqua du dieldrine pendant la première moitié de la campagne et on le remplaça ensuite sur la même surface par du télodrin. On libéra ainsi finalement de la tsé-tsé une zone de 50 000 ha (13 240 ha de

biotope), (Buyck, 1964). Au cours de la première saison, on prit l'habitude de faire des séries de huit applications successives tout les 28 jours, mais durant les campagnes 1961-1962 et 1963-1964, on raccourcit l'intervalle à 24 jours à cause de la durée de pupaison plus courte.

#### Détails techniques

Insecticide:	Dieldrine FL à 20% ou Télodrin en c.é. à 15%
Dosage:	44 g i.a. de dieldrine par hectare; 8 traitements Télodrin: 16,5 g i.a./ha; 8 traitements
Formulation:	1 l de dieldrine FL 20% dissous dans 6,5 l de pétrole lampant
Aéronef:	PA-18 A
Atomiseur:	Micronair A 100
Habitat:	Savane boisée relativement humide

#### Tanzanie

Après les expériences de la République sud-africaine, on a mentionné une recherche précoce sur l'utilisation d'aéronefs dans la lutte contre la tsé-tsé en Tanzanie (Yeo et Thompson, 1954). Au début, l'aéronef était équipé de système de pulvérisation approvisionné par gravité et injectant dans le tuyau d'échappement, système utilisant les gaz chauds de l'échappement pour atomiser les formulations insecticides. Une recherche approfondie sur les différents types d'aéronefs aboutit à la mise au point d'atomiseurs Micronair Rotary, qui sont actuellement utilisés au Botswana, au Nigeria et en Rhodésie (Lee, 1969; Lee et col., 1969). Au Tropical Pesticide Research Institute (TPRI: Institut de Recherche Tropical sur les Pesticides) à Arusha, de nombreux pesticides ont été testés de façon expérimentale contre la tsé-tsé, la plupart dans de petits projets pilotes (Burnett, 1962 a,b; Burnett et col., 1964; Hocking et col., 1966; Irving et col., 1969; Irving et Beesley, 1969; Tarimo et col., 1971). Cependant, à notre connaissance, il n'y a jamais eu de programme de lutte d'envergure contre la tsé-tsé par des moyens chimiques. Bien qu'au début des années 1960 on ait employé la suppression du gibier à grande échelle dans le nord-Shinyanga on ne considère plus cette méthode comme importante dans la lutte contre la tsé-tsé (Potts, 1952).

Zambie

Les services vétérinaires et de lutte contre la tsé-tsé de Zambie ont couramment employé le débroussaillage comme moyen de lutte contre la tsé-tsé dans différentes parties du pays. En ce qui concerne la lutte chimique, la pulvérisation au sol a été réalisée grâce à du matériel mécanisé monté sur véhicules, et des pulvérisateurs à dos dont l'emploi doit être intensifié. (R.S. Hacizenge, communication personnelle, 1976).

Depuis 1968, de vastes campagnes d'épandage aérien d'endosulfan à VUF se sont déroulées au sud-ouest de la Zambie, contre *G. morsitans morsitans* Westw. En 1968, on pulvérisa par avion une surface de 1 600 km<sup>2</sup> avec un aérosol grossier d'endosulfan. Après la pulvérisation, les tournées de comptage de mouches montrèrent que l'éradication avait été atteinte sauf près d'une barrière d'isolation défectueuse (Park, Gledhill, Alsop et Lee, 1972). Une surface de 1 500 km<sup>2</sup> fut traitée chaque année de 1970 à 1972 de la même manière (Kendrick et Alsop, 1974). Hadaway, dans une communication personnelle, indique que les pulvérisations aériennes seront dorénavant réalisées suivant les techniques en usage au Botswana.

Détails techniquesPulvérisation au sol

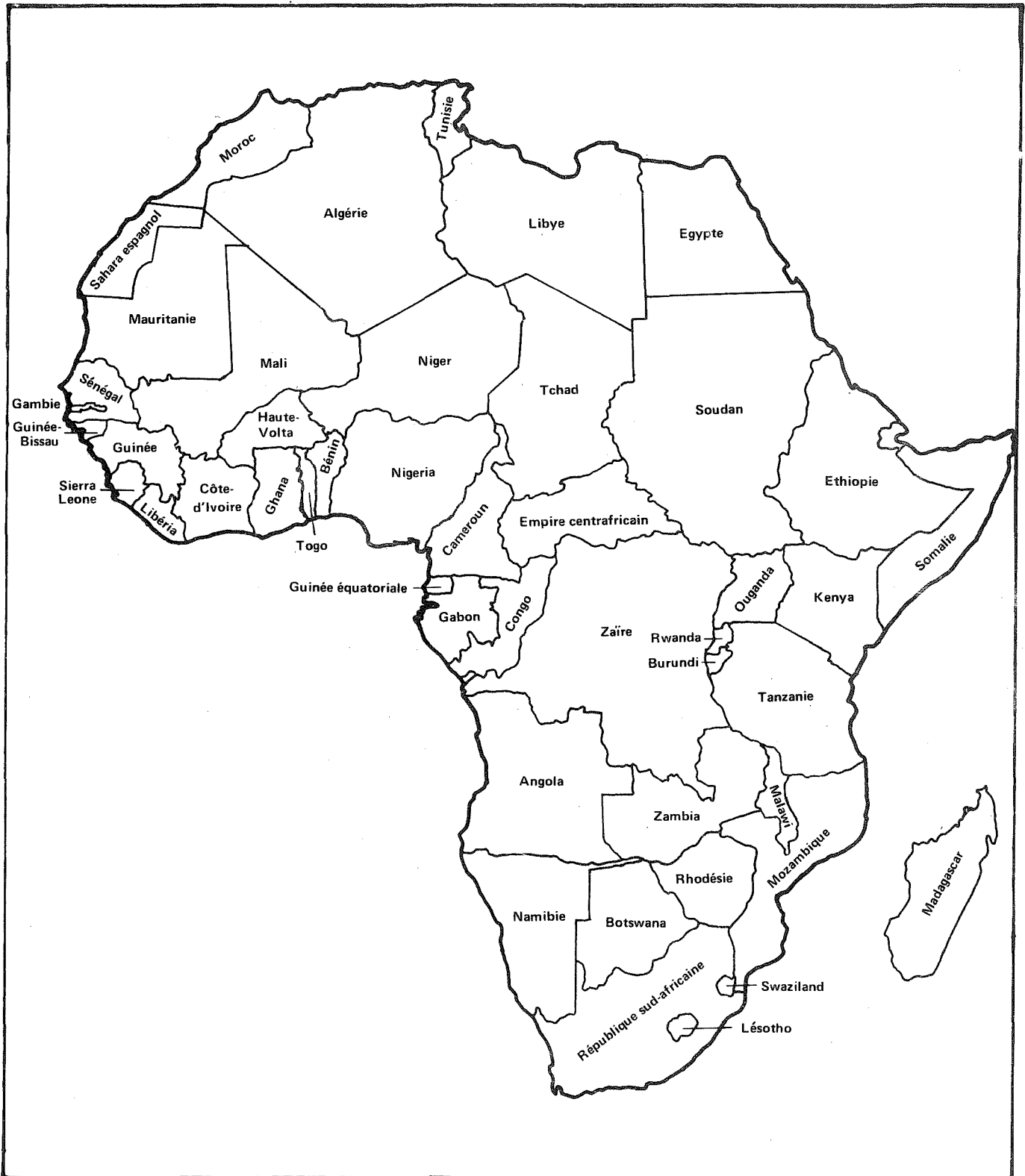
Insecticide:	DDT à 38 g/l à partir de DDT à 75% de p.m.; dieldrine à 18 g/l à partir de Dioldrex 15 T à 20% de c.é. (ajouté à la solution de DDT pendant les trois derniers mois de la campagne)
Matériel:	Tracteurs Unimog (Mercedes Benz) portant des réservoirs de 750 l reliés à la pompe et aux atomiseurs

Pulvérisation aérienne

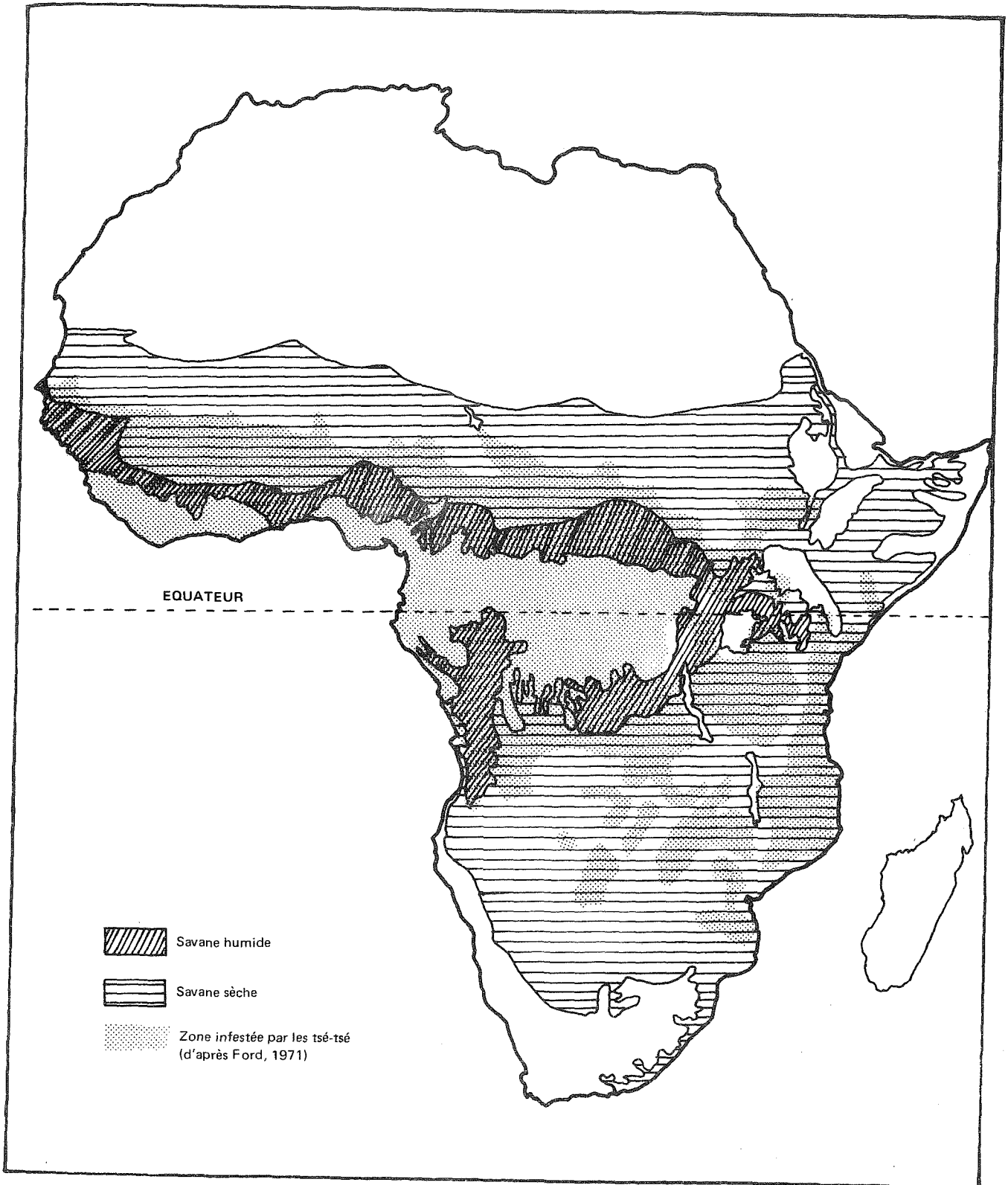
Insecticide:	Endosulfan à 35% de c.é.
Formulation:	200 g/l dans du Shellisol AB
Dosage:	15 g/ha; 4 ou 5 traitements
Avion:	1968: Cessna 180 et Piper Pawnee 1970-72: Beechcraft Baron
Atomiseur:	Injection dans l'échappement
Taille des gouttelettes:	20 à 100 microns; moyenne: 20 µ en 1968, 70 µ en 1970
Habitat:	Forêt sèche décidue et savane sur les sables du Kalchari

## Conclusions

1. Jusqu'à présent les pesticides utilisés avec succès ont été peu nombreux. Il s'agit principalement de ceux qui forment des dépôts relativement persistants sur les feuilles et les branches; à savoir le dieldrine, le DDT et l'endosulfan. Des essais d'application d'endosulfan à faible volume (méthode "knock down") semblent avoir été réussis, au Botswana.
  
2. Pendant la période précédente, la plupart des opérations de lutte étaient réalisées par des unités au sol. Il y a actuellement une forte tendance à remplacer la pulvérisation au sol par la pulvérisation aérienne. Pour ce faire on utilise à la fois des hélicoptères et des avions. L'un des avantages du traitement aérien est qu'il peut s'appliquer sur des surfaces plus vastes pendant la saison sèche que ne pourrait le faire le traitement au sol.
  
3. La plupart des campagnes réalisées jusqu'à présent se sont déroulées sur des savanes sèches (par exemple la savane soudanienne de l'Afrique de l'ouest et la forêt à miombo de l'Afrique de l'est et du sud-est -- voir la carte 2,2). Dès que la plupart des zones sèches auront été assainies dans certains pays, on peut s'attendre à ce que les activités de pulvérisation s'étendent aux zones de savane humide (par exemple la zone de savane guinéenne en Afrique de l'ouest et du centre-nord). A ce sujet on pourrait aussi faire remarquer que dans la plupart des régions il n'est pas facile de faire la distinction entre les savanes sèche et humide car la plupart des habitats coexistent (par exemple, la forêt à Doka avec *G. morsitans submorsitans* et la forêt riveraine avec *G. tachinoïdes* et *G. palpalis*).



Carte 2.1. Carte politique de l'Afrique



Carte 2.2. Carte montrant la relation entre la répartition des tsé-tsé et les zones de savanes humide et sèche





## Chapitre 3

ETAT ACTUEL DES CONNAISSANCES AU SUJET DE L'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DES PRODUITS CHIMIQUES UTILISES POUR LA LUTTE CONTRE LA TSE-TSE ET SON ERADICATION

Bien que les méthodes de lutte chimique aient été employées au cours de campagnes anti-glossinaires dans 18 pays d'Afrique, les effets secondaires sur les organismes non visés n'ont été étudiés que dans 5 pays seulement, à savoir: le Botswana, le Kenya, le Nigeria, l'Ouganda et la Zambie. Ces études sont citées dans le tableau 3.1. Le chapitre présentera un bilan général des études citées dans le tableau.

Tableau 3.1. Etudes sur les effets secondaires de la lutte chimique contre les mouches tsé-tsé considérées dans le présent rapport

Pays	Année(s)	Type d'insecticide et méthode de traitement	Référence
Botswana	1964	pulvérisation au sol de dieldrine (nébulisateur)	Graham (1964)
	1975	endosulfan à VUF par avion	Russell-Smith (rapport non publié, 1976)
	1976	id.	Russell-Smith (COPR, com. pers.)
Kenya	1968-69	pulvérisation au sol dieldrine	Koeman et Pennings (1970) et Koeman et col. (1969)
	1970-72	dieldrine par avion	Alsop et Baldry (sous presse)
Nigeria	1968	pulvérisation au sol DDT	Koeman et Pennings (1970)
	1969-70	pulvérisation au sol dieldrine	Koeman et col. (1971)
	1974-76	dieldrine à VUF par hélicoptère	Koeman et col. (1976)
	1975-76	dieldrine et endosulfan à VUF par hélicoptère	id.
	1976	pulvérisation au sol DDT et endosulfan	id.
Ouganda	1976	endosulfan à VUF par avion	Takken et col. (1976)
	1961-71	pulvérisation au sol de dieldrine	Sserunjoji et Tjell (1971)
Zambie	1963-73	pulvérisation au sol DDT et dieldrine	Sserunjoji (1973)
	1962-64	pulvérisation au sol dieldrine; nébulisateur	Wilson (1972)
	1968	endosulfan à VUF par avion	Magadza (rapport non publié, 1969)

## Botswana

Le Botswana semble être le premier pays d'Afrique où l'on ait réalisé des études sur les effets secondaires de la lutte chimique contre les tsé-tsé. En 1964 on pulvérisa les forêts riveraines contre *G. morsitans* aux environs de Maun. Le pesticide employé, du dieldrine, fut pulvérisé à la fois à partir d'un Unimog et par du matériel à dos. On observa les effets sur les organismes non visés pendant une semaine après la pulvérisation. Parmi les animaux trouvés morts se trouvaient de nombreux oiseaux, des mammifères, des reptiles et des poissons (Graham, 1964).

Les autres études réalisées au Botswana concernent toutes les applications d'endosulfan par avion à VUF qui démarrèrent en 1975. La campagne est menée dans le delta de l'Okavango où les zones de savane autour du marais sont traitées 4 ou 5 fois au dosage de 6 g d'i.a. par hectare. Une attention spéciale est portée aux effets possibles sur le système écologique aquatique. Les résultats préliminaires connus ne montrent aucun effet mesurable sur les invertébrés aquatiques et terrestres (Russell-Smith, 1976)

## Kenya

Les études concernant ce pays furent faites en 1968. Elles concernaient l'épandage de dieldrine par pulvérisation au sol contre *G. fuscipes* et *G. pallidipes* le long du lac Victoria et sur les forêts bordant les rivières sur les pentes des collines Ruri (province de sud-Nyanza). On trouva en particulier que les oiseaux insectivores et de nombreuses espèces d'insectes non visés étaient morts à la suite d'empoisonnement par le dieldrine. Le tableau 3.2 indique le niveau de résidus trouvés dans le foie et le cerveau de quelques-unes des victimes. On fit également des analyses sur les rongeurs, les oiseaux et les poissons ramassés dans les zones pulvérisées. Le niveau de dieldrine dans le foie de 18 sur 20 de petits rongeurs (*Arvicanthus niloticus*, *Lemniscomys striatus*, *Mastomys natalensis* et *Aethomys kaiserii*) variait de 0,01 à 0,52 p.p.m. Le niveau dépassait 1 p.p.m. dans deux spécimens seulement (respectivement 1,4 et 9,7). Le niveau de dieldrine dans le foie de 13 oiseaux ichthyophages (8 cormorans et 5 pics tachetés) ramassés près de la limite de pulvérisation variait de 0,03 à 1,81 p.p.m. (toutes données en poids humide). Chez 15 gros poissons (*Tilapia esculenta*, *Alestes jacksoni* et *Clarias mozambicus*) le résidu de dieldrine variait de 0,009 à 0,086 p.p.m. (poids total ou poids des filets) (Koeman et col., 1969).

Tableau 3.2. Résidus de dieldrine dans le foie et le cerveau des oiseaux trouvés morts ou en train de mourir dans la vallée de Wandere

Espèce	Sexe	Date	Résidu en p.p.m.	
			Foie	Cerveau
<i>Camaroptera brevicaudata</i>	f.	8/2	34,1	8,0
<i>Camaroptera brevicaudata</i>	m.	9/2	29,0	16,6
<i>Camaroptera brevicaudata</i>	f.	12/2	24,6	20,0
<i>Melocichla mentalis</i>	m.	8/2	23,2	-
<i>Melocichla mentalis</i>	f.	10/2	17,7	15,2
<i>Melocichla mentalis</i>	m.	12/2	25,3	-
<i>Laniarius aethiopicus</i>	m.	9/2	20,5	6,1
<i>Cossypha heuglini</i>	m.	10/2	27,4	6,5
<i>Cisticola</i> sp.	f.	12/2	26,8	19,6
<i>Turdioides jardinei</i>	f.	12/2	31,8	21,6
<i>Tchitria viridis</i>	m.	13/2	20,2	14,7
<i>Centropus superciliosus</i>	f.	13/2	57,0	13,3
Moyenne géométrique:			26,8	13,0

Les risques possibles des épandages aériens de dieldrine pour le gibier furent étudiés dans les années 1970 à 1972 dans la vallée de Lambwe (province de Nyanza). Les quantités de dieldrine et de son photo-isomère le photo-dieldrine absorbées par le gibier, ainsi que les résidus dans l'herbe et dans le sol, furent déterminés immédiatement après la pulvérisation et pendant une période de 15 à 24 mois après le dernier épandage aérien de dieldrine. A cette fin, 164 têtes de gibier d'espèces diverses furent tuées et les foies et cerveaux analysés pour chercher les résidus chimiques (Richardson, 1970; Baldry, communication personnelle).

Dans de nombreux échantillons, le taux de résidu n'atteignait pas la limite de détection de 0,01 p.p.m. tandis que le résidu hépatique moyen des autres échantillons (comprenant le reedbuck, l'oribi et la hyène) se montait à 0,223 p.p.m. (amplitude de 0,010 à 4,4 p.p.m.). Ces résultats sont comparables à ceux des analyses de rongeurs rapportées plus haut et montrent que ni la pulvérisation aérienne ni la pulvérisation au sol n'augmentent de façon significative la contamination de l'herbe et des arbustes qui servent de nourriture à la plupart du gibier. Apparemment les hyènes de la région ne se nourrissent pas d'organismes contaminés non plus.

## Nigeria

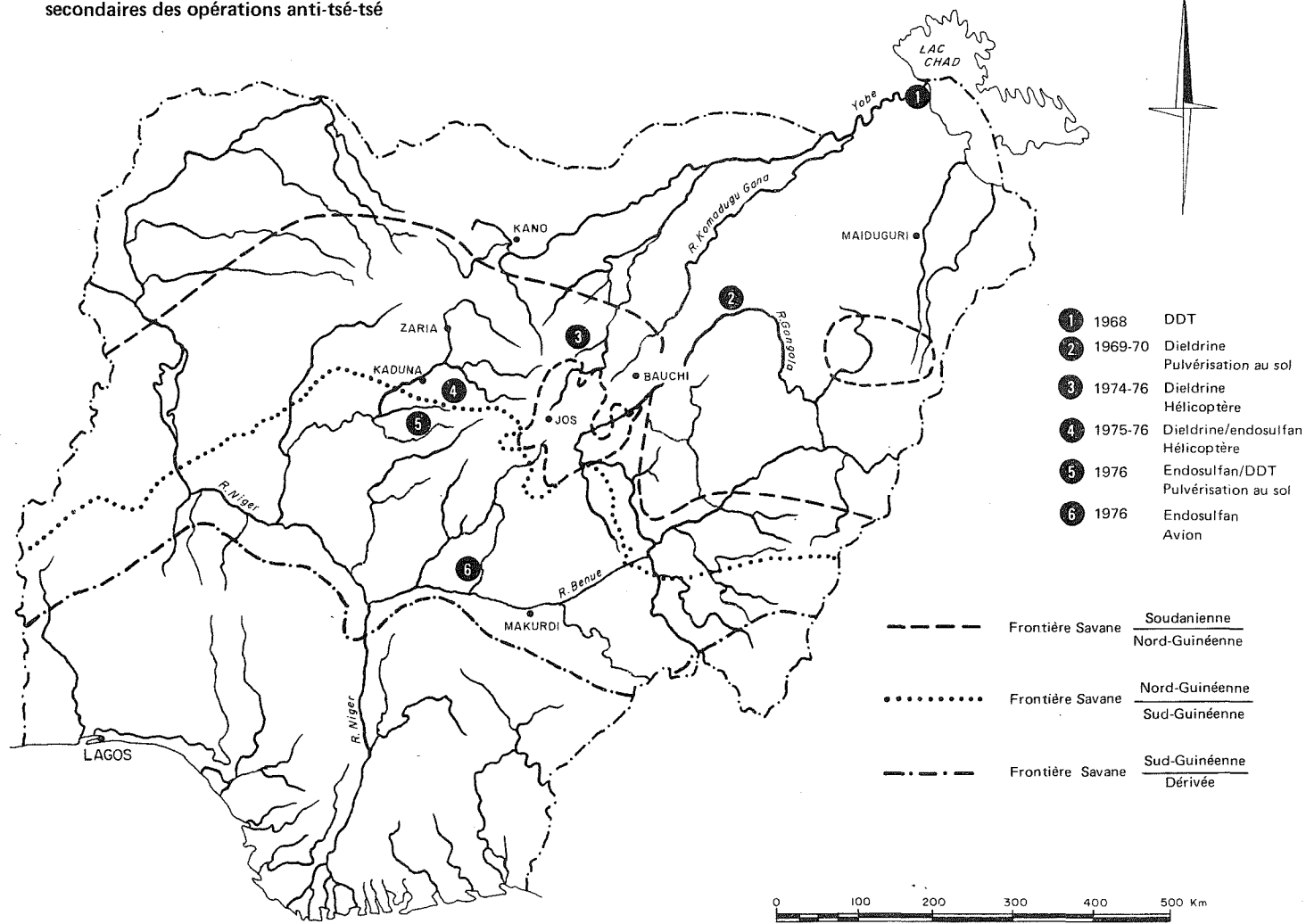
La plupart des études concernant l'impact sur l'environnement de la lutte anti-glossinaire par des moyens chimiques proviennent du Nigeria. La carte 3 montre les régions où ces études ont été conduites.

En 1960, on ramassa des oiseaux ichtyophages sur le rivage du lac Tchad et à l'embouchure de la Yobé sur le lac. Le but était de mesurer les niveaux résiduels de DDT et de ses métabolites (en particulier de DDE). Pendant la période précédente, de 1956 à 1966, des tonnes de DDT avaient été pulvérisées sur le réseau fluvial de la Komadougou Gana et de la Yobé pour lutter contre *G. tachinoides* et *G. morsitans submorsitans* (Davies, 1964, 1971). Le niveau de DDE dans le foie de 15 martins-pêcheurs tachetés variait de 0,012 à 0,17 p.p.m. montrant qu'à ce moment-là le niveau de contamination de l'estuaire et du lac était relativement bas (Koeman et Pennings, 1970).

Les effets aigus et à long terme des épandages au sol et discriminatifs de dieldrine furent étudiés dans un habitat de forêt de bordure de la savane soudanienne près de Potiskum (zone 2, carte 3). L'étude a été réalisée en 1969 et 1970. Les résultats montrèrent que les épandages de dieldrine se traduisaient par la mort brutale de nombreuses espèces d'animaux sauvages, comprenant entre autres des insectes, des poissons, des oiseaux (surtout insectivores) et certains mammifères (par exemple des chauves-souris et des écureuils). Le déclin notable de la densité de population de certaines espèces pourrait être en relation avec ce taux accru de mortalité. Les observations conduites un an après les pulvérisations montrèrent que presque toutes les espèces de mammifères, d'oiseaux, de reptiles et d'animaux amphibies incluses dans le recensement avant l'épandage et au moment de l'épandage avaient survécu et que de nombreuses espèces touchées étaient en voie de retrouver leur représentation normale; ce dernier fait résultant probablement de l'immigration d'individus en provenance de zones voisines non affectées. Toutefois, certaines espèces d'oiseaux insectivores caractéristiques du biome de la forêt de bordure étaient toujours présentes quoique en nombres plus faibles qu'avant la pulvérisation ou que dans les zones témoins, tandis que d'autres espèces avaient apparemment atteint le point d'extinction locale (par exemple *Cossypha albicapilla* Vieillot, le tarier à crête blanche et *Halcyon malimbicus* Shaw, le martin-pêcheur à gorge bleue). Le niveau de dieldrine trouvé dans le cerveau des oiseaux trouvés morts variait de 2,2 à 16 p.p.m. (sur une base de poids humide). En général, le niveau de résidus de dieldrine trouvé chez les oiseaux, les animaux amphibies et les poissons, une année après la pulvérisation, était bas et probablement insuffisant pour représenter un danger de toxicité pour les animaux analysés.

Pendant la période de 1974 à 1976 des études furent réalisées sur les effets secondaires d'applications par hélicoptère de dieldrine et d'endosulfan et sur ceux d'applications au sol de DDT et d'endosulfan. Ces études furent

**CARTE DU NIGERIA**  
 Régions d'exécution d'études sur les effets  
 secondaires des opérations anti-tsé-tsé



Carte 3. Nigeria. Carte des régions étudiées.

menées dans trois endroits de la zone de savane nord-guinéenne. On trouva que les applications pouvaient augmenter la mortalité chez de nombreuses espèces non visées. La mortalité survient chez des insectes non visés, des oiseaux, des mammifères, des reptiles, des animaux amphibies et des poissons pendant 2 à 3 semaines après un épandage de dieldrine par hélicoptère et pendant une semaine environ dans le cas de l'endosulfan. Il semble que l'endosulfan cause un peu plus de dommages chez les vertébrés à sang froid que le dieldrine qui, par contre, était plus dangereux que l'endosulfan pour des vertébrés à sang chaud. La mortalité chez les insectes après des épandages aériens de dieldrine et d'endosulfan est indiquée aux tableaux 3.3 et 3.4. Les insectes furent ramassés sur deux toiles de 4 m<sup>2</sup> chacune dans chaque région traitée (Koeman et col., 1976). En comparant avec les études précédentes sur les effets secondaires des épandages au sol de dieldrine, on peut conclure que l'épandage résiduel par hélicoptère affecte une gamme plus large d'espèces d'oiseaux que l'épandage au sol discriminatif. Certaines espèces se sont montrées très vulnérables et ont disparu ou sont devenues rares dans les zones traitées. Certaines espèces de mammifères ont également été affectées par les campagnes de pulvérisation et leur population a décru de façon notable (par exemple les singes Tantale après les épandages aériens de dieldrine et les roussettes après les épandages aériens d'endosulfan).

Tableau 3.3. Nombres d'araignées et d'insectes trouvés morts ou mourants sur des toiles après un épandage aérien de dieldrine par hélicoptère dans la zone (4) en 1975

	Février		19	21/22	24	26	28	Mars		Total
	17	18						2/3/4	5/6/7	
Arachnides		6	8	3	10	3		2	1	33
Hyménoptères (sauf formicoïdes)	2	7	4	3	2	6	1	4	1	30
Hyménoptères (Formicoïdes)	173	122	134	250	119	223	149	9	64	1193
Hétéroptères et Homoptères	2	7	7	5	7	4			1	33
Coléoptères	9	15	9	20	10	5	2	3	1	74
Diptères	1	16	12	8	13	7	5		6	68
Autres	6	7	5	3	7	4	1	3	4	40
<b>Total</b>	<b>193</b>	<b>180</b>	<b>179</b>	<b>242</b>	<b>168</b>	<b>252</b>	<b>158</b>	<b>21</b>	<b>78</b>	<b>1471</b>

Tableau 3.4. Nombre d'araignées et d'insectes trouvés morts ou mourants sur des toiles après un épandage aérien d'endosulfan par hélicoptère dans la zone (4) en 1975

	Février						Mars				Total	
	17	18	19/20	21	23	25	27	1er	3	5		6
Arachnides	17	3		1		1			3		1	26
Hyménoptères (sauf formicoïdes)	30	6		1	4	1						42
Hyménoptères (Formicoïdes)	221	146	43	9	4	3		4	7	4		441
Hétéroptères et Homoptères	22	22	7	1	1	2						55
Coléoptères	43	22	5	3	2	2		1	1	1		80
Diptères	46	11	6	1	1	3		1	3		5	77
Autres	7	1		1						3	1	13
<b>Total</b>	<b>386</b>	<b>211</b>	<b>61</b>	<b>17</b>	<b>12</b>	<b>12</b>		<b>6</b>	<b>14</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>734</b>

C'est dans la forêt de Doma, dans la zone de savane sud-guinéenne (zone 6 de la carte 3), que fut réalisée une enquête préliminaire sur les effets des épandages d'endosulfan à VUF par avion sur l'environnement.

Aucun effet néfaste n'a pu être observé sur la faune sauvage (y compris les oiseaux, les mammifères, les reptiles, les animaux amphibies, les poissons et les insectes non visés) pendant et après la campagne de pulvérisation. La conclusion préliminaire est donc que cette méthode est probablement moins dangereuse pour la faune sauvage que les épandages d'endosulfan par hélicoptère expérimentés dans d'autres régions du Nigeria (Takken et col., 1976). Toutefois, il semble que l'éradication de *G. palpalis* n'ait pas été très réussie puisque la densité de population des mouches n'a été réduite que pendant une période assez courte (Tsetse and Trypanosomiasis Division, communication personnelle).

#### Ouganda

L'impact sur l'environnement de 8 à 10 années de pulvérisations de dieldrine dans l'Ankolé oriental (Région occidentale) est indiqué par Sserunjoji et Tjell (1971), puis par Sserunjoji seul (1973). Les analyses chimiques ont porté sur des échantillons de sol et d'herbe. Les zones d'échantillonnage avaient toutes été traitées sélectivement par une émulsion de dieldrine à 3% dans l'eau (dépot moyen de 98 g d'ingrédient actif par hectare) en une seule application. Les résidus de dieldrine dans le sol variaient de 0,006 à 0,029 p.p.m., tandis que les résidus dans l'herbe variaient de 0,93 à 0,11 p.p.m. Les résidus des analyses de sol et d'herbe étaient inversement proportionnels à la durée de l'épandage (Sserunjoji et Tjell, 1971).



Zambie

Les effets secondaires des épandages de dieldrine par pulvérisateurs à dos et par nébulisateurs Unimog furent étudiés dans ce pays de 1962 à 1964. On pulvérisa les gîtes de repos potentiels des tsé-tsé sur les bords des routes et sur les arbres bordant les pistes d'accès y compris les trous dans les arbres, et les terriers, spécialement ceux du fourmilier *Orycteropus afer* (connu comme le meilleur gîte de reproduction de la tsé-tsé). Des animaux rencontrés morts ou mourants (mammifères, oiseaux, reptiles et poissons) furent ramassés. Le tableau 3.5 donne la liste des mammifères morts à la suite d'applications de dieldrine. Les hyènes sont probablement mortes en ingérant de la viande d'éléphant contaminée par du dieldrine par accident. Les oiseaux trouvés morts étaient au nombre de 38, représentant 24 espèces dont 15 espèces insectivores. On indique également que de nombreux reptiles furent ramassés, à savoir 17 serpents et 101 lézards. A cause d'un incident (lavage de récipients vides de Dieldrex 15 T dans une retenue d'eau), 223 poissons furent trouvés morts dans la semaine qui suivit l'incident, tous de l'espèce *Tilapia* (Wilson, 1972).

Les études sur les effets secondaires des épandages par avion d'endosulfan à VUF furent réalisées en 1968 dans la province de Barotse, dans le sud-ouest de la Zambie. L'accent était surtout mis sur les espèces d'insectes non visés, grâce 1) à des observations au sol immédiatement après les pulvérisations; 2) au décompte des insectes tombés des arbres là où les insectes étaient nombreux; et 3) aux observations sur un prédateur (Annax). On n'observa ni insecte mort ou mourant, ni réduction de l'abondance ou de la densité des espèces. Les collections d'insectes faites dans les zones pulvérisées et non pulvérisées ont révélé un total de 163 et 159 espèces différentes respectivement (Magadza, 1969).

Tableau 3.5. Mammifères trouvés morts après des épandages de dieldrine au sol par nébulisateurs (d'après Wilson, 1972)

Nom scientifique	Nom commun	Nombre
<i>Galago senegalensis</i>	petit galago	7
<i>Galago crassicaudatus</i>	aye-aye, galago à queue épaisse	5
<i>Heterohyrax brucei</i>	daman, brachyodonte	2
<i>Oreotragus oreotragus</i>	oréotrague sauteur	1
<i>Orycteropus afer</i>	fourmilier	1
<i>Crocuta crocuta</i>	hyène tachetée	3
<i>Canis sp.</i>	chien domestique	1
<i>Paraxerus cepapi</i>	écureuil de brousse	5

## Conclusions

De ce qui précède on peut tirer la conclusion que la plupart des applications au sol et aérienne des pesticides d'usage courant dans la lutte contre la tsé-tsé ou son éradication causent une mortalité appréciable chez de nombreux organismes non visés (vertébrés aussi bien qu'invertébrés). Bien que les observations faites durant diverses études sur les effets secondaires montrent que finalement la plupart des espèces considérées ont survécu, certaines espèces telles que des oiseaux insectivores ou bien ne se reconstituent pas rapidement ou bien disparaissent virtuellement. Comme le recensement animal ne portait que sur des espèces choisies, il est plus que probable qu'en dehors des espèces qui ont décliné fortement ou fatalement, d'autres espèces ont été affectées en grand nombre. En particulier, lorsque de grandes zones sont traitées par des insecticides au cours d'une période assez brève, certaines se trouvent incapables de récupérer et il se peut fort bien qu'elles soient éliminées complètement des zones concernées. Ceci est très possible pour des espèces confinées ou presque confinées à certains habitats comme les forêts de bordure et des biomes semblables qui représentent aussi dans la plupart des cas l'habitat de saison sèche des tsé-tsé. En général, on a trouvé que les épandages actuels par hélicoptère affectaient une gamme d'espèces beaucoup plus vaste que les épandages discriminatifs au sol. Toutefois, et comme on peut en juger par le spectre des espèces victimes, la méthode la plus dangereuse d'application de pesticide contre la tsé-tsé est très probablement l'utilisation au sol de nébulisateurs (par exemple Unimog) ou de matériel comparable (Graham, 1964; Wilson, 1972).

Dans l'état actuel des connaissances, la méthode semblant la moins dangereuse est celle connue sous le nom de "knock down", qui utilise des faibles doses d'endosulfan appliquées à partir d'avions, sous très faible volume. Au Botswana et au Nigeria, aucun effet adverse important n'a été observé après l'emploi de cette méthode. Cependant on ignore encore si cette technique peut être utilisée dans tous les habitats des tsé-tsés.



## Chapitre 4

## RECOMMANDATIONS PRELIMINAIRES POUR LA SURVEILLANCE ET LA MINIMISATION DE L'IMPACT DES OPERATIONS ANTI-GLOSSINAIRES SUR L'ENVIRONNEMENT

En général on peut distinguer deux types de surveillance de l'environnement, les surveillances chimique et biologique (voir par exemple FAO/UNEP, 1975).

La surveillance chimique se réfère à la mesure des résidus de pesticide dans les milieux ambiants, c'est-à-dire les composants inertes tels que l'eau, l'air, le sol et les sédiments du fond et les composants vivants tels que les plantes, les tissus des vertébrés et des invertébrés et les tissus humains (par exemple le sang, le tissu adipeux).

La surveillance biologique se rapporte à la mesure de certains changements des données biologiques. Un grand nombre de paramètres peuvent servir à cet effet à différents niveaux de l'intégration biologique. Aux plus hauts niveaux d'intégration, l'écosystème et la population, on utilise les mesures de la diversité et de l'abondance des espèces, et l'évaluation de la morbidité et de la mortalité. A un niveau plus bas d'intégration biologique, par exemple les groupes sociaux d'organismes et le niveau individuel, on considère différents paramètres physiologiques (reproduction, activité enzymatique) ou de comportement.

Comme il a été mentionné dans le rapport FAO/UNEP sur la Surveillance de l'Impact (FAO/UNEP, 1975), bien que la surveillance, soit biologique soit chimique, puisse fournir des indications sur l'impact sur l'environnement, les corrélations entre les deux types de données peuvent être très importantes pour établir des relations de cause à effet.

Le choix des indicateurs du milieu pour la surveillance tant chimique que biologique suppose une analyse attentive des écosystèmes concernés, car il ne sera jamais possible d'examiner tous les éléments inertes ou vivants d'après leur teneur en résidu ni d'inclure toutes les espèces d'organismes dans un jugement biologique. Les composés chimiques introduits dans le milieu ne sont généralement pas distribués au hasard mais suivent certains chemins bien définis qui dépendent de leurs propriétés physico-chimiques et de leur biodégradabilité. Le sort du composé détermine la possibilité que certains organismes soient exposés et puissent même subir des effets indésirables du composé en question. Le succès des études dépendra donc notablement du choix judicieux des variables à surveiller (objets et organismes indicateurs).

## Surveillance de l'impact sur l'environnement

En ce qui concerne la surveillance chimique en rapport avec les opérations de lutte contre la tsé-tsé, on a surtout fait attention à ce qu'il advenait des dépôts pulvérisés, en particulier au degré de décomposition dans la végétation. Pour ce faire les analyses ont porté par exemple sur des échantillons de feuilles d'arbres et d'écorce. Tout particulièrement pour les études sur les effets secondaires, les niveaux de résidus ont été déterminés dans les tissus d'organismes non visés trouvés morts, et dans les tissus d'organismes tels que les poissons, les oiseaux ichtyophages, ou insectivores, etc. ramassés dans le voisinage des zones pulvérisées. Les niveaux trouvés dans les organismes peuvent varier de façon notable d'un groupe animal à l'autre suivant les habitudes alimentaires et la position dans la chaîne trophique. Une variabilité appréciable existe également à l'intérieur des groupes en fonction du sexe, de l'âge et de la phase du cycle biologique. Par exemple, chez les poissons, les niveaux de résidus peuvent varier considérablement au cours du frai. En général on peut dire qu'une surveillance chimique adéquate ne devrait pas être considérée comme un simple problème d'analyse chimique mais devrait se concentrer également sur les problèmes d'échantillonnage. A la suite d'échecs, dus à des échantillons insuffisants ou non exhaustifs, les résultats des études de surveillance chimique n'ont pas toujours fourni les données attendues par les chercheurs.

Dans les études sur les effets secondaires menées jusqu'à présent sur la lutte anti-glossinaire ou son éradication, les paramètres biologiques suivants ont été retenus: évaluation de la mortalité et de la morbidité aiguës chez les espèces de vertébrés et les ordres et les familles d'invertébrés, recensements de population à court et long terme chez les oiseaux et évaluations générales des changements de population chez les autres vertébrés. Les oiseaux ont été étudiés plus en détail car on pense qu'ils représentent de nombreux aspects de l'écosystème car

- 1) ils représentent différents groupes trophiques et
- 2) ils occupent des niches écologiques très variées dans le milieu.

Les études réalisées jusqu'à présent indiquent clairement que certaines espèces non visées d'oiseaux et d'autres animaux sont plus sensibles que d'autres. Par exemple pour le dieldrine et l'endosulfan, les gobe-mouches (famille des Muscicapidés) dont de nombreuses espèces existent en Afrique semblent très vulnérables. On pourrait donc recommander d'utiliser ces oiseaux comme indicateurs biologiques pour l'évaluation de l'impact sur l'environnement des futurs épandages des insecticides mentionnés ci-dessus. Le tableau 4.1 donne la liste de quelques organismes qui peuvent être utilisés comme indicateurs biologiques pour le dieldrine et l'endosulfan.

Tableau 4.1. Organismes utilisables comme indicateurs biologiques pour les épandages d'endosulfan et de dieldrine

Espèce		dieldrine	endo-sulfan
<u>Mammifères</u>			
Singe Tantale	<i>Cercopithecus aethiops</i> (Linnaeus)	x	
Ecureuil de Gambie	<i>Heliosciurus gambianus</i> (Ogilby)	x	
Roussettes	<i>Pteropinae</i> sp. (Trouessart)		x
<u>Oiseaux</u>			
Gobe-mouches bleu	<i>Elminia longicauda</i> (Swainson)	x	x
Gobe-mouches à flancs blancs	<i>Batis</i> sp.	x	x
Gobe-mouches de paradis	<i>Tchitrea viridis</i> (Müller)	x	x
- (wattle-eye)	<i>Platysteira cyanea</i> (Müller)	x	x
Tarier	<i>Cossypha</i> sp.	x	x
Grive olivâtre	<i>Turdus olivaceus</i> (Linnaeus)	x	
Martin-pêcheur à gorge bleue	<i>Halcyon malimbicus</i> (Shaw)	x	
Martin-pêcheur pygmé	<i>Ispidina picta</i> (Boddaert)	x	x
<u>Vertébrés à sang froid</u> (reptiles, animaux amphibies, poissons)			
		x	xx
<u>Invertébrés</u>			
Criquets	<i>Orthoptera</i> sp.	x	
Annax, libellule	<i>Odonata</i> sp.	x	
Fourmis	<i>Formicoidea</i>	xx	x

Minimisation de l'impact sur l'environnement

La signification biologique de la raréfaction ou de la disparition de certaines espèces telles que des oiseaux insectivores, des insectes non visés et des poissons, etc. pour la permanence de l'environnement africain ne peut toujours pas être évaluée de façon satisfaisante quoique la mortalité en masse du poisson peut être considérée comme un effet indésirable évident. Toutefois des changements plus subtils dans la représentation d'autres groupes d'organismes pourraient provoquer des changements indésirables dans l'écosystème de la savane. Par exemple certaines régions pourraient perdre leur résistance naturelle contre certaines pestes de l'agriculture et des

forêts. Il est donc préférable d'employer les méthodes de lutte anti-glossinaire qui provoquent le moins de dommage sur les organismes non visés. Ce dernier point amène les recommandations suivantes:

1) Surtout dans le cas des opérations de grande envergure, l'évaluation de la valeur écologique des différents habitats de la région à pulvériser devrait être faite avant les traitements afin d'apprendre si les dommages causés à la faune sauvage (y compris les poissons) peuvent provoquer la détérioration des agréments locaux (disponibilité en poisson; disparition d'espèces dans des réserves naturelles, etc.). A ce sujet, il faut insister sur le fait que certaines parties d'un milieu sont plus vulnérables que d'autres; par exemple dans les zones de savane, les forêts riveraines des cours d'eau et des mares garantissent la survie de nombreuses espèces de savane et du poisson parce qu'elles sont le lieu où l'eau et la nourriture sont disponibles tout au long de la saison sèche et où les feux de brousse n'arrivent généralement pas à pénétrer. Par conséquent, il faut les considérer comme vulnérables en comparaison d'autres endroits où la tsé-tsé est présente, tels que les bouquets de forêt de terrain élevé (par exemple les forêts à Doka d'Afrique de l'ouest) et les forêts riveraines le long des cours asséchés.

2) Pour faire suite à 1), on devrait essayer d'épandre les pesticides de façon aussi discriminative que possible, en utilisant de façon optimale les techniques disponibles. Ceci peut impliquer l'utilisation combinée de diverses méthodes (par exemple la pulvérisation aérienne combinée à la technique des mâles stériles; l'usage combiné de différents pesticides, etc.). Par exemple, d'après les connaissances actuelles, les épandages par hélicoptère de dieldrine ou d'endosulfan pourraient être limités aux habitats dont la valeur écologique est relativement faible, tandis que ceux qui sont relativement valables pourraient être pulvérisés grâce aux techniques de pulvérisation au sol utilisant le pesticide disponible le plus approprié.

3) La mise au point de méthodes améliorées de lutte contre la tsé-tsé au moyen d'une sélection des pesticides les plus adéquats et des formulations et des systèmes d'épandage satisfaisants devrait être continuée de façon à réduire autant que possible l'impact sur l'environnement. Dans certaines parties de l'Afrique, les épandages par avion de formulations à volume ultra faible d'endosulfan à des dosages relativement faibles ont été effectués avec succès dans certains habitats (par exemple le delta de l'Okavango) et on a indiqué qu'aucun effet secondaire sérieux ne s'était produit. Toutefois on ne sait pas encore si ces épandages peuvent être réalisés sur d'autres habitats de la tsé-tsé.

4) Il faut continuer les études sur les effets secondaires des opérations de lutte contre la tsé-tsé. Jusqu'ici, ceux-ci ont surtout été étudiés dans la savane soudanienne, la savane nord-guinéenne, et des types de savane sèche semblables dans d'autres parties d'Afrique. Elles devraient être continuées sur les épandages de pesticides dans les zones plus humides et de préférence en relation étroite avec les essais sur le terrain, conçus pour la sélection de méthodes de lutte améliorées. Le besoin d'information sur les effets possibles à long terme sur les insectes non visés, les poissons et certains autres vertébrés se fait ressentir de façon urgente.

5) A ce jour, le personnel scientifique responsable de la mise en oeuvre des opérations de lutte anti-tsé-tsé se compose généralement de vétérinaires, d'entomologistes et de spécialistes de la formulation et de l'épandage des pesticides. Il est suggéré d'y inclure un toxicologue de l'environnement pour les évaluations écologiques et l'organisation des études sur les effets secondaires. Ses conseils devraient être pris sérieusement en considération quant au choix des techniques de lutte les plus appropriées.

Les impacts secondaires sur l'environnement qui peuvent résulter de l'invasion de zones récupérées sur la tsé-tsé par l'homme et le bétail n'ont pas été étudiées dans le présent rapport.





## Chapitre 5

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES <sup>1</sup>

- Aitchison, P.J. and Glover, P.E. The land resources of North East Nigeria, Vol. 2: Tsetse and Trypanosomiasis. Land Resources Division, Directorate of Overseas Survey's Tolworth, Surrey, England.
- Annual Report of the Tsetse and Trypanosomiasis Division 1973-75, 1976 Federal Livestock Department, Federal Republic of Nigeria.
- Ashton, D. Tsetse control in Zambia, Proc. Tsetse Control Seminar, Blantyre (1974).
- Beals, E. Forest bird communities in the Apostle island of Wisconsin 1960 Wilson Bulletin 72: 156-181.
- Bertram, D.S. Tsetse and trypanosomiasis control in Nyanza Province 1969 Kenya. - Trans R. Soc. trop. Med. Hyg. 63: 125.
- Burnett, G.F. The susceptibility of tsetse flies to topical applications of insecticides. VI-Data on more chlorinated hydrocarbons and organophosphates and a general discussion. 1962a Bull. Ent. Res. 53: 753-761.
- Burnett, G.F. Research in East Africa on the control of tsetseflies 1962b from the air. Agric. Aviat. 4: 79-87.
- Burnett, G.F., Chadwich, P.R., Miller, A.W.D. and Beesley, J.S.S. 1964 Aircraft applications of insecticides in East Africa XIV. Very-low-volume aerosols of dieldrin and isobenzan for the control of Glossina morsitans Westw. Bull. ent. Res. 55: 527-539.
- Buyckx, E.J. Applications par voie aérienne de telodrine dans la lutte contre Glossina morsitans Westw. au Bugesear (Rwanda) Report tenth Meeting ISCTR, CCTA publication no. 97: 145-155.
- Casewell, T.J. The control of tsetse and trypanosomiasis in the north-eastern districts of Rhodesia. PANS 15: 219-221. 1969
- Challier, A. Campagne de lutte contre Glossina palpalis gambiensis Vanderplank dans le foyer de Bamako (République de Mali) 1962 Report ninth meeting ISCTR, CCTA publ.no.88: 265-279.
- Challier, A. La transmission de la trypanosomiase humaine en Afrique occidentale: ecologie et controle des vecteurs. Ann. 1971 Soc. Belge Méd. Trop. 51: 549-558.
- Challier, A. The fight against tsetse: attempts at insecticide application by helicopter (Abstr.) 9th Inst. Cong. Trop. Med. 1973 Mal. Athens, 2 : 9.

---

<sup>1</sup> Outre les publications citées dans le rapport, celui-ci fait état de plusieurs autres textes (sans donner de référence); il s'agit d'études réalisées durant les travaux préparatoires.

- Everaarts, J.M., Koeman, J.H. and Brader, L. Contribution a l'étude  
1971 des effets sur quelques éléments de la faune sauvage  
des insecticides organo-chlorés utilisés au Tchad en  
culture cotonnière. Cot. Fib. Trop. XXVI (4): 385-394.
- FAO/WHO. Report of a Joint FAO/WHO Expert Committee on African Try-  
1969 panosomiasis. FAO Agricultural Study no. 81/WHO Tech-  
nical Report Series no. 434.
- FAO/UNEP Report on Impact monitoring of residues from the use of  
1975 agricultural pesticides in developing countries. FAO/UNEP  
publication AGPP: MISC/22.
- Farrell, J.A.U. The control of a tsetse (Glossina) advance by use  
1960 of residual insecticide. Chiredzi River, S. Rhodesia.  
Report eighth meeting ISCTR, CCTA publication no. 62:  
265-268.
- Fiedler, O.G.H. Der Feldzug gegen die Tsetsefliege in Zululand.  
1950 Z.f. angew. Ent. 31: 509-536.
- Finelle, P. Rapport pour le Gouvernement de la République du Niger  
1974 sur la lutte contre le trypanosomiase animale. FAO  
report, WS/E9030.
- Ford, J. Control of the African trypanosomiasis with special reference  
1969a to land use. Bull. WHO 40: 879-892.
- Ford, J. The role of the trypanosomiasis in African ecology. A  
1971 study of the tsetse fly problem. Clarendon. Oxford.
- Ford, J. The consequences of control of African Trypanosomiasis. in:  
1973 Computer models and application of the sterile-male  
technique. IAEA proceedings: 141-144, Vienna.
- Fowle, C.D. Effects of phosphamidon on forest birds in New Brunswick.  
1972 Canadian Wildlife Service, CW 65-8/16, Ottawa.
- Fry, C.H. Bird conservation and prospects in Nigeria. Ardeola, 21  
1975a (especial): 993-1015.
- Gledhill, J.A. and Caughey, W. Report on a field trial in the use  
1962 of dieldrin for the control of G. morsitans in the Zam-  
besi Valley. Report ninth meeting ISCTR, CCTA publication  
no. 88: 239-251.
- Glover, P.E. and Aitchison, P.J. Tsetse control and land use in North  
1966b Eastern Nigeria. Vol. III-methods of tsetse control and  
recommendations for the extermination of Glossina. Baraka  
press Ltd. Kaduna.
- Graham, P. Destruction of birds and other wild life, by dieldrex  
1964 spraying against tsetse fly in Bechuanaland. Arnoldia  
10 (1): 1-4.
- Hadaway, A.B. and Turner, C.R. Toxicity of insecticides to tsetse  
1975 flies. WHO/VBC/75.510.
- Hocking, U.S., Lee, C.W., Beesley, J.S.S. and Matechi, H.T.  
1966 Aircraft applications of insecticides in East Africa.  
XVI-Airspray experiment with endosulfan against G. morsitans  
Westw., G. swynnertoni Aust. and G. pallidipes  
Aust. - Bull. ent. Res. 56: 737-744.

- Hopkins, B. Forest and Savanna, 2nd ed. Heineman Educ. Books, London/  
1974 Ibadan.
- Hynes, H.B.N. A plea for caution in the use of DDT in the control of  
1960 aquatic insects in Africa. Ann. Trop. Med. Parasitol 54:  
331-332.
- Hynes, H.B.N. and Williams, T.R. The effect of DDT on the fauna of  
1962 a central African stream. Ann. Trop. Med. Parasitol 56:  
78-91.
- IDRC. Tsetse Control: the role of pathogens, parasites and predators.  
1974 IDRC Report, BOX 8500, Ottawa, Canada.
- Irving, N.S. and Beesley, J.S.S. Aircraft applications of insecticides  
1969 in East Africa XVII-Airspray experiment with fenthion  
against Glossina morsitans Westw., G. swynnertoni Aust.  
and G. pallidipes Aust. . Bull. ent. Res. 58: 431-437.
- Irving, N.S., Lee, C.W., Parker, J.D. and Beesley, J.S.S. Aircraft  
1969 applications of insecticides in East Africa. XVIII-  
Attempted control of Glossina pallidipes Aust. with  
pyrethrum in dense thicket. Bull. ent. Res. 59: 299-305.
- Itard, J. Possibilities of using genetic methods to control the tsetse  
1974 fly. in: Sterile-insect technique and its field applica-  
tions. FAO/IAEA proceedings, Vienna.
- Johnstone, D.R., Huntingdon, K.A. and Coutts, H.H. Penetration of  
1974 droplets applied by helicopter into a riverine forest  
habitat of tsetse flies in West Africa. Agricultural  
Aviation 16(3): 71-82.
- Jordan, A.M. Recent developments in the ecology and methods of  
1974 control of tsetse-flies (a review). Bull. ent. Res.  
63: 361-399.
- Jordan, A.M. Tsetse control - present and future. Trans. R. Soc.  
Trop. Med. & Hyg. 70: 128-129.
- Kangwaye, T.N. A report on current tsetse eradication schemes in  
1975 Uganda. East Afr. J. Med. Res. 2 (1) : 109-112.
- Keay, R.W.J. An outline of Nigerian vegetation. 2nd ed., Government  
1953 Printer, Lagos.
- Keay, R.W.J. Vegetation Map of Africa. Oxford University Press,  
1959 London.
- Keay, R.W.J., Onochie, C.F.A. and Stanfield, D.F. Nigerian trees.  
1964 Vol. I and II. Dep. Forest Research, Ibadan.
- Kendrick, J.A. and Alsop, N.A. Aerial spraying with endosulfan  
1974 against Glossina morsitans in the Okavango Delta area  
of Botswana. PANS 20 (4): 392-399.

- Knapp, R. Die Vegetation von Afrika. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, BRD. 1973
- Knauf, W. Endosulfan and the environment. Paper read at the Agricultural Symposium Moscow. Pflanzenschutzforschung-Biologie Hoechst A.G., Frankfurt/M (w.g.). 1973
- Koeman, J.H. Methods of investigating possibly undesirable environmental effects arising from uses of pesticides in developing countries. FAO Report AGPP/Misc/9:1973. 1973
- Koeman, J.H. Boer, W.M.J. den, Feith, A.F., Iongh, H.H. de, Spliethoff, Petra C., Na'isa, B.K. and Spielberger, U. Three years observation on side-effects of helicopter applications of insecticides to exterminate Glossina species in Nigeria. Environmental Pollution (in press). 1976
- Koeman, J.H. and Hadden, Patricia, M. Report concerning a study on the effects of dieldrin spraying on small rodents in S.W. Kenya. 1968
- Koeman, J.H. and Pennings, J.H. An orientational survey on the side-effects and environmental distribution of insecticides used in Tsetse Control in Africa. Bull. Environm. Cont. Toxicology. 5: 164-170. 1970
- Koeman, J.H., le Roux, J.G. and Pennings, J.H. An orientational survey on the side-effects and environmental distribution of dieldrin in a tsetse-control area in S.W.-Kenya. Report Dept. Toxicol. Agr. Univ. Wageningen, the Neth. 1969
- Koeman, J.H., Rijksen, H.D., Smies, M., Na'isa, B.K., and MacLennan, K.J.R. Faunal changes in a swamp habitat in Nigeria sprayed with insecticide to exterminate Glossina. Neth. J. Zoology 21(4): 434-463. 1971
- Krug, W. A survey of trypanosomiasis with particular reference to livestock, in the south-west province of Ethiopia. Bull.epizoot. Dis. Afr. 19: 243-255. 1971
- Lambrecht, E.L. Some principles of tsetse control and land-use with emphasis on wildlife husbandry. E. Afr. Wildl. J. 4: 89-98. 1966
- Lane, M.O. Tsetse fly control: current techniques surveyed. Span 18 no. 2: 71-73. 1975
- Langridge, W.P. and Mugutu. S.P. Some observations on the destruction of wildlife and insects after spraying with organochlorine pesticides for tsetse fly control measures. OAU/ISTRIC Publication no. 102: 195-201. 1968
- Lee, C.W. Aerial applications of insecticides for tsetse fly control in East Africa. Bull.Wld. Hlth. Org. 41: 261-268. 1969
- Lee, C.W. et al. Modifications to micronair equipment and assessment for fine aerosol emission in tsetse fly control. Agr. Av. 11:12. 1969

- Lee, C.W. et al. Aerosol studies using an Aztec Aircraft with mi-  
1975 cronair equipment for tsetsefly control in Botswana.  
Miscellaneous report no. 18 of : COPR, College House, Lon-  
don.
- Lind, E.M. and Morrison, M.E.S., East African Vegetation. Longman  
1974 Gr. Ltd., United Kingdom.
- Longman, K.A. and Jénik, J. Tropical forests and its environment.  
1974 Longman, London.
- Lovemore, D.F. The effects of anti-tsetse shooting operations on the  
1963 game populations as observed in the Sebungwe District,  
Southern Rhodesia. Publ. IUCN NS 1: 232-234.
- Maas, W. ULV application and formula techniques. N.V. Philips-Duphar  
1971 Crop Protection Division, Amsterdam.
- MacLennan, K.J.R. Recent advances in techniques for tsetsefly control.  
1967 Bull. Wld. Hlth. Org. 37: 615-628.
- MacLennan, K.J.R. A consideration of environmental consequences  
1973 following anti-tsetse operations in Nigeria. Trop. Anim.  
Hlth. Prod. 5: 40-45.
- MacLennan, K.J.R. Trypanosomiasis in relation to vector biology and  
1975 control: considerations relating to vector extermination.  
WHO/VBC/75.577.
- Macworth-Praed, C.W. and Grant, C.H.B. Birds of West Central and  
1970,1973 Western Africa. 2 Vols. Longman Group Ltd., London.
- Magadza, C.H.D. Aerial application of Thiordan for tsetse eradication -  
1969 an ecological assessment. A.R.C. of Zambia, unpublished  
report.
- Maier-Bode, H. Properties, Effects, Residues and Analytics of the  
1974 insecticide Endosulfan. Residue Reviews 22: 1-44.
- Moreau, R.E. The bird faunas of Africa and its Islands. Acad. Press,  
1966 New York & London.
- Mouchet, J. l'Éradication des Glossines aux confins du Nord-Cameroun  
1962 et du Tchad. Report ninth meeting ISCTR, CCTA publication  
no. 88: 229-237.
- Muirhead-Thomson, R.C. Pesticides and Freshwater Fauna. Academic  
1971 Press, London & New York.
- Mulla, Mir S. Vector control technology and its relationship to the  
1966 environment and wildlife. J. Appl. Ecology 3, suppl.:  
21-28.
- Mulligan, H.W. (ed.). The African Trypanosomiasis. George Allen and  
1970 Unwin Ltd., London.

- Na'isà, B.K. Note on the effects of dieldrin formulations on fauna  
1975 in a swamp habitat in Nigeria sprayed to exterminate  
Glossina. Proc. Tsetse Control Seminar, Blantyre,  
1974.
- Nash, T.A.M. Africa's bane, the Tsetse fly. Collins, London.  
1969.
- Oliaka, J.A. An attempt to control tree generation using Tordon 101  
1975 arboricide in tsetse barrier zones. East Afr. J. Med. Res.  
2, no. 1: 125-127.
- Park, P.O., Gledhill, J.A., Alsop, N. and Lee C.W. A large-scale  
1972 scheme for the eradication of Glossina morsitans morsitans  
Westw. in the Western Province of Zambia by aerial ultra-  
low-volume application of endosulfan. Bull. ent. Res.  
61: 373-384.
- Perfect, J. Insecticide use in the tropics. Biologist 19: 149-151.  
1972
- Potts, M.A. et al. The Shinyanga game destruction experiment. Bull.  
1952 ent. Res. 43: 365-374.
- Provost, M.W. Environmental hazards in the control of disease vec-  
1972 tors. Environmental Entomology 1: 333-339.
- Reed, W. Fish and Fisheries of Northern Nigeria. Ministry of Agricul-  
1967 ture, Northern Nigeria.
- Richardson, A. Side-effect studies on the use of dieldrin on game  
1970 animals in Nyanza Province, Kenya. Visit Report no. TLVR  
0003.70, Shell Chemicals, Tunstall Laboratory.
- Rosevaer, D.R. Checklist and atlas of Nigerian mammals. Government  
1953 Printer, Lagos.
- Roth, H.H. Game conservation and trypanosomiasis (review). Br. Vet.  
1973 J. 129: 407-413.
- Russell-Smith, A. Preliminary Report on Tsetse Fly Spray Monitoring.  
1976 COPR, College House, London.
- Silva, M.A. de Andrade and Silva, J. Marques da. The tsetse fly  
1960 (G. morsitans) eradication campaign in the Govuro district,  
Mozambique. Report eighth meeting ISCTR, CCTA publication  
no. 62: 253-264.
- Spielberger, U. Lutte contre la trypanosomiase animale au Niger.  
1971 OAU/ISCTR publication no. 105: 289-293.

- Spielberger, U. and Abdurrahim, U. Pilot trials of discriminative  
1971 aerial application of persistent dieldrin deposits to  
eradicate Glossina morsitans submorsitans in the Anchau  
and Ikowa forest reserves. OAU/ISCTR publication no. 105:  
271-281.
- Spielberger, U. and Na'isa, B.K. Aerial application of insecticides  
1974 by helicopter against Glossina spp. : field trials with  
tetrachlorvinphos, bromophos, dieldrin and hostathion  
in Northern Nigeria. Technical Report, TTD, Kaduna, Nigeria.
- Spielberger, U., Sivers, P. and Issa, M. Sprühversuche mit dem Hub-  
1971 schrauber im Galeriewald des Nigers zur Bekämpfung der  
Tsetsefliege. Einfluss der Tropfengrösse von Multamin-  
flüssig-3 auf seine Wirkungsdauer. Berl. Münch. Tierärztl.  
Wschr. 84: 132-135.
- Sserunjoji, J.M.S. A study of organochlorine insecticide residues  
1973 in Uganda with special reference to Dieldrin and DDT.  
IAEA-SM-175/36.
- Sserunjoji, S.J.M. and Tjell, T.C. Insecticide Residues following  
1971 Tsetse Control in Uganda. Working paper no. 13 of a  
joint FAO/IAEA panel, Vienna, October 1971.
- Steele, B. Rapport d'avancement d'un projet tendant à l'éradication  
1956 de G. brévipalpis du district Karonga au Nyassaland.  
Report sixth meeting ISCTR, CCTA publication: 91-101.
- Takken, W., Bruijckere, F.L.G. de and Koeman, J.H. Environmental  
1976 impact studies concerning the fixed-wing aircraft  
endosulfan applications in the Southern Guinea Savanna  
zone in Nigeria. Report Dept. Toxicol. Agr. Univ. Wage-  
ningen, the Netherlands.
- Tarimo, C.S. and Materu, M. The use of insecticide barrier in tsetse  
1975 control schemes. East African J. Med. Res. 2(1): 113-116.
- Tarimo, C.S., Parker, J.D. and Kahumbura, J.M. Aircraft applications  
1971 of insecticides in East Africa XX and XI-Pyrethrum Post  
11: 18-23.
- Thomson, W.E.F., Glover, P.E. and Trump, E.C. The extermination of  
1960 G. pallidipes from an isolated area on Lake Victoria with  
the use of insecticides. Report eighth meeting ISCTR,  
CCTA publication no. 62: 303-308.
- Thorslund, E. Survey of inland water pollution in Uganda, Kenya,  
1971 Zambia and Tanzania. FAO regular programme no. RP/11.
- Toit, R. du, Trypanosomiasis in Zululand and the control of tsetse  
1954 flies by chemical means. Onderstepoort J. vet. Res. 26:  
317-387
- Touree, S.M. The control of Glossina palpalis gambiense in the  
1973 region of Niayes of Senegal (Fr.) Rev. Elev. vet. Pays.  
trop. 26: 339-347.



- Vale, G.S. Residual insecticides for use against tsetse flies in  
1968 Rhodesia. PANS 15: 213-218.
- Watts, W.S. Choice and formulation of pesticides for aerial applica-  
1976 tion. Span 19: 6-9.
- Wiese, I.H., Basson, N.C.J., Basson, P.A., Naudé, T.W. and Maartens,  
1973 B.P. The toxicology and pathology of dieldrin and photo-  
dieldrin poisoning in two antelope species. Onderstepoort  
J. vet. Res. 40 (1): 31-40.
- Wiese, I.H., et al. Toxicology and dynamics of dieldrin in the  
1969 crowned guinea fowl, Numida meleagris (L) - Phytophylac-  
tica 1, 161-176.
- Willett, K.C. An outline of the findings of the recent WHO/UNDP  
1972 trypanosomiasis project in Kenya. Trans. R. Soc. trop.  
Med. Hyg. 66, 331-332.
- Wilson, Vivian J. Observations on the effect of Dieldrin on wildlife  
1972 during tsetse fly Glossina morsitans control operations  
in Eastern Zambia. Arnoldia (Rhodesia) no. 10 vol. 5.
- Wooff, W.R. The eradication of Glossina morsitans morsitans Westw.  
1965 in Ankole, Western Uganda, by dieldrin application.  
Report tenth meeting ISCTR, CCTA publication no. 97:  
157-166.
- Wooff, W.R. A review of current tsetse control in Uganda. Trans. R.  
1969 Soc. trop. Med. Hyg. 63: 125-126.
- Yeo, D. van Thompson, B.W. Aircraft applications of insecticides  
1954 in East Africa V - the deposition in open country of  
coarse aerosol released from an aircraft. Bull. ent.  
Res. 45: 79-92.
- Yvore, P., Desrotour, J. Laurent, J. and Finelle, P. Campagne  
1962 d'eradication de Glossina fuscipes fuscipes Newst.  
par pulverisation de dieldrine en République Centrafri-  
caine. Report ninth meeting ISCTR, CCTA publication  
no. 88: 187-204.

# CAHIERS TECHNIQUES DE LA FAQ:

## ETUDES FAO: PRODUCTION VEGETALE ET PROTECTION DES PLANTES

1. Horticulture, a select bibliography, 1976 (A\*)
2. Cotton specialists and research institutions in selected countries, 1976 (A\*)
3. Food legumes: distribution adaptability and biology of yield, 1977 (A\* E\*\*\* F\*\*\*)
4. Soybean production in the tropics, 1977 (A\*)
5. Les systemes pastoraux sahelien, 1977 (F\*)
6. Resistance aux pesticides et evaluation des pertes de recolte - 1, 1977 (A\* F\*)
7. Rodent pest biology and control - Bibliography 1970-74, 1977 (A\*)
8. Tropical pasture seed production, 1978 (A\* E\*\*\* F\*\*\*)
9. Improvement and production of food legume crops, 1977 (A\*)

## ETUDES FAO: PRODUCTION ET SANTÉ ANIMALES

1. Selection animale: articles choisis de la Revue mondiale de zootechnie, 1977 (A\* E\* F\*)
2. Eradication de la peste porcine classique et de la peste porcine africaine, 1977 (A\* E\* F\*)
3. Insecticides et materiel d'epandage pour la lutte contre la tse-tse, 1977 (A\* F\*)
4. Nouvelles sources d'aliments du betail, 1977 (A\*\*\* E\*\*\* F\*\*\*)
5. Bibliography of the criollo cattle of the Americas, 1977 (biling. A/E\*)
6. Mediterranean cattle and sheep in crossbreeding, 1977 (A\* F\*)
7. L'action sur l'environnement de la lutte contre la tse-tse, 1977 (A\* F\*)
8. Declining breeds of Mediterranean sheep, 1978 (A\*\*\* F\*\*\*)

## CAHIERS FAO: CONSERVATION DES SOLS

1. L'aménagement des bassins versants, 1977 (A\* E\*\*\* F\*\*\*)
2. Techniques hydrologiques de conservation en amont, 1977 (A\* E\*\*\* F\*\*\*)
3. Conservation en zones arides et semi-arides, 1977 (A\* E\*\*\* F\*\*\*)
4. Special readings in conservation techniques, 1977 (A\*)

## ETUDES FAO: FORETS

1. Contrats d'exploitation forestiere sur domaine public, 1977 (A\* E\* F\*)
2. Planning forest reads and harvesting systems, 1977 (E\*)
3. World list of forestry schools, 1977 (Tr\*)
4. La demande, l'offre et le commerce de la pate et du papier - 1, 1977 (A\* E\* F\*)

## ETUDES FAO: ALIMENTATION ET NUTRITION

1. Review of food consumption surveys, 1977  
Vol. 1 Europe, North America, Oceania, 1977 (A\*)
2. Report of the joint FAO/WHO/UNEP conference on mycotoxins, 1977 (A\* E\* F\*)
3. Report of the joint FAO/WHO expert consultation on the role of dietary fats and oils in human nutrition, 1977 (A\* E\*\*\* F\*\*\*)
4. Specifications for the identity and purity of thickening agents, anticaking agents, antimicrobials, antioxydants and emulsifiers, 1978 (A\*)

## BULLETINS DES SERVICES AGRICOLES DE LA FAQ

34 titres parus

## BULLETINS FAQ D'IRRIGATION ET DE DRAINAGE

30 titres parus

## BULLETINS PEDOLOGIQUES DE LA FAO

38 titres parus

Disponibilite: Fevrier 1978

A - Anglais	*	Disponible
E - Espagnol	**	Epouse
F - Franc;ais	***	En preparation

*On peut se procurer les Cahiers techniques de la FAO aupres des agents officiels de vente de la FAO, ou en s'adressant directement a la Section distribution et ventes FAO, Via de/le Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italie*

M-27

ISBN 92-5-200557-9