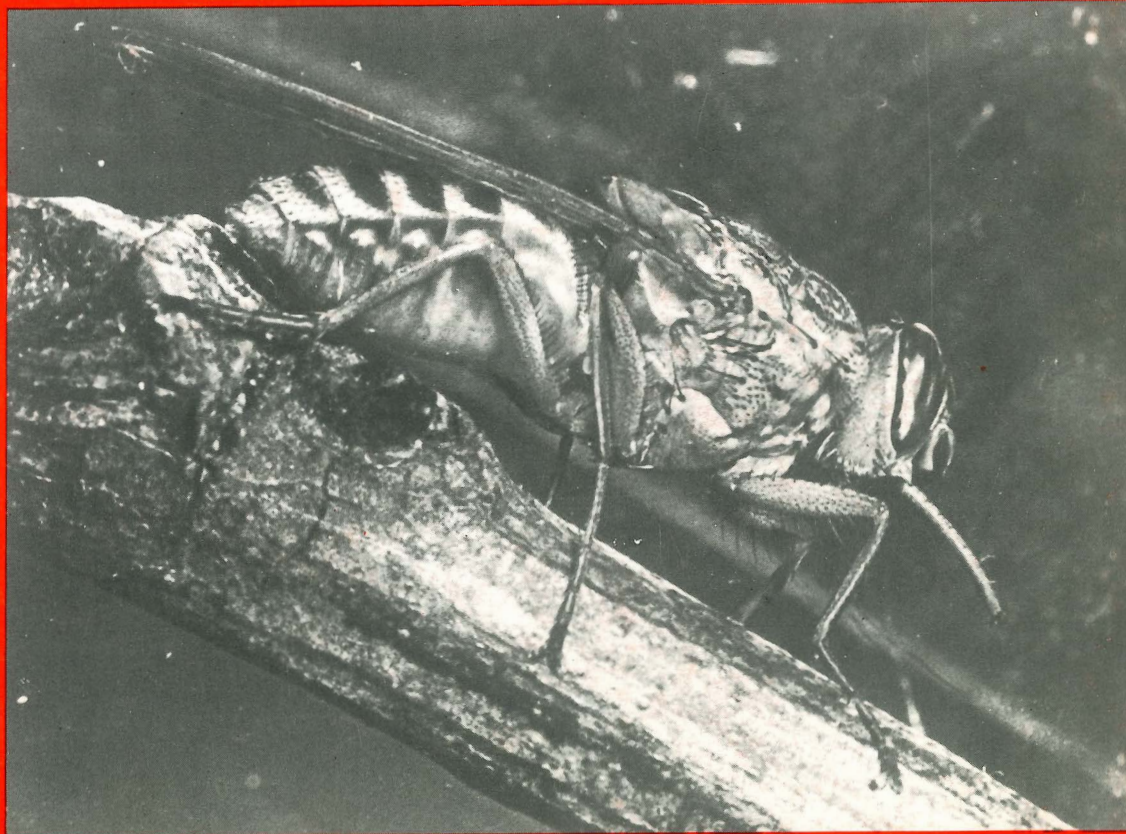


**l'action sur l'environnement**  
de  
**la lutte contre la tsé-tsé**



**l'action sur l'environnement**  
de  
**la lutte contre la tsé-tsé**  
**état des connaissances actuelles**  
par  
**j.h. koeman, f. balk 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 92-5-201001-7

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 1981

TABLE DES MATIERES

	Page
Chapitre 1. Introduction	1
Chapitre 2. Bref tableau des connaissances actuelles sur l'ampleur et la nature des traitements chimiques effectués en Afrique pour combattre et éradiquer la tsé-tsé	4
Chapitre 3. Effets sur l'environnement des produits chimiques utilisés pour combattre et éradiquer la mouche tsé-tsé - Etat des connaissances actuelles	35
Chapitre 4. Recommandations pour surveiller et réduire les effets sur l'environnement des opérations de lutte contre la tsé-tsé	62
Chapitre 5. Bibliographie	68



## Chapitre 1. INTRODUCTION

Les mouches tsé-tsé (Glossina spp.), représentées par beaucoup d'espèces en Afrique au sud du Sahara (voir fig. 2.1), sont bien connues comme vectrices 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. Beaucoup de pays africains sont d'ailleurs en train de faire des efforts pour exterminer la mouche tsé-tsé. Actuellement, des opérations de lutte de grande envergure sont projetées dans 33 pays africains, sous les auspices de la FAO et de l'OMS. Nombreuses sont les méthodes de lutte contre la tsé-tsé qui ont été employées jusqu'à ce jour, notamment le débroussaillage, la destruction du gros gibier et la lutte biologique et chimique (voir par exemple Nash, 1969, Jordan, 1974 et Laird, 1977). Pour diverses raisons, par exemple leur efficacité limitée et leurs graves effets sur l'environnement, le débroussaillage et la destruction du gibier ont été progressivement abandonnés au cours des dix dernières années. La lutte biologique, c'est-à-dire le lâcher de mouches mâles stériles, en est encore au stade expérimental. Quelques résultats prometteurs ont été obtenus dans des essais sur le terrain (voir Cuisance et Coll. 1978, Dame et Williamson, 1979). La lutte chimique est devenue de plus en plus importante et actuellement des insecticides sont appliqués sur une grande échelle dans la plupart des campagnes de lutte contre la tsé-tsé. Le présent rapport traite principalement des effets de la lutte et de l'éradication par des traitements chimiques. Il est divisé en quatre chapitres: (1) état actuel des connaissances sur le degré de développement et la nature de la lutte et de l'éradication par traitements chimiques en Afrique, (2) état actuel des connaissances concernant les effets des produits chimiques utilisés sur l'environnement, (3) considérations sur les effets secondaires des opérations de lutte contre la tsé-tsé, (4) recommandations pour surveiller et atténuer le plus possible les effets sur l'environnement des opérations contre la tsé-tsé.

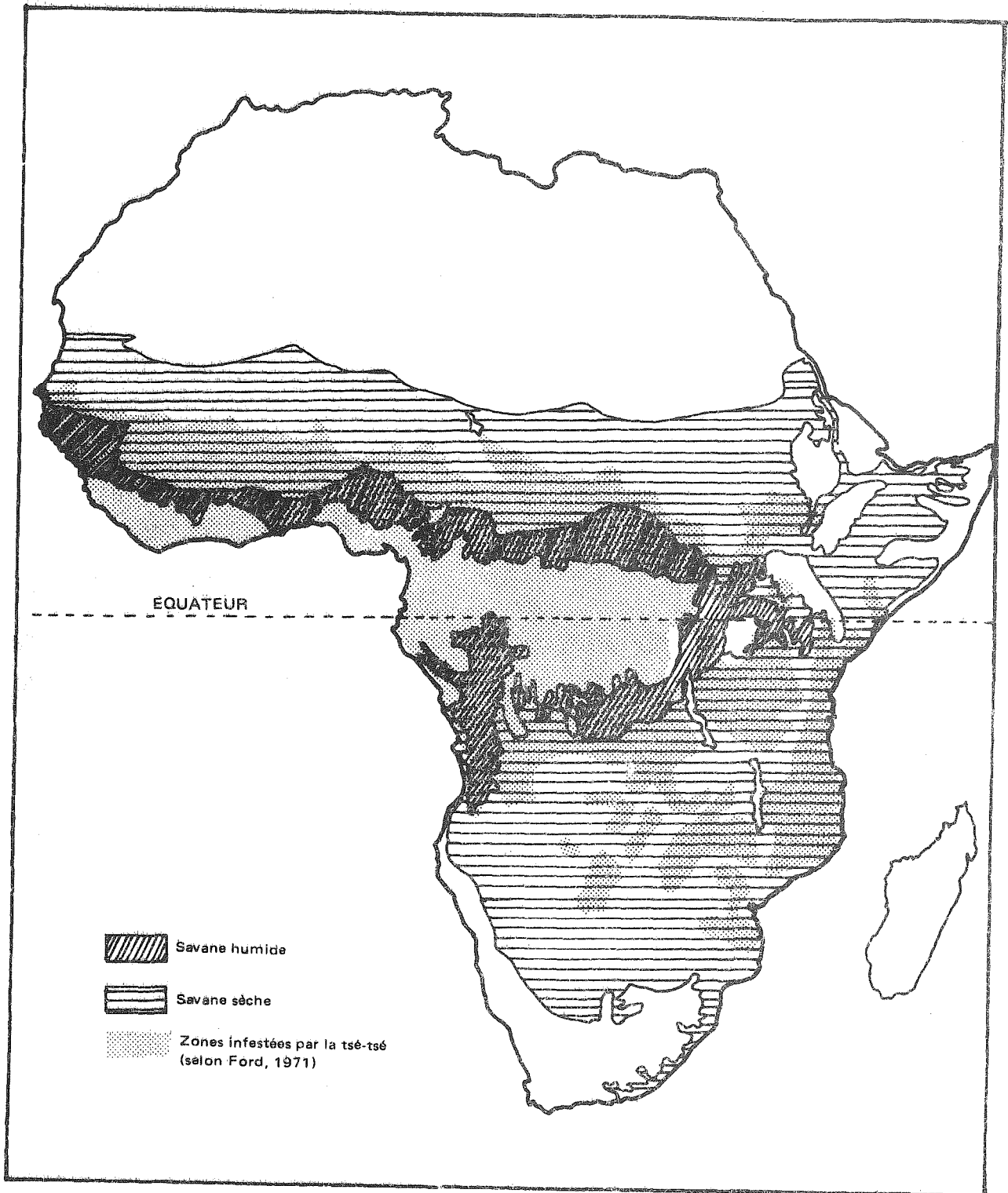


Fig. 2.1 Carte de la répartition des tsé-tsé dans les savane humides et dans les savanes sèches.



Fig. 2.2 Lutte contre la tsé-tsé en Afrique

- Campagne de lutte contre la tsé-tsé
- ▲ Projet de recherches sur la lutte contre la tsé-tsé
- Avec étude des effets sur l'environnement



## Chapitre 2. BREF TABLEAU DES CONNAISSANCES ACTUELLES SUR L'AMPLEUR ET LA NATURE DES TRAITEMENTS CHIMIQUES EFFECTUES EN AFRIQUE POUR COMBATTRE ET ERADIQUER LA TSE-TSE

Jusqu'à présent, des programmes de lutte ou d'éradication ont été réalisés contre la tsé-tsé dans 23 pays d'Afrique: Botswana, Cameroun, République centrafricain, Tchad, Ethiopie, Ghana, Côte-d'Ivoire, Kenya, Malawi, Mali, Mozambique, Niger, Nigéria, Rwanda, Sénégal, Somalie, Afrique du Sud, Tanzanie, Togo, Ouganda, Haute-Volta, Zambie et Zimbabwe (voir fig. 2.2).

En général, la lutte ou l'éradication chimique sont réalisées par application aussi sélective que possible d'un dépôt relativement persistant d'insecticides sur les gîtes potentiels de repos des mouches (applications dites "rémanentes"). Jusqu'ici, dans la majorité des opérations, on a utilisé du DDT, de la dieldrine, de l'endosulfan et des pyréthroïdes. La méthode d'application la plus discriminative est sans doute celle des pulvérisations terrestres où le pesticide est pulvérisé directement sur certaines parties de la végétation, par exemple sur les troncs d'arbres jusqu'à une certaine hauteur et sous les branches inclinées, avec des pulvérisateurs à dos. Pour des raisons économiques et à cause de l'étendue de certaines zones infestées par les mouches, les applications aériennes ont commencé à être largement pratiquées au cours des dix dernières années. Dans les pulvérisations aériennes, de gros efforts ont également été faits pour déposer aussi efficacement que possible l'insecticide sur l'organisme visé, par le choix judicieux du type d'aéronef, d'atomiseur et de formulation. On a utilisé largement la somme considérable de connaissances qui sont actuellement disponibles sur l'écologie des espèces de tsé-tsé concernées. Un grand progrès a été réalisé avec la mise au point ces dernières années de diverses formulations en aérosol à volume ultra faible (VuF), qui ne sont pas destinées à former des dépôts rémanents. Les populations de mouches sont éliminées par cinq ou six séries de traitements espacés d'une à trois semaines.

On trouvera ci-après une description des méthodes chimiques de lutte et d'éradication qui ont été appliquées ou sont en train de l'être dans les différents pays susmentionnés. Les types d'habitats traités et les résultats obtenus retiendront particulièrement l'attention. Il convient de signaler que ces brèves descriptions ne couvrent que les principales activités et qu'on ne fait

donc pas nécessairement état de tous les rapports ni de toutes les publications qui pourraient être disponibles.

### Botswana

Dans les publications antérieures à 1972, on trouve peu d'informations sur la lutte contre la tsé-tsé au Botswana. Graham (1964) mentionne des applications de dieldrine (applications de Dieldrex par Unimog) contre G. morsitans dans une zone proche de Maun, mais ne donne pas de précisions sur la répartition des mouches, les doses appliquées, etc. Selon Davies (1979 a), on a assaini et protégé contre la tsé-tsé 12 500 km<sup>2</sup> en utilisant des pulvérisateurs à dos et en pratiquant des applications sélectives de dieldrine et de DDT. Lee et coll. (1975) font état de pulvérisations terrestres de DDT à 5 pour cent et de dieldrine à 3 pour cent en applications rémanentes (formulation non décrite), dans certaines parties du delta de l'Okavango.

Selon Bowles (1979), G. morsitans centralis infeste à peu près 28 000 km<sup>2</sup> dans le delta de l'Okavango, plus 5 000 km<sup>2</sup> dans le bassin voisin des rivières Kwando, Linyanti et Chobé, à la frontière nord du pays. Cette publication annonce que les pulvérisations aériennes ont commencé par une série de petits essais en 1972 et par une pulvérisation témoin expérimentale en 1973, avec de l'Endosulfan appliqué par avion en volume ultra-faible.

A partir de 1974, environ 1 500-4 000 km<sup>2</sup> ont été traités chaque année, les techniques de pulvérisations étant modifiées et perfectionnées à chaque campagne. La mouche semble avoir été totalement éliminée des 4 000 km<sup>2</sup> traités en 1977 (Davies 1979 b). La connaissance détaillée des conditions météorologiques et de la physiographie dans la zone considérée ont permis de tirer pleinement parti de la dérive de l'insecticide pulvérisé (Bowles 1979). Cinq applications successives de 6-12 g/ha d'Endosulfan sont faites à trois semaines d'intervalles.

En 1979, on a envisagé d'utiliser de la Décaméthrine (à raison de 0,2 g/ha) dans le premier des cinq cycles de pulvérisation, car ce produit permet d'éradiquer plus efficacement les femelles gravides présentes dans une population avant la pulvérisation. Pour le reste des pulvérisations, on envisageait d'employer de l'Endosulfan à raison de 9,5 g/ha.

Parallèlement au programme principal, on a expérimenté de nouveaux insecticides ou des formulations différentes (Lee et coll. 1977, Allsopp et Coutts 1977), en surveillant parfois les effets des traitements sur les organismes non visés (voir chapitre 3). On a expérimenté une série d'organophosphorés, du pyrèthre et des pyrèthroïdes de synthèse mais, du point de vue du rapport coût-efficacité, seule la Dècaméthrine semblait pouvoir rivaliser avec l'Endosulfan. Des essais étaient aussi envisagés avec de la Cyperméthrine (Bowles 1979).

Précisions techniques:

Insecticide: Endosulfan 35% dans Xylol, formulation à volume ultra-faible (VUF) 1/  
Dose: 9,5 - 12 g matière active (m.a.) 1/ /ha  
Insecticide: Dècaméthrine  
Dose: 0,2 g/ha, première de la série d'applications  
Aéronef: bimoteur Rockwell Aero Commander  
Atomiseur: Micronair Rotary Atomizer AU 3 000

1/ Dans toute cette brochure, les termes "matière active" et "volume ultra-faible" seront écrits en abrégé.

Cameroun (République Unie du)

Les résultats des pulvérisations terrestres de Dieldrine dans le bassin du Chari, aux confins nord du Cameroun, sont décrits sous: République du Tchad. Un programme de lutte contre la tsé-tsé (1976-1978) a été lancé pour assainir par des traitements chimiques environ 10 000 km<sup>2</sup> dans les hautes terres de l'Adamaoua, à l'ouest de Ngaoundéré. Les insecticides ont été pulvérisés par hélicoptère, en une seule application, sur les zones où G. morsitans et G. palpalis se concentrent durant la saison sèche, c'est-à-dire les forêts riveraines et autres habitats comparables.

Les zones de concentration ont été estimées à 15 pour cent de l'aire d'infestation totale en 1976/77 mais, après l'opération, 23 pour cent avaient en fait été traités. Sur la base d'expériences précédentes faites au Nigéria, on a

décidé que les deux tiers environ des habitats de la tsé-tsé devaient être pulvérisés avec de la dieldrine et un tiers (parties plus sèches de l'habitat) avec de l'Endosulfan. La partie nord de la zone couverte par le projet devait être débroussaillée pour empêcher des infestations de tsé-tsé à partir des plaines du nord (G.T.Z. information personnelle).

En 1979, une superficie de 6 500 km<sup>2</sup> était débarrassée de tsé-tsé. Durant la campagne de pulvérisation de 1979, quelques observations ont été faites pour étudier les effets secondaires d'une application de dieldrine (750 g/ha) faite sur une galerie forestière contre G. morsitans submorsitans (voir chapitre 3).

Précisions techniques:

Voir Nigéria: Précisions techniques sur les applications par hélicoptère  
Habitat : zone sud-guinéenne

République centrafricaine

Des pulvérisations terrestres de dieldrine ont commencé contre la tsé-tsé 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 opérations étaient dirigées contre G. fuscipes fuscipes Newst. Toute la végétation de la vallée a été traitée. Les résultats préliminaires ont été encourageants (Yvone et coll., 1962). On n'a pas étudié les effets secondaires.

Précisions techniques:

Insecticide: dieldrine  
Formulation: solution à 2% de dieldrine (préparée à partir de Dieldrex 20%)  
Matériel: pulvérisateurs à dos à pression entretenue  
Habitat: savane guinéenne

Tchad (République du)

Mouchet (1962) relate les résultats d'une modeste campagne contre la tsé-tsé effectuée avec de la dieldrine, dans les bassins du Logone et du Chari, au Tchad et dans le Nord-Cameroun. Durant la saison sèche de 1972-1973, des expériences ont été conduites avec des mâles stériles de G. tachinoides en deux endroits proches de N'Djamena (Cuisance et Itard, 1975). Une campagne de lutte menée avec le concours de la République du Cameroun, de 1971 à 1974, a permis d'éliminer totalement les populations riveraines de G. tachinoides dans l'ensemble de la région d'Assale-Serbewel, entre N'Djamena et le lac Tchad. La technique employée a été l'application sélective de DDT en pulvérisations terrestres, sur les gîtes de repos favoris (Tibayrenc, 1977). Au total, une zone de 12 500 ha infestée par la tsé-tsé a été assainie.

Au cours de cette vaste campagne d'éradication, des essais de Décaméthrine ont été effectués sur le terrain dans la vallée du Chari, au sud de N'Djamena, en 1976-1977. On a fait des applications terrestres de Décaméthrine, en concentrations allant de 1,25 à 40 mg m.a./l. Comme on a appliqué 400 litres à l'hectare, on peut calculer qu'on a utilisé 0,5 à 16 g m.a./ha. La pulvérisation d'une dose de 7,5 mg m.a./l, qui correspond à 3 g/ha, a permis d'éliminer la mouche immédiatement et totalement, mais la persistance était faible et l'activité résiduelle limitée. A titre de comparaison, on a appliqué de l'Endosulfan à raison de 2 g/l, ce qui correspond à 800 g/ha (Gravel et Taze, 1978).

Précisions techniques:

<u>1962</u>	Insecticide: dieldrine
	Formulation: solution aqueuse à 1,8% préparée à partir de poudre mouillable à 50% de dieldrine, une seule application, pulvérisation discriminative
	Matériel: pulvérisateurs à dos
	Habitat: savane soudanienne

- 1971-1974 Insecticide: DDT  
Formulation: Suspension à 2,5% préparée à partir d'une poudre mouillable à 75% de m.a., pulvérisation manuelle sélective et discriminative  
Dose: 4-13,5 kg/ha, moyenne 5,7 kg/ha
- 1976-1977 Insecticide: Dècamèthrine  
Formulation: Solution à 20-25 g m.a./l  
Dose: 1,25-40 mg m.a./l, appliqués à raison de 400 l/ha  
Insecticide: Endosulfan, 365 g m.a./l  
Dose: 2 g m.a./l  
Habitat: Galeries forestières en bordure des rivières, lacs et mares

Côte-d'Ivoire (République de)

Du DDT et de la dieldrine ont été appliqués dans les galeries forestières d'Abengourou et de Daloa pour l'éradication de G. palpalis gambiensis (Challier, 1971).

Dans les essais sur le terrain, deux méthodes de lutte ont été expérimentées à l'intérieur et autour des plantations de café de Vavoua, au nord de Daloa. Des écrans d'étoffe bleue de 130 x 90 cm<sup>2</sup>, imprégnés de Dècamèthrine (75 mg m.a./m<sup>2</sup>), ont été installés à raison de 10 écrans/ha, et une bande de végétation de 3 m de large a été traitée par pulvérisation manuelle sélective de Dècamèthrine à raison de 30 g m.a./km. On n'a pas réussi à éliminer complètement G. palpalis (Challier et Gouteux, 1978; Laveissière et coll. 1979).

La troisième phase d'un projet de recherche de l'OMS pour évaluer l'efficacité de divers insecticides contre les glossines riveraines vectrices de la trypanosomiase humaine a été exécutée en 1978-1979 dans le centre de la Côte-d'Ivoire (région de Bouaflé). Les phases I et II de ce projet avaient consisté en de petits essais sur le terrain, en Haute-Volta. La troisième phase a comporté des pulvérisations rémanentes d'Endosulfan (267 g m.a./ha) en barrière, autour des villages infectés, et cinq séries d'applications en aérosol (10 g m.a./ha) dans les villages mêmes.

Les forêts bordant la Marahoué et ses affluents ont été traités à la Décaméthrine (12,5 m.a./ha), en applications rémanentes. Les pulvérisations rémanentes ont été répétées trois fois à intervalle d'un mois, tandis que les applications en aérosol ont été répétées à deux semaines d'intervalle. La végétation dans cette zone se compose surtout de forêts de pluie denses et de savane boisée. La réduction des populations de tsé-tsé n'a pas été satisfaisante. Même en portant à 563 g m.a./ha la dose d'Endosulfan appliquée autour des villages, on n'a pas réussi à réduire encore le nombre des mouches (Kuzoe, 1979). Ces essais ont été accompagnés d'études sur les effets secondaires des traitements (voir chapitre 3).

Précisions techniques:

Pulvérisations aériennes dans la région de Bouaflé (1978-1979)

Insecticide: Endosulfan, Décaméthrine

Formulation: Endosulfan - Hoechts à base d'huile VUF (Thiodan 25%), dans gazole  
Décaméthrine - Procida à base d'huile VUF (1,5%), dans gazole

Dose: Endosulfan aérosol 10 g m.a./ha  
Endosulfan rémanent 256 g m.a./ha  
Décaméthrine rémanente 12,5 g m.a./ha

Matériel: Hélicoptère Bell 47 6 AA  
Atomiseurs rotatifs actionnés électriquement, opérant à  
5 000-15 000 tours/minute, chacun avec deux buses de 1,0 mm

Taille des  
gouttelettes: Aérosol, médiane volumétrique 35-40  $\mu$ m  
Pulvérisations rémanentes, médiane volumétrique 150  $\mu$ m

Habitat: Forêt de pluie humide dense et savane boisée

## Kenya

Dans ce pays, la lutte contre la tsé-tsé a été dirigée principalement 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 ont fait en 1960 un rapport sur certaines applications préliminaires de dieldrine au sol. Des pulvérisations ont été effectuées dans le centre et dans le sud de la province de Nyanza, ce qui a permis d'assainir une partie des rives du lac Victoria et certaines des vallées qui étaient auparavant fortement infestées par la tsé-tsé. En certains endroits, on a débroussaillé pour créer des barrières contre la réinvasion des zones assainies (Bertram, 1969). Dans la vallée de la Lambwe, dans le sud Nyanza, des applications de dieldrine par avion et par hélicoptère ont permis de réduire de 99 pour cent, pendant des périodes atteignant parfois plusieurs mois, les populations locales de G. Pallidipes (Willett, 1972; OMS 1976). Quelques observations ont été faites sur les effets secondaires des traitements (voir chapitre 3).

### Précisions techniques

#### Pulvérisations terrestres

Insecticide: dieldrine

Formulation: solution aqueuse à 1,8% préparée à partir de Dieldrex 15 T (émulsion de dieldrine à 18,2%)

Matériel: Nébulisateurs portatifs Kiekens Dekker

Dose: Quatre applications d'une solution de dieldrine à 1,8% (1960),  
Deux applications de solutions de dieldrine à 1,5-5% (1967-1970)

#### Pulvérisations aériennes

Aéronef: Avion et hélicoptère

Matériel: Appareil Bi-Flon

Dose: Deux applications de dieldrine donnant un total de 144-409 g/ha

Habitat: Savane boisée relativement humide



## Malawi

Steele (1956) signale l'utilisation de HCH-gamma contre G. brevipalpis Newst. Une solution de 4% de HCH-gamma dans du gazole a été appliquée en six pulvérisations espacées de 10 jours, à l'aide d'un appareil "Swingfog". Selon la FAO (1976), les cas sporadiques de maladie du sommeil humaine sont probablement d'origine étrangère, tandis que la trypanosomiase animale ne pose pas un problème sérieux.

## Mali

Le besoin de combattre la tsé-tsé n'est apparu que dans la partie la plus méridionale du pays, le long du Niger et de ses affluents. En 1962, les forêts riveraines autour de Bamako ont été traitées avec des insecticides rémanents pour éradiquer G. palpalis gambiensis, vectrice de la trypanosomiase humaine. Pour empêcher la réinvasion, des barrières chimiques ont été constituées avec des solutions de Dieldrine à 4%. La campagne a été poursuivie avec succès de 1963 à 1968. Environ 400 km de forêts riveraines ont été assainies avec du DDT ou de la dieldrine (Challier 1962 et 1971).

En 1972-1973, l'OMS a réalisé des essais pour étudier l'efficacité de plusieurs insecticides en formulation VUF ou en poudre à action rémanente. L'opération a été exécutée sur les galeries forestières en bordure des cours d'eau contre G. palpalis gambiensis et G. tachinoides. On a notamment expérimenté des pyréthroïdes, des organophosphorés et du méthoxychlore (Challier et coll. 1974). En 1977, la lutte antivectorielle a été limitée à quelques campagnes de pulvérisation dans des zones riveraines localisées, contre la maladie du sommeil humaine (Gruvel, 1977).

Depuis 1977, un deuxième programme (USAID) d'éradication de la tsé-tsé dans l'élevage malien est en cours. Environ 30 pour cent des bovins risquent d'être infectés par la trypanosomiase. Une zone de 19 000 km<sup>2</sup> située le long du Niger, au nord de Bamako, a été choisie pour des traitements contre G. morsitans (Coulibaly et Diallo, 1978; Okiwelu et coll., 1978, 1979).

Ce programme ne prévoit pas d'étude sur les effets secondaires des traitements.

Précisions techniques:

Pulvérisations terrestres (1963-1968)

Insecticide: dieldrine, DDT

Formulation: solution aqueuse à 3% de CE 1/ à 20% de Dieldrine  
DDT: pas de précisions

Matériel: pulvérisateur Swingfog

Habitat: savane soudanienne

Pulvérisations aériennes (1972-1973)

Insecticide,  
formulation

et dose: NDRC 119 formulation VUF, 5-40 g m.a./ha  
Bromophos (Nexion) formulation VUF, 200-1 000 g m.a./ha  
Fenitrothion formulation VUF, 10-1 000 g m.a./ha  
Jodfenphos (Nuvanol) formulation VUF, 160-800 g m.a./ha  
Tetrachlorvinphos (Gardona) et Métoxychlore, formulation à action  
rémanente, 100-3 000 g m.a./ha

Matériel: hélicoptère Bell 47 G-4A

Taille des  
gouttelettes: formulation VUF, médiane volumétrique 80-100 µm formulation à  
action rémanente, médiane volumétrique 50-300 µm

Habitat: savane soudanienne boisée

1/ Concentré émulsifiable

Mozambique

Les seules opérations de lutte contre la tsé-tsé dont nous ayons eu connaissance dans ce pays étaient dirigées contre G. morsitans, dans le district de Govuro, au sud et près de l'embouchure de la rivière Suave (Silva et Silva 1960).

Entre 1949 et 1956, divers moyens - élimination du gibier, sédentarisation des populations locales, bains antiparasitaires à base de DDT et de HCH pour le bétail, feux de brousse contrôlés et désinfection des véhicules - ont été combinés pour mettre en valeur une superficie de 3 000 km<sup>2</sup> environ.

Habitat: savane boisée indifférenciée relativement sèche (type soudanien).

Des zones étendues, près de la frontière rhodésienne, ont été traitées au début des années soixante-dix à l'aide de pulvérisateurs à dos, mais ces opérations ont été suspendues il y a quelques années (N.J. Alsop, communication personnelle).

La trypanosomiase animale pose aujourd'hui un problème économique important dans ce pays: elle sévit sur près de 80 pour cent du territoire national.

Environ 70 pour cent du pays sont infestés par G. morsitans et G. pallidipes, en une bande contigüe avec celle de la Tanzanie et de la Zambie. La maladie du sommeil humaine est limitée aux provinces septentrionales (Tryp. Bureau Min. of Health, 1979).

### Niger

Près de 3 500 km<sup>2</sup>, à l'intérieur et à l'ouest de la vallée du Niger, sont infestés par Glossina morsitans submorsitans et G. tachinoides, et la trypanosomiase menace les 400 000 têtes de bétail transhumant qui traversent chaque année cette région. Des mesures ont été prises depuis 1942 pour combattre la trypanosomiase. Elles ont consisté principalement à éliminer la végétation des rives du Niger et à faire des pulvérisations d'insecticide par hélicoptère durant la saison sèche (Nababa, 1978). Au cours de la saison sèche de 1967/68, des pulvérisations terrestres ont été entreprises avec divers insecticides rémanents. Au confluent de la Tapoa et du Niger, une barrière débarrassée de végétation a été établie pour empêcher la réinvasion des zones assainies par des mouches venant du sud. Environ 1 200 ha de végétation riveraine ont été traités avec succès par hélicoptère avec de la Dieldrine en rémanents agissant pendant 2 à 3 mois (Van Vegten, 1976).

En 1976 a été entreprise une campagne conjointe PNUD/FAO, et un programme de traitements chimiques par hélicoptère a été exécuté en février 1977 dans le parc national du W du Niger. Une seule pulvérisation d'Endosulfan à raison de

900 g m.a./ha a été faite sur la végétation forestière riveraine où les glossines sont concentrées pendant la saison sèche. Environ 2 500 km de forêt riveraine ont été traités le long de la Tapoa et du Mekron. La campagne n'a toutefois pas donné les résultats escomptés, car des mouches ténérales ont été capturées au bout de deux semaines, lors de prospections faites sur le terrain (Park 1979). Des observations ont été faites sur les effets secondaires de ces traitements (voir Chapitre 3).

Précisions techniques:

Pulvérisations terrestres

Insecticide: Mélange de DDT, HCH-gamme et dieldrine

Formulation: Multanin liquide 3 (23% DDT, 9% HCH-gamma, 9% dieldrine), solution aqueuse à 3%

Multanin (DDT dissous dans kérosène), poudre de DDT pure

Dieldrine 20% (Shell) dissoute dans de l'eau, 1 kg m.a./15 l

Matériel: Pulvérisateur à dos Solo (Multanin liquide 3 à 3%)

Pulvérisateur à dos Swingfog (Multanin)

Poudreuse Schupze-Eckel montée sur véhicule (poudre de DDT)

Pulvérisations aériennes

1969/1970 Insecticide: mélange de DDT, HCH-gamma et dieldrine formulé comme le Multanin liquide 3, solution aqueuse à 12,5%; 5,0 l/ha; deux applications à trois semaines d'intervalle

Aéronefs: hélicoptère Bell 47 G4

Matériel: 2 disques jumelés actionnés électriquement, médiane volumétrique 100-300 µm

Habitat: savane soudanienne

1977            Insecticide: Endosulfan (Thiodan 25 VUF)  
Dose:            900 g m.a./ha  
Aéronef:        hélicoptère Bell 206 B  
Matériel:        atomiseurs à disques de 6 microns actionnés électrique-  
                  ment, médiane volumétrique 30-300 µm  
Habitat:        forêts riveraines et savane soudanienne boisée

### Nigéria

Des traitements chimiques ont été entrepris depuis 1964 pour combattre et éradiquer la tsé-tsé au Nigéria. On a utilisé différentes méthodes, selon le type de végétation et les espèces de glossines présentes. Dans les zones traitées, on trouve trois espèces de tsé-tsé: G. morsitans submorsitans, G. tachinoides et G. palpalis.

Il faut distinguer deux grandes zones de végétation: la savane nord-guinéenne et la savane soudanienne, qui sont bien différenciées par endroits mais qui s'interpénètrent dans la zone sub-soudanienne. Jusqu'en 1970, seules des pulvérisations terrestres d'insecticides rémanents ont été effectuées. Les diverses techniques de pulvérisation qui ont été mises au point sont décrites en détail par Aitchison et Glover (1970).

Entre 1954 et 1970, on a assaini au total 27 570 km<sup>2</sup> de terres infestées par la tsé-tsé dans le nord-est du Nigéria, ce qui a permis au bétail de pâturer sans danger sur 68 740 km<sup>2</sup> (Davies, 1964 et 1971). Des barrières insecticides ont permis de protéger efficacement les zones traitées contre la réinfestation par les mouches, dans l'intervalle des campagnes de pulvérisation. Des contrôles périodiques montrent que tout le territoire assaini est exempt de mouches.

En 1970, on a introduit les pulvérisations par hélicoptère, qui ont débuté par le traitement d'une petite zone avec de la Dieldrine à 4%, contre G. morsitans. Depuis 1971, des applications par hélicoptère de Dieldrine et d'Endosulfan sont régulièrement pratiquées pour éradiquer la tsé-tsé au Nigéria, en combinaison avec des pulvérisations terrestres de DDT et de Dieldrine. Selon la densité de

la végétation et l'espèce de mouche en cause, entre 8 et 7 pour cent de la superficie infestée totale sont effectivement traités. Le taux de réinvasion annuel est de l'ordre de 25 pour cent. Toutes les zones réinfestées ont été à nouveau pulvérisées avec succès (Spielberger et coll., 1977).

En dehors du programme principal, des essais ont été effectués continuellement sur le terrain pour améliorer les techniques de pulvérisation et expérimenter de nouvelles formulations ou de nouveaux insecticides. La technique des applications VUF par avion, pratiquée au Botswana, a été expérimentée en mars 1976. Cinq applications successives d'Endosulfan 25 pour cent VUF, dans de l'huile de coton, ont été faites à un intervalle de 10 à 12 jours, à raison de 14 g m.a./ha, mais les mouches n'ont pas été complètement éliminées (Allsopp, 1977).

En 1977 et en 1978, des essais ont été effectués sur le terrain avec des pyréthroides de synthèse - Permethrine, Cyperméthrine et Dècaméthrine - contre G. palpalis et G. tachinoides. Les insecticides ont été appliqués avec succès au sol, à raison de 0,5, 0,3 et 0,075 pour cent respectivement, sur la végétation où se reposent les mouches, avec des pulvérisateurs à dos à pression, et les populations des deux espèces ont été éliminées par une seule application. Dans des pulvérisations rémanentes par hélicoptère, seule la Dècaméthrine appliquée à raison de 30 g m.a./ha a permis l'éradication complète de la mouche. On a pensé que la poudre mouillable de Permethrine à 200 g m.a./ha et la Cyperméthrine appliquée en doses de plus de 150 g/ha pourraient être employés avec succès dans l'avenir (Spielberger et coll., 1979).

A la fin de la campagne de pulvérisation de 1975-1976, environ 194 500 km<sup>2</sup> avaient été assainis, essentiellement par des applications terrestres d'insecticides rémanents mais, sur ce chiffre, quelque 9 800 km<sup>2</sup> avaient été assainis au moyen d'applications d'insecticides rémanents par hélicoptère. Des plans ont été établis pour débarrasser de la mouche tsé-tsé une superficie de près de 259 000 km<sup>2</sup> d'ici à 1986 (Jordan, 1978).

Des observations sur les effets secondaires ont été effectuées durant les pulvérisations terrestres et les pulvérisations aériennes de Dieldrine et d'Endosulfan, ainsi que durant les essais de pyréthroides (voir Chapitre 3).

## Précisions techniques

### Pulvérisations terrestres

Insecticide: DDT (zones sèches) et Dieldrine (zones humides)

Formulation: suspension à 2,5-5% préparée à partir de poudre mouillable à 70% de DDT

Solution aqueuse à 2% de dieldrine préparée à partir de Dioldrex 15 T

Matériel: nébulisateur motorisé à dos

Habitat: savane soudanienne et nord-guinéenne

Insecticide: Permethrine 0,5% (poudre mouillable 25%)

Cyperméthrine 0,3% (CE 40%)

Décaméthrine 0,075% (poudre mouillable 2,5%), tous formulés dans des huiles minérales

Matériel: pulvérisateurs à dos

Habitat: savane sud-soudanienne

### Pulvérisations aérienne en aérosols

Insecticide: Endosulfan (Thiodan 20% CE)

Endosulfan (Thiodan 25% VUF HOE 2958)

Dose: 14 g m.a./ha, pulvérisations en couverture; 5 applications successives à 12 jours d'intervalle

Aéronef: Piper Aztec PA 23/250

Atomiseur: Micronair AU 3000

Taille des

gouttelettes: médiane volumétrique 27-37 µm

Habitat: savane sud et nord-guinéenne

Précisions techniques Nigéria (suite):

Pulvérisations aériennes rémanentes

Insecticide	Dieldrine	Endosulfan	Pyréthroïdes		
Formulation	Ensodil EF 4220 18% VUF dans Shellsol R/Dutrex	Thiodan HOE 2958 25% VUF	Perméthrine (NRDC 143 25% PM) diluée dans de l'eau à 3-5%	Cyperméthrine (NRDC 149 40% CE) solution à 2,5-3,75%) (VUF)	Decaméthrine (NRDC 161 2,5% PM) solution à 0,75-1,0% (VUF)
Dose	500-1 500 g m.a./ha une seule application 5-16% seulement de l'habitat	800-1 200 g m.a./ha	200-300 g m.a./ha	60-150 g m.a./ha	20-40 g m.a./ha  applications uniques
Aéronef	Hélicoptère Bell 47G4A		Hélicoptère Bell 47G4, 280 HP		
Atomiseur	Disques jumelés entraînés électriquement		6 disques simples entraînés électriquement		
Médiane volumétrique de la pulvérisation	150 µm	150 µm	150 µm		
Habitat	Savane soudanienne et nord-guinéenne		Savane sub-soudanienne		



## Rwanda

Dans ce pays, la lutte chimique contre la tsé-tsé a commencé dans la région de Bugesera (sud-est du Rwanda) en 1960. D'août 1960 à mars 1961, une superficie de 190 km<sup>2</sup> (dont 3 568 ha de biotope à tsé-tsé) a été assainie par des pulvérisations aériennes discriminatives de dieldrine (Buyckx, 1965).

Comme la Télodrine est deux fois et demie plus toxique que la dieldrine pour les espèces de tsé-tsé rencontrées au Rwanda (G. morsitans centralis Machado), on a pensé réduire les coûts de la campagne en remplaçant la dieldrine par la Télodrine. Durant la campagne 1961/1962, les deux insecticides ont été expérimentés dans deux régions différentes. La tsé-tsé a été éliminée sur 430 km<sup>2</sup> (5 321 ha de biotope à tsé-tsé).

Enfin, en 1963/1964, on a commencé par appliquer de la dieldrine durant la première moitié de la campagne, puis on l'a remplacée par la Télodrine, le tout dans la même zone. Une superficie de 500 km<sup>2</sup> (13 240 ha de biotope) a fini par être débarrassée de tsé-tsé (Buyckx, 1965). Durant la première campagne, on a effectué des séries de 8 applications successives espacées de 28 jours, mais cet intervalle a été ramené à 24 jours durant les campagnes de 1961/62 et 1963/64, à cause de la durée plus courte de la vie pupale.

On n'a pas effectué d'études sur les effets secondaires des traitements.

## Précisions techniques

### Insecticide

et dose: dieldrine 44 g m.a./ha ou  
Télodrine 16,5 g m.a./ha, en applications successives

Formulation: dieldrine FL 20% dissoute dans pétrole lampant (1:7,5)  
Télodrine 15% CE dissoute dans gazole et pétrole lampant (1:1,8)

Aéronef: PA-18 A

Atomiseur: Micronair A 100

Habitat: savane boisée relativement humide

Sénégal (République du)

Entre 1970 et 1973, des pulvérisations terrestres ont été effectuées avec succès contre G. palpalis gambiensis dans la région des Niayes, pour améliorer les possibilités d'élevage et éliminer les foyers résiduels de maladie du sommeil. Les Niayes sont des terres fertiles occupées par des palmeraies denses ou par des cultures maraîchères et fruitières. Une superficie de 850 ha a été traitée, ce qui a mis à la disposition du bétail une superficie de 36 500 ha où il peut pâturer sans danger (Toure, 1973).

On a trouvé des tsé-tsé dans d'autres environnements plus urbains, notamment au zoo de Dakar-Hann, où l'on essaye de les combattre par des applications sélectives d'Endosulfan. Il est recommandé de combattre d'autres petites populations le long de la rivière Nougouna et dans une partie des Niayes en utilisant des pièges ou des écrans imprégnés de pesticides, avant que les mouches ne se dispersent (Laveissière et Traore, 1979).

Précisions techniques:

Pulvérisations terrestres (1970-1973)

Insecticide: dieldrine 20%

Dose: 160 mg m.a./m<sup>2</sup>

Matériel: pulvérisateur Cosmos

Habitat: vestiges de forêt de type guinéen

Somalie (République démocratique Somalie)

Quatre espèces de tsé-tsé se rencontrent en Somalie: G. pallidipes, G. longipennis, G. brevipalpis et G. austeni. Aucun cas de trypanosomiase humaine n'a jamais été signalé dans ce pays (FAO, 1979). La trypanosomiase animale se rencontre dans les bassins des rivières Giuba et Scebeli. En 1977, à la requête de la République démocratique Somalie, l'"Overseas Development

Administration" (ODA) du Gouvernement britannique a envoyé une mission de reconnaissance pour obtenir des informations sur les possibilités d'exécuter un programme de lutte contre la tsé-tsé et la trypanosomiase dans ce pays (COPR, 1979), et un cours de formation a été organisé au début de 1979, en guise de prélude à ce programme.

### Afrique du Sud

Du Toit (1954) a donné une description minutieuse de l'utilisation des insecticides organochlorés dans les opérations de lutte contre la tsé-tsé en Afrique du Sud. Entre 1945 et 1953, des pulvérisations aériennes de HCH-gamma en brouillard (méthode dite des pulvérisations thermiques en aérosols avec utilisation des gaz d'échappement) ont été faites contre G. brevipalpis et G. pallidipes au Zululand, seule partie de l'Afrique du Sud infestée par la tsé-tsé à cette époque. Comme il s'agissait des premières tentatives de pulvérisations aériennes contre la tsé-tsé, on a fait des essais avec des hélicoptères et avec des avions. Finalement, ce sont les pulvérisations faites avec un Piper Super-Cub qui ont donné les meilleurs résultats.

Les zones inaccessibles aux avions ont été traitées initialement par des équipes terrestres, mais finalement ce système a été remplacé par des pulvérisations aériennes par hélicoptère. Les équipes de pulvérisation terrestres ont appliqué du DDT à 5 pour cent sous forme de poudre. Pour empêcher la tsé-tsé de se diffuser, on a établi une barrière en débroussaillant une bande de 3 km environ de large et de 150 km de long (Du Toit, 1954). Aucun cas de trypanosomiase humaine ou animale n'a été observé ces dernières années (FAO 1979).

En Namibie (Sud-ouest africain), le "Eastern Caprivi Zipfel", en bordure du Botswana, de l'Angola, de la Zambie et du Zimbabwe, est constamment envahi par les tsé-tsé à partir de foyers situés dans les marécages de l'Okavango au Botswana, ainsi qu'en Angola et en Rhodésie occidentale.

Jusqu'en 1978, des pulvérisations terrestres ont été faites chaque hiver avec de la Dieldrine pour limiter la pénétration des mouches à travers les frontières (Dent 1979).

Aucune étude sur les effets secondaires des traitements n'a été effectuée au cours de ces opérations.

Précisions techniques (Du Toit, 1954)

Pulvérisations terrestres

Insecticide: DDT

Formulation: poudre sèche à 5 pour cent de DDT

Dose: 7,9 kg/ha

Pulvérisations aériennes

Insecticide: HCH-gamma

Aéronef et

dose:

- bimoteur Anson 100 g m.a./ha émis par les tuyaux d'échappement, par gravité: 8 applications
- monomoteur Piper Cruiser, 40 g m.a./ha émis à travers les tuyaux d'échappement, par pompage: 8 applications
- hélicoptères Sikorsky S 51, 80 g m.a./ha émis par le tuyau d'échappement unique, par gravité: 8 applications

Habitat: savane boisée sèche

Tanzanie

Au début des années cinquante, l'éradication du gibier a été pratiquée sur une grande échelle dans le Nord-Shinyanga. Cette méthode de lutte n'est plus considérée comme vraiment intéressante (Potts et coll., 1952).

En dehors de l'Afrique du Sud, des recherches sur l'utilisation des aéronefs dans la lutte contre les tsé-tsé ont été entreprises dès 1954 en Tanzanie (Yeo et Thompson). Au début, les aéronefs étaient équipés de systèmes d'injection alimentés par gravité utilisant les gaz chauds de l'échappement pour atomiser les formulations insecticides. Des recherches approfondies sur différents types d'aéronefs ont abouti à la mise au point des atomiseurs à cage

rotative Micronair, qui sont actuellement utilisés au Botswana au Nigéria et en Rhodésie (Lee, 1969; Lee et al., 1969).

A l'Institut de recherches tropicales sur les pesticides d'Arusha, de nombreux pesticides différents ont été expérimentés dans la lutte contre la tsé-tsé, surtout dans de petits projets pilotes (Burnett 1962 a,b; Burnett et coll., 1964 Hocking et coll., 1966; Irving et coll., 1969; Irving et Beesely, 1969; Tarimo et coll., 1971).

Le laboratoire de Tanga sur la mouche tsé-tsé est en train d'exécuter un projet Tanzanie/USAID de lutte contre la tsé-tsé par la technique du mâle stérile. Le site retenu (200 km<sup>2</sup>) a été soumis à deux pulvérisations aériennes d'Endosulfan à raison de 20 g/ha, à un mois d'intervalle. Chaque application a réduit de 95 pour cent la population de tsé-tsé. Une barrière de 1 km a été aménagée autour du site pour réduire les risques de réinvasion. En novembre 1977, on a commencé à lâcher des pupes mâles stérilisés de G. morsitans: en juillet 1978, la population ne représentait plus que 7 pour cent de ce qu'elle était avant les pulvérisations. Toutefois, la population de G. pallidipes avait entièrement retrouvé son niveau d'avant les pulvérisations. Les mâles stériles semblent avoir empêché efficacement la reconstitution des populations de G. morsitans dans le site choisi pour ces expériences (Dame et Williamson, 1979).

Des pulvérisations aériennes de DNOC utilisé comme défoliant pour combattre la tsé-tsé ont été faites sur une superficie de 1 000 ha. Les effets secondaires des traitements ont été étudiés (voir chapitre 3).

### Ouganda

Entre 1947 et 1973, une superficie totale de 39 583 km<sup>2</sup> a été débarassée de tsé-tsé. On a utilisé diverses méthodes, comme l'établissement de barrières débroussaillées et l'élimination du gibier. Jusqu'en juin 1974, 8 600 km<sup>2</sup> au total avaient été assainis par des pulvérisations terrestres discriminatives d'émulsion aqueuse à 3 pour cent de dieldrine.

Il s'agit surtout d'éliminer la trypanosomiase chez le bétail. Une superficie de 48 000 km<sup>2</sup> environ est encore infestée par la tsé-tsé (Wooff, 1969; Kanwagye, 1975).

Les effets d'applications expérimentales d'un arboricide (Tordon 101) pour empêcher la régénération des arbres dans les barrières à tsé-tsé sont à l'étude. Les résultats seraient encourageants (Oliaka, 1975). Une étude a été exécutée entre 1972 et 1974 pour analyser les résidus résultant de 10 ans de pulvérisations terrestres de Dieldrine (voir chapitre 3).

#### Précisions techniques

Insecticide: Dieldrine  
Endosulfan (351 km<sup>2</sup> seulement en 1971)

Formulation: Dieldrine 3% à partir de Dieldrex 15 T 18% CE  
Endosulfan 2,5% à partir de Thiodan 35% CE

Dose: Dieldrine 90-180 g m.a./ha  
Endosulfan: pas d'informations détaillées

Matériel: Pulvérisateurs à dos pneumatiques Leo-Colibri CP 201 et CP 148  
et nébulisateurs à dos CP 40

Habitat: savane boisée

#### Haute-Volta

Durant la saison sèche de 1962-63, des essais de nébulisation de HCH-gamma ont été effectués près de Sénoufo de Kankalaba, dans l'ouest de la Haute-Volta, pour exterminer G. palpalis gambiensis. Les forêts riveraines ont été pulvérisées six fois (solution à 3 pour cent de HCH-gamma dans du gazole) à 15 jours d'intervalle. Deux mois après la dernière application, la densité des populations de tsé-tsé avait été ramenée à 2 pour cent de ce qu'elle était avant les pulvérisations. Une barrière a été établie par applications quotidiennes de DDT à 3 pour cent, durant trois semaines (Challier., 1964).

Ces dernières années, le développement agricole et le repeuplement des zones de savane humide au sud du Sahel ont exigé des traitements efficaces contre la maladie du sommeil humaine. Les vecteurs sont les espèces riveraines

G. tachinoides et G. palpalis. En 1976, l'OMS a entrepris un programme de recherches de trois ans sur la Comoé et la Volta Noire, dans le sud-ouest du pays, en traitant les forêts riveraines par hélicoptère. Durant la première phase de ce programme, divers insecticides ont été expérimentés contre G. tachinoides sur la rivière Comoé (voir figure 2.3, zone 2). Les résultats de ces divers essais sont récapitulés sous: précisions techniques. La technique de pulvérisation unilatérale en aérosols à l'aide de deux atomiseurs montés sur une rampe sur le côté gauche de l'hélicoptère permet, grâce au courant d'air descendant créé par le rotor principal de l'hélicoptère, d'appliquer plus efficacement les gouttelettes de pulvérisation sur les frondaisons riveraines pour faire pénétrer les gouttelettes dans les parties des habitats de G. tachinoides considérées comme des gîtes de repos importants. L'Endosulfan, la Décaméthrine et la Perméthrine appliqués en aérosols ont permis de réduire sensiblement les populations de mouches, de même que les applications rémanentes de Décaméthrine, qui se sont montrées efficaces contre G. tachinoides pendant une période de près de 40 jours (Molyneux et coll., 1978, Lee et coll., 1978, Baldry et coll., 1978 a,b; van Wettere et coll., 1978).

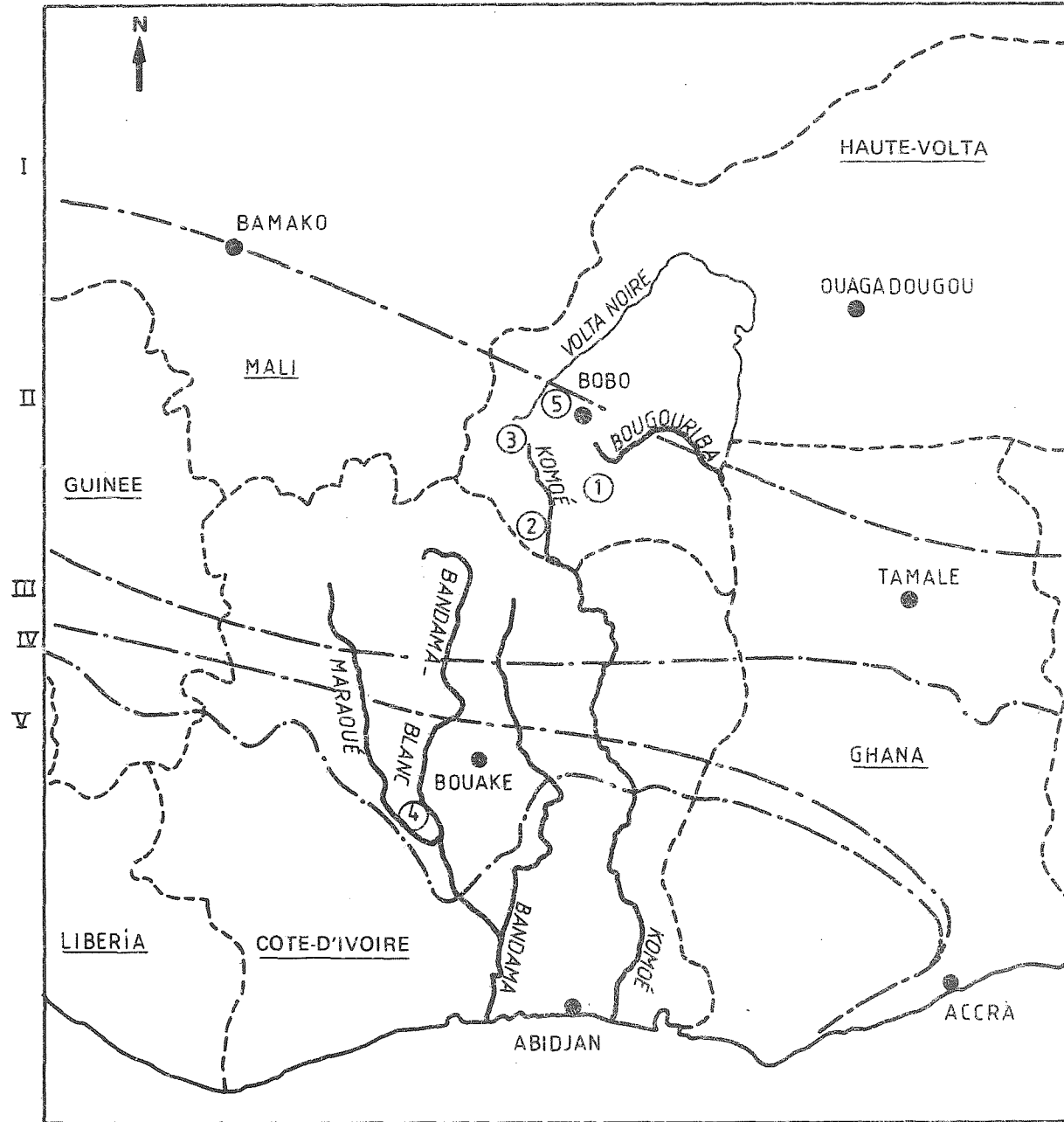
Durant la phase II (1977-1978), des essais d'Endosulfan et de pyréthroïdes se sont poursuivis dans les forêts bordant la Volta Noire et la Comoé (figure 2.3, zones 2 et 3). L'Endosulfan et la Perméthrine ont été expérimentés en aérosols, en cinq applications successives. Tant l'Endosulfan que la Perméthrine, ainsi que la Décaméthrine, ont été expérimentés en pulvérisations rémanentes répétées. Tous les traitements se sont montrés efficaces contre les populations de tsé-tsé, pendant une période de 4 mois au moins. La phase III de ce programme de recherche s'est déroulée dans la savane boisée plus humide et dans les forêts riveraines de la Côte-d'Ivoire (OMS 1978).

Des études ont été effectuées pour déterminer les effets des différents insecticides sur les organismes non visés (voir chapitre 3).

Le CRTA de Bobo Dioulasso étudie les possibilités de lutte biologique contre les tsé-tsé par la technique du lâcher de mâles stériles. La lutte chimique combinée avec la lutte biologique semble avoir des possibilités d'application pratique.

CARTE DE LA HAUTE-VOLTA ET DE LA COTE-D'IVOIRE

Fig. 2.3 Carte des régions étudiées

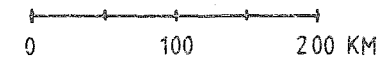


Zones dans lesquelles ont été exécutés des programmes de recherches sur la lutte contre la tsé-tsé

1	1963	HCH-gamma
2	1977	essais phase I
	1978	essais phase II
3	1978	essais phase II
4	1979	Endosulfan, Décaméthrine phase III
5	1977	lâcher de mâles stériles

Zones bioclimatiques

I	Soudanienne
II	Nord-guinéenne
III	Sud-guinéenne
IV	Forêt/savane
V	Forêt de pluie





Dans des essais sur une petite échelle, les populations de G. palpalis gambiensis ont diminué dans des proportions encourageantes après un traitement à l'Endosulfan suivi de l'introduction de mâles stériles (Cuisance et coll., 1978).

Précisions techniques (1976-1978)

Insecticide: Endosulfan Hoechst VUF Thiodan (25%), diluant Shellsol A  
Décaméthrine Procida VUF (0,5%), diluant Shellsol A  
Procida CE 25 (2,5%) diluant eau de rivière filtrée  
Perméthrine Wellcome (4%) dans gazole et (50%) dans l'eau  
Azamethiphos Ciba Geigy VUF (25%), diluant gazole  
Tetrachlorvinphos Shell Gardona CE (24%), diluant Shellsol A  
Fenthion Bayer (solution à 95%), diluant gazole

Dose: voir tableau 2.1

Matériel: hélicoptère Bell 47G-4A  
atomiseurs rotatifs actionnés électriquement et pouvant atteindre  
16 000 tours/minute

Taille des  
gouttelettes: aérosols, médiane volumétrique 40 µm, pulvérisations, médiane  
volumétrique 150 µm

Habitat: savane sud-soudanienne et nord-guinéenne

Tableau 2.1: Doses d'insecticide appliquées dans le programme de recherches de l'OMS en Haute-Volta de 1976 à 1979 et réduction des populations de G. tachinoides ainsi obtenue

Insecticide	Année	Dose en g m.a./ha		Bonne réduction	
		Aérosol	Pulvérisation rémanente	Aérosol	Rémanente
Endosulfan	1977	5,4, 9,0		+	
	1978	5(1x) + 10(4x) séries d'applications à 12 jours d'intervalle	100(2x) et 200(2x), à un mois d'intervalle dans les deux cas	+	+
Décaméthrine	1977	0,12, 0,36	12,5	+	+
	1978	0,2	12,5(2x), à un mois d'intervalle	+	+
Perméthrine	1977	1,9, 4,3		+	
	1978	2,5(1x) + 3,0(4x)	50,0	+	+
Fenthion	1977	2,6		-	
Azaméthiphos	1977	3,3		-	
Tétrachlorvinphos	1977	6,7		-	

### Zambie

Les services zambiens de médecine vétérinaire et de lutte contre la tsé-tsé ont largement recouru au débroussaillage pour combattre la tsé-tsé dans diverses parties du pays. Des pulvérisations terrestres ont été exécutées avec des engins mécaniques montés sur véhicule et avec des pulvérisateurs à dos. On a l'intention de développer l'emploi de cette dernière méthode. (R.S. Hacizenge, communication personnelle, 1976).

De 1962 à 1964, une émulsion de Dieldrine a été pulvérisée sur certaines parties de la région de Chipangali, dans l'est de la Zambie. Les effets de la Dieldrine sur la faune sauvage ont été étudiés (voir chapitre 3).

De vastes applications aériennes d'Endosulfan VUF sont exécutées en Zambie depuis 1968, contre G. morsitans morsitans. En 1968, des pulvérisations aériennes d'Endosulfan en aérosol ont été faites sur une superficie de 1 600 km<sup>2</sup>, à cinq reprises, à trois semaines d'intervalle environ. Les contrôles effectués après les pulvérisations ont montré que les tsé-tsé avaient été apparemment éradiquées, sauf à proximité d'une barrière défectueuse (Par, Gledhill, Alsop et Lee, 1972). Les effets de ces traitements sur l'environnement ont été examinés (voir chapitre 3). En 1970, 1971 et 1972, 1 500 km<sup>2</sup> ont été traités chaque année avec la même technique (Kendrick et Alsop, 1974).

Plus de 60 pour cent du bétail zambien est exposé à la trypanosomiase, ce qui limite l'élevage dans plus du tiers du pays. La trypanosomiase humaine peut aussi empêcher la mise en valeur des terres. De 1974 à 1979, un vaste territoire a été débarrassé de tsé-tsé, par des pulvérisations aériennes et terrestres. Voici certaines informations à ce sujet:

	Superficie couverte par les pulvérisa- tions aériennes (km <sup>2</sup> )	Superficie traitée avec des pulvéri- sateurs Unimog	Pulvérisations terrestres (km <sup>2</sup> ) Pulvérisateurs à dos CP 148
1974		1 222	
1976	1 100		1 300
1978	2 000	516	260
1979		700	400
..			
Prévision	16 000	2 500	

(Dept. Vet. Tsé-tsé Control Serv. Zambia, 1977, 1979 a,b,c).

Un projet PNUD/FAO pour l'Afrique, patronné par les gouvernements de 12 pays africains et auxquels d'autres pays vont sans doute s'associer ultérieurement a été entrepris récemment en Zambie. Il vise à combattre la trypanosomiase animale africaine dans la zone de savane sèche. Des recherches seront entreprises sur la lutte contre G. morsitans, G. submorsitans et G. pallidipes, avec des insecticides biodégradables ayant des effets minimums sur les organismes non visés.

Précisions techniques:

Pulvérisations terrestres:

Insecticide: DDT 38 g/l préparé à partir de poudre mouillable à 75% de DDT  
dieldrine 18 g/l préparé à partir de Dielrex 15T 20% CE  
(ajouté à la solution de DDT durant les trois derniers mois de la campagne de pulvérisation)

Matériel: tracteurs Unimog (Mercedez Benz) portant des réservoirs à pulvérisation de 750 l, reliés à la pompe et aux atomiseurs  
Pulvérisateurs à dos CP 148

Pulvérisations aériennes:

Insecticide: Endosulfan 25% et 35% CE

Formulation: 200 g/l dans SHELLSOL AB

Dose: 4 ou 5 applications à raison de 15-28 g m.a./ha/application

Aéronef: 1968: Cessna 180 et Piper Pawnee  
à partir de 1970, Beech Baron Aircraft

Atomiseur: injection dans l'échappement, atomiseurs à cage rotative  
Micronair AV 3 000

Taille des gouttelettes: médiane volumétrique 20-100 µm

Habitat: forêt sèche décidue et savane sur les sables du Kalahari

Zimbabwe

Le débroussaillage et l'élimination du gibier ont été largement pratiqués dans ce pays pour combattre les tsé-tsé (Lovemore, 1961). L'emploi de la deuxième de ces méthodes est déjà signalé dans ce pays en 1920 (Roth, 1967). Des insecticides rémanents sont appliqués depuis 1959, époque où la végétation du bassin du Lundi a été pulvérisée avec une solution de dieldrine à 3,6 pour cent. La diffusion des mouches vers le sud-est a été stoppée après une seule application (Farell, 1960). La dieldrine et le DDT ont été largement utilisés depuis lors contre les tsé-tsé, soit en pulvérisations aériennes (Cockbill et coll., 1963), soit en pulvérisations terrestres (Vale, 1968; Casewell, 1969). Comme le débroussaillage n'a pas réussi à arrêter la progression des tsé-tsé, une partie de la zone infestée de 4 900 km<sup>2</sup> dans le nord-Inyanga et dans le sud-est du Mtoko a été pulvérisée en 1966 et 1967.

Toutefois, les applications de dieldrine et de DDT, seules ou combinées, n'ont pas permis d'éradiquer complètement G. morsitans (Casewell 1969). Au cours de la campagne de pulvérisation de 1968, on a utilisé seulement des suspensions de poudre mouillable de DDT à 5 pour cent, à cause du coût plus bas de cet insecticide (Vale, 1968). Après les bons résultats obtenus avec des applications aériennes VUF d'Endosulfan en Zambie (Park et coll., 1973) et au Botswana (Kendrick et Alsop, 1974), 500 km<sup>2</sup> de brousse infestée par G. morsitans et G. pallidipes ont été soumis à des pulvérisations en 1974/1975, avec la même technique (Chapman, 1976). Autour de la zone traitée à l'Endosulfan, on a établi une barrière par pulvérisations terrestres de DDT. Les populations de tsé-tsé ont sensiblement diminué, mais la mouche n'a pas été totalement éliminée. La réapparition des mouches a été attribuée à la réintroduction de mouches transportées par des véhicules. On a étudié les effets secondaires d'une application aérienne à volume ultra-faible d'Endosulfan sur la savane boisée (voir chapitre 3). Des essais de lutte biologique ont été effectués dans la région du lac Kariba. Les premiers résultats semblent prometteurs (Dean et coll., 1969).

Précisions techniques:

Pulvérisations terrestres:

Insecticide: dieldrine, DDT

Formulation: émulsion aqueuse à 3,1 et 3,6% de dieldrine, préparée à partir de Dioldrex 15T (CE à 18,6% de dieldrine)  
solution aqueuse à 5% de poudre mouillable à 75% de DDT

Matériel: nébulisateurs à moteur portés sur les épaules

Pulvérisations aériennes: (opérations de 1974/1975 seulement):

Insecticide: Endosulfan

Formulation: Endosulfan 20% et 25% CE, dans Shellsol AB

Dose: 6 ou 7 l/km<sup>2</sup> (14 g m.a./ha)  
5 applications à 12-18 jours d'intervalles

Aéronef: Piper Aztec (1974), Piper Pawnee (1975)

Atomiseur: Micronair AU 3 000

Habitat: "Miombo" (comparable à la savane guinéenne d'Afrique de l'ouest)

Conclusions

1. Quelques pesticides seulement ont été utilisés avec succès jusqu'à présent. Il s'agit surtout de ceux qui forment des dépôts relativement persistants sur les feuilles et les branches, comme la dieldrine, le DDT et l'Endosulfan. Toutefois, des résultats très encourageants ont été obtenus ces dernières années avec des applications en aérosol d'Endosulfan et de certains pyrèthroïdes comme la Permethrine, la Dècamèthrine et la Cypermèthrine.
2. Auparavant, la plupart des pulvérisations étaient effectuées par des équipes terrestres. Actuellement, les pulvérisations aériennes tendent fortement à remplacer, en partie du moins, les pulvérisations terrestres. Pour les pulvérisations aériennes, on utilise aussi bien des hélicoptères que des

avions. L'un des avantages des pulvérisations aériennes réside dans le fait qu'elles permettent de traiter durant une campagne de plus vastes surfaces que les pulvérisations terrestres.

3. Jusqu'à présent, la plupart des traitements ont été limités aux savanes sèches (savane soudanienne en Afrique de l'ouest et "Miombo" dans l'est et le sud-est de l'Afrique) (voir fig. 2.1). Il faut espérer que, dès que la plus grande partie des zones sèches auront été assainies dans certains pays, les pulvérisations seront étendues aux savanes humides (savane guinéenne dans l'ouest et le centre-nord de l'Afrique). A ce sujet, il convient aussi de remarquer que, presque partout, il est difficile de distinguer entre la savane sèche et la savane humide, car il y a interpénétration entre ces deux types d'habitat (par exemple forêt claire à "doka", habitat de G. morsitans submorsitans, et forêt riveraine, habitat de G. tachinoïdes et G. palpalis).

Chapitre 3. EFFETS SUR L'ENVIRONNEMENT DES PRODUITS CHIMIQUES UTILISES POUR COMBATTRE ET ERADIQUER LA MOUCHE TSE-TSE - ETAT DES CONNAISSANCES ACTUELLES

Bien que des traitements chimiques aient été pratiqués contre la tsé-tsé dans 20 pays au moins d'Afrique, leurs effets secondaires sur les organismes non visés n'ont été étudiés de façon plus ou moins poussée que dans la moitié de ces pays environ. Ces études sont énumérées dans le tableau 3.1 et nous allons en donner un aperçu général dans ce chapitre.

Tableau 3.1 Etudes sur les effets secondaires des traitements chimiques contre la mouche tsé-tsé

Pays	Année(s)	Type d'insecticide et mode d'application	Référence
Botswana	1964	Pulvérisations terrestres de dieldrine (nébulisateur)	Graham (1964)
	1975-78	Endosulfan VUF, séries d'applications par avion	Russel-Smith and Ruckert (1978) Ali et al. (1978) Fox et al. (1979)
Cameroun	1979	dieldrine, hélicoptère	Müller et al. (1980)
Tchad	1972-74	DDT, pulvérisations terrestres	Tibayrenc and Gruvel (1977)
Côte-d'Ivoire	1979	Endosulfan et décaméthrine, hélicoptère	Everts (1979)
Kenya	1968-69	dieldrine, pulvérisations terrestres	Koeman and Pennings (1970)
	1970-72	dieldrine, avion	Alsop (1978)
Niger	1977	Endosulfan, hélicoptère	Dortland et al. (1977)
Nigéria	1968	DDT, pulvérisations terrestres	Koeman and Pennings (1970)
	1969-70	dieldrine, pulvérisations terrestres	Koeman et al. (1971)



	1974-76	dieldrine, VUF, hélicoptère	Koeman et al. (1978)
	1975-76	dieldrine/Endosulfan VUF, hélicoptère	idem
	1976	DDT/Endosulfan, pulvérisations terrestres	idem
	1976	Endosulfan VUF, avion	Takken et al. (1976)
	1977-78	pyréthroïdes, pulvérisations terrestres et hélicoptère	Smies et al. (1980)
Tanzanie	1979	DNOC, débroussaillage	Tarimo and Pallotti (1979)
Ouganda	1961-71	dieldrine, pulvérisations terrestres	Sserunjoji and Tjell (1971)
	1963-73	dieldrine, pulvérisations terrestres	Sserunjoji (1973)
Haute-Volta	1977-79	Endosulfan, pyréthroïdes, hélicoptère	Takken et al. (1978) Everts (1979)
Zambie	1962-64	dieldrine, pulvérisations terrestres, (nébulisateur)	Wilson (1972)
	1968	Endosulfan VUF, avion	Magadza (1978)
Zimbabwe	?	Endosulfan VUF, pulvérisations aériennes	Cockbill (1979)

---

Botswana

Le Botswana a été le premier pays d'Afrique où l'on a étudié les effets secondaires des traitements chimiques contre les tsé-tsé. En 1964, des forêts riveraines ont été traitées contre G. morsitans, aux environs de Maun. On a appliqué de la Dieldrine à partir d'un Unimog et au moyen de pulvérisateurs à dos. Les effets des pulvérisations (Unimog) sur les organismes non visés ont été observés pendant les dix jours suivant le traitement. On a trouvé parmi les animaux morts de nombreux oiseaux, mammifères, reptiles et poissons (Graham 1964). Les effets secondaires sur l'environnement des traitements par pulvérisateur à dos n'ont pas été examinés, mais ils n'ont certainement pas été aussi désastreux que ceux des pulvérisateurs à moteur. Des observations occasionnelles n'ont pas fait ressortir de différence entre les populations d'animaux sauvages dans les zones traitées et non traitées (Davies, 1979 a).

Les études plus récentes effectuées au Botswana ont toutes trait à de vastes applications VUF d'Endosulfan faites par avion à partir de 1975 (voir page 3). Ces traitements sont effectués dans le delta de l'Okavango, où les herbes et la forêt claire de mopane qu'on trouve dans ces terres marécageuses sont soumises à 5 applications successives d'Endosulfan, à raison de 6-12 g m.a/ha. Quelques autres insecticides ont aussi été expérimentés. Des études concernant les effets sur l'environnement ont commencé en 1975.

On a expérimenté le Crotoxyphos, en étudiant aussi ses effets secondaires. La mortalité des poissons et des têtards exposés pouvaient difficilement être imputable à l'insecticide. Le nombre des insectes a légèrement diminué. Les résultats sont toutefois sans grand intérêt dans le contexte de la lutte contre la mouche, car l'insecticide n'a pas donné des résultats satisfaisants contre la mouche. Le tableau 3.2 indique quels sont les éléments de la faune qui ont été étudiés, pour déterminer les effets des pulvérisations d'Endosulfan.

On a conclu que les applications faites aux doses normales n'avaient aucun effet nocif sérieux sur les invertébrés non visés.

Les études sur les oiseaux ont fait ressortir quelques effets, mais les auteurs estiment qu'ils ne sont que temporaires.

Tableau 3.2 RECHERCHES SUR LES EFFETS SECONDAIRES D'ENDOSULFAN APPLIQUE CONTRE LES TSE-TSE AU BOTSWANA

<u>Groupes d'animaux et auteurs</u>	<u>Méthodologie</u>	<u>Effets possibles de la pulvérisation</u>
<u>Séries d'applications d'Endosulfan à raison de 6-12 g/ha</u>		
Invertébrés non visés (Ali et coll., 1978)	Pièges-fosses dans forêts claires de mopane, filets d'entomologiste dans les prairies des plaines d'inondation, pièges à eau et filets pour les insectes nocturnes	Pas de mortalité importante avec des applications normales
Invertébrés d'eau douce (Russel-Smith et Ruckert, 1978)	Evaluation des populations de zooplancton et de périphton	Impossible de distinguer entre les effets des facteurs saisonniers et ceux des pulvérisations; réduction du nombre des larves de Chironomides
	Essais <u>in vitro</u>	Mortalité aussi forte que chez les témoins
Oiseaux (Douthwaite, 1977)	Capture au filet, baguage et recapture	Effets possibles sur le comportement alimentaire et la survie du <u>Camaroptera</u> à dos gris
	Etat physiologique sur la base de mesures pondérales	
	Le petit guêpier a été comme espèce indicatrice:	
	contenu de l'intestin	Encore aucune donnée disponible (1977)
analyse des résidus dans le foie et le cerveau	Encore aucune donnée disponible (1977)	
succès de la reproduction	Reproduction moins efficace que dans la zone témoin, mais la raison n'en apparaît pas clairement	
(Fox et coll., 1979)	Abondance relative dans les forêts claires d'acacia. Activité, intensité de l'alimentation et composition du régime alimentaire du martin-pêcheur pie	L'altération temporaire des conditions d'alimentation peut être due soit aux pulvérisations, soit à des variations saisonnières.

Poisson (Wood et Turner, 1975)	Analyse des résidus	Teneur moyenne maximale de 0,04 ppm dans le muscle et de 0,28 ppm dans les viscères de <u>Schilbe mystus</u> après la première pulvérisation
(Fox et Gilmore 1977, Fox et coll., 1979)	Mortalité aiguë moyenne	587 poissons morts/ha sur une moyenne estimée à 49 234/ha (1,2%)
	Activité/captures au filet	Influence possible sur les migrations
	Activité reproductrice de <u>Tilapia rendalli</u>	Faible densité des nids
	Survie de poissons captifs	La mortalité diminue en présence de végétation
	Etat physiologique	
	Contenu de l'estomac/des viscères	Contenu stomacal moyen plus faible ou moindre pourcentage d'estomacs pleins chez des espèces à régime alimentaire différent, probablement à la suite de modifications du comportement
	Rapport poids/longueur,	Pas de diminution significative
	Poids du foie et de la rate	Diminution significative du poids
	Développement des ovaires	
(Matthiessen, 1978 Fox et coll., 1979)	Signes de stress sublétaux:	
	Hémoparamètres	Augmentation du nombre des globules rouges et des globules blancs, augmentation des protéines plasmatiques, taux plus élevé de glucose dans la sang
	Etat général	Anomalies chroniques dans l'histologie du cerveau et du foie Hyperactivité, diminution du nombre des femelles matures, d'où effets secondaires sur la physiologie de la reproduction et sur le comportement sexuel
<u>Application unique d'endosulfan à raison de 25 g/ha</u>		
Oiseaux		
(Douthwaite, 1977)	Abondance et diversité	Pas d'effets sur les oiseaux insectivores Afflux d'oiseaux se nourrissant de poisson et d'invertébrés aquatiques, durant les deux premiers jours suivant la pulvérisation

A cause de la forte toxicité de l'Endosulfan pour les poissons, la survie des poissons et les effets sublétaux qu'ils pourraient subir ont particulièrement retenu l'attention.

La mortalité aigüe résultant des applications normales a été basse, mais des recherches physiologiques ont montré que les poissons survivants étaient sensiblement affaiblis, quand bien même ils se rétablissaient quand les pulvérisations cessaient. Selon les auteurs, des études histopathologiques ont toutefois mis en évidence des anomalies dans le tissu cérébral un an après les pulvérisations, ce qui donne à penser que les poissons mettent longtemps à se rétablir complètement. Les résultats de ces recherches n'ont pas encore été entièrement publiés.

Une augmentation sensible de la concentration ou du nombre des applications provoquerait probablement une forte mortalité chez les poissons et entraînerait de profondes modifications pathologiques durables chez les survivants.

L'avis qui a été donné au directeur des services vétérinaires est donc le suivant: l'application de la dose actuelle maximum de 12 g d'Endosulfan/ha, à condition de ne pas dépasser cinq traitements, aura des effets minimes sur l'écologie du delta de l'Okavango. Il vaut mieux essayer d'éliminer la mouche en traitant l'ensemble de la zone en une seule campagne, car les effets sur la population de poisson seront sans doute moins nocifs que ceux de traitements répétés pendant plusieurs années dans différentes parties de la zone à assainir (Gouvernement du Botswana 1979).

Le projet de surveillance des effets de l'Endosulfan qui s'est terminé en 1979 était financé par l'ODA.

Cameroun (République unie du)

Au cours de la campagne de pulvérisation de 1978/79, Müller et coll. (1980) ont étudié les effets secondaires d'une seule application de dieldrine, dans les hautes terres de l'Adamaoua. On a appliqué de la dieldrine par hélicoptère sur une galerie forestière, à raison de 750 g/ha, contre G. morsitans submorsitans. Des contrôles périodiques ont été effectués dans un espace de temps allant de six semaines avant jusqu'à un an après le traitement à la dieldrine. Comme la saison des pluies a commencé immédiatement après les pulvérisations, il n'a pas été possible de faire une comparaison entre les données sur l'abondance et la diversité de la faune avant et après le traitement. Les données sur la situation avant le traitement ont été comparées avec les résultats d'une enquête exécutée un an plus tard, pour examiner les éventuels effets à long terme des applications de dieldrine. Contrairement à ce qu'on avait observé au Nigéria, où de la dieldrine avait été appliquée avec la même technique et aux mêmes doses (Koeman et coll., 1978), on n'a trouvé aucun vertébré mort ou mourant dans la galerie forestière examinée, directement après les pulvérisations.

Les résidus de dieldrine découverts dans le foie des oiseaux (voir tableau 3.3) ne donnent pas à penser que l'un quelconque d'entre eux renfermait des concentrations létales ou quasi létales d'insecticide. De fortes teneurs en insecticide ont toutefois été relevées chez les chauves-souris. On a trouvé jusque à 175 ppm (poids sec) dans le foie, ce qui correspond à des concentrations de pas moins de 44 ppm, en poids humide. Ces teneurs correspondent à celles qui ont été observées chez des mammifères ou d'autres vertébrés à sang chaud exposés à des doses létales d'insecticide. Au bout d'un an, la teneur maximum en résidu chez les chauves-souris était tombée à 0,20 ppm. Il n'y avait presque plus de chauve-souris frugivores au bout d'un an.

Un an après le traitement, les populations d'arthropodes vivant à la surface du sol avaient sensiblement diminué. Selon les auteurs, la moindre diversité des populations d'insectes phytophages, dans les strates herbacées et foliacées des galeries forestières, indique que certaines communautés sont devenues instables. Aucune indication numérique n'est fournie sur la faune aquatique, mais les

auteurs déclarent que, abstraction faite d'une diminution du nombre des Amphicorisae, l'abondance de la faune aquatique ne semblait pas affectée.

Tableau 3.3. Résidus de dieldrine (ppm/poids sec) observés directement après les pulvérisations (15 mars 1979 - 7 avril 1979) (Müller et coll. 1980)

\* Espèces d'oiseaux trouvés morts après des applications analogues de dieldrine au Nigéria (Koeman et coll. 1978)

Espèces	$\bar{x}$	Min	Max	n
1. Mammifères (foie)				
Praomys tullbergi (rat)	0,30	0,00	0,73	13
cf. Micropteropus (chauve-souris frugivore)	76,21	1,48	174,81	14
cf. Epomophorus (chauve-souris frugivore)	7,73	0,00	12,08	8
cf. Pipistrellus (chauve-souris insectivore)	4,04	0,48	7,28	8
2. Oiseaux (foie)				
* Halcyon malimbicus (insectivore)	3,83	2,21	4,30	8
* Ispidina picta (insectivore)	0,93	0,28	1,28	14
* Platysteira cyanea (insectivore)	0,04	0,00	0,05	7
* Terpsiphone viridis (insectivore)	0,00	0	0	4
* Turdus pelios (polyphage)	0,43	0,20	0,91	8
Nectarinia verticalis (nectarivore, insectivore)	1,83	1,03	2,44	6
3. Poissons				
Aphysosemion buelanum	1,24	0,00	214,34	(ca 120)
Clarias walkeri	1,08	0,00	3,42	5

Espèces	$\bar{x}$	Min	Max	n
4. Insectes				
Lep., Sphingidae	1,04	0,00	1,83	(15)
Isoptera (aîlés)	0,02	0,00	1,44	(ca 200)
Caelifera	6,53	0,00	13,16	2
Formic., Dorylus- ♂♂	0			(ca 10)

Tchad (République du)

En 1972-1974, des applications terrestres de DDT ont été faites pour éliminer G. tachinoïdes dans la région d'Assalle-Serbewel, entre N'Djamena et le lac Tchad, tant au Tchad qu'au Cameroun.

Les effets directs du DDT sur la faune sauvage ont semblé négligeables, étant donné que les applications ont été limitées aux habitats de la tsé-tsé. Il convient toutefois de remarquer à ce propos que le document n'indique pas les efforts qui ont été faits pour découvrir les effets nocifs éventuels.

Les invertébrés vivant sur l'écorce des arbres traités ont beaucoup souffert mais, comme la zone n'a pas été entièrement traitée, il se peut que des organismes non visés survivent dans des biotopes en bordure des surfaces pulvérisées.

Une forte mortalité chez les poissons a été attribuée à des braconniers qui avaient empoisonné des étangs avec du DDT ou des organophosphates. On ne peut négliger toutefois les effets secondaires de ces traitements sur la mise en valeur des terres. La zone assainie a été envahie par la population locale et par son bétail. Deux ans après la fin des opérations, les galeries forestières jadis si abondantes avaient presque complètement disparu. On avait dévasté les forêts pour récolter du bois de feu et pour les déficher en vue de la mise en culture. L'éradication chimique contrôlée de la tsé-tsé a donc été involontairement suivie d'une destruction complète de l'habitat, mettant cette zone à l'abri de toute invasion future par les mouches (Tibayrenc et Gruvel, 1977).



Côte-d'Ivoire (République de)

Everts (1979), ainsi qu'Elouard et coll. (1979), ont étudié les effets secondaires des applications d'Endosulfan et de Dècaméthrine faites aux alentours de Bouaflé en 1978-1979. L'Endosulfan a été administré en cinq applications successives en aérosol (10 g m.a./ha) sur les villages et en barrière rémanente (267 g m.a./ha) autour des villages. Les forêts bordant la Maharoué et ses affluents ont été traitées avec de la Dècaméthrine, en applications rémanentes (12,5 g m.a./ha).

Les applications rémanentes d'Endosulfan faites autour des villages ont décimé à plusieurs reprises les populations d'insectes non visés, spécialement les diptères et les hyménoptères. Les populations semblaient se reconstituer après chaque application. L'activité résiduelle a duré deux semaines environ. Apparemment, les traitements à l'Endosulfan n'ont affecté ni les lézards domestiques (Agama agama), ni la volaille, ni l'éclosion des oeufs de poule.

Le traitement des galeries forestières à la Dècaméthrine n'a pas eu d'effets nocifs sur les insectes volants non visés, les carabes ou les araignées. Cinq pour cent ont pénétré jusqu'au niveau du sol forestier et 15% jusqu'au niveau de l'eau. La Dècaméthrine a causé une migration accrue des invertébrés benthiques, durant parfois plusieurs jours, avec pour résultat une diminution partielle des populations concernées.

Les Ephéméroptères (larves d'éphémère), les Trichoptères (larves de phrygane), les Mémiptères (punaises d'eau), les Coléoptères et les Lépidoptères ont été affectés. Quelques populations se sont reconstituées au bout d'un certain temps. Les populations de Simuliidés (larves de simulies) ont été elles aussi décimées, mais elles se sont compètement reconstituées en deux semaines. Les populations de Chironomidés ont sensiblement augmenté.

La petite crevette Caridina africana a été virtuellement éliminée par la Dècaméthrine, tandis que les populations d'une espèce plus grosse et économiquement importante, Macrobrachium vollenhovenii, n'ont pas beaucoup souffert. On n'a observé aucun effet sur les poissons après les traitements à la Dècaméthrine. L'exposition de l'homme aux deux insecticides s'est révélée insignifiante, du point de vue toxicologique (Everts, 1979).

Kenya

On a fait en 1968 des observations sur les effets secondaires de pulvérisations terrestres de dieldrine contre G. fuscipes et G. pallidipes dans la vallée du Lambwe (province de Nyanza). Koeman et Hadden (1968), Koeman et coll. (1969) et Koeman et Pennings (1970) ont signalé une mortalité appréciable causée par la dieldrine chez diverses espèces d'oiseaux insectivores. Le tableau 3.4 indique les résidus découverts dans le foie et le cerveau de certaines des victimes.

Des analyses ont été faites sur des rongeurs, des oiseaux et des poissons, capturés vivants dans les zones traitées. Les concentrations de dieldrine dans le foie de 18 des 20 petits rongeurs (Arvicanthis niloticus, Lemniscomys striatus, Mastomys natalensis et Aethomys kaiseri) allaient de 0.01 à 0,52 ppm. Seuls deux spécimens contenaient plus de 1 ppm de Dieldrine (respectivement 1,4 et 9,7). Alors qu'en temps normal il y aurait dû y avoir au moins quelques femelles gravides, on n'en a trouvé aucune parmi les rongeurs capturés une semaine après les pulvérisations, et l'utérus était racorni. Des observations ultérieures ont montré que deux mois après 44% des femelles étaient pleines. Il semble toutefois improbable que le racornissement de l'utérus ait été causé par la dieldrine. En outre, aucune des nombreuses expériences faites avec cet insecticide n'a produit cet effet.

Le foie de 13 oiseaux ichtyophages (8 cormorans et 5 martin-pêcheurs pies), recueillis dans des zones traitées à proximité des rives du Lac Victoria, contenaient de 0,03 à 1,81 ppm de Dieldrine (poids humide). Chez 15 gros poissons (Tilapia esculenta, Alestes jacksoni et Clarias mozambicus), les résidus de dieldrine (dans tout le corps ou dans les muscles latéraux) allaient de 0,009 à 0,086 ppm (Koeman et coll., 1969). On peut conclure de cette étude que la dieldrine utilisée en pulvérisations terrestres est particulièrement dangereuse pour les oiseaux insectivores et s'accumule aussi dans les tissus des poissons et des oiseaux qui se nourrissent de poisson, après le traitement des berges de lacs ou de rivières. Entre 1970 et 1972, on a étudié dans la vallée du Lambwe les risques à court terme et à long terme pouvant résulter pour le gibier des applications aériennes de dieldrine.

Tableau 3.4. Résidus de dieldrine dans le foie et le cerveau d'oiseaux trouvés morts ou mourants dans la vallée de Wandere. Des données sur des oiseaux capturés vivants sont fournies à titre de comparaison.

Espèces trouvées mortes ou mourantes	Sexe	Date	Résidus en ppm	
			Foie	Cerveau
<i>Camaroptera brevicaudata</i>	♀	8/2	34.1	8.0
<i>Camaroptera bravicaudata</i>	♂	9/2	29.0	16.6
<i>Camaroptera brevicaudata</i>	♀	12/2	24.6	20.0
<i>Melocichla mentalis</i>	♂	8/2	23.2	-
<i>Melocichla mentalis</i>	♀	10/2	17/7	15.2
<i>Melocichla mentalis</i>	♂	12/2	25.3	-
<i>Laniarius aethiopicus</i>	♂	9/2	20.5	6.1
<i>Cossypha heuglini</i>	♂	10/2	27.4	6.5
<i>Cisticola spec.</i>	♀	12/1	26.8	19.6
<i>Turdioides jardinei</i>	♀	12/2	31.8	21.6
<i>Tchitria viridis</i>	♂	13/2	20.2	14.7
<i>Centropus superciliosus</i>	♀	13/2	57.0	13.3
Moyenne géométrique			26.8	13.0

Espèces capturées vivantes	Sexe	Date	Résidus en ppm	
			Foie	Cerveau
<i>Camaroptera brevicaudata</i> <sup>1)</sup>	♀	29/1	3.1	0.31
<i>Cisticola spec.</i>	♂	13/2	1.5	3.3
<i>Turdioides melanops</i> <sup>1)</sup>	♂	2/2	6.0	0.032
<i>Laniarius funibis</i>	♂	9/2	21.0 <sup>2)</sup>	4.0

1) Capturée à Sidri Point, 70 jours après le traitement

2) Spécimen capturé vivant et contenant une concentration presque létale

Les quantités de dieldrine et de son photo-isomère, le photodieldrine, qui sont absorbées par le gibier, ainsi que les résidus dans l'herbe et dans le sol, ont été mesurés immédiatement après la pulvérisation et pendant une période de 15 à 24 mois suivant la dernière application aérienne de dieldrine. A cet effet, on a abattu divers animaux sauvages (jusqu'à un total de 70 individus) et analysé leur foie et leur cerveau pour voir s'ils contenaient des résidus (Allsopp, 1978; Richardson, 1970).

Les résidus moyens de dieldrine et de photodieldrine dans le cerveau, le foie et les reins des animaux (cobe des roseaux, oribi et hyène) étaient inférieurs à 1 ppm, après les pulvérisations. Au bout de 15 à 21 mois, la concentration maximum était de 0,04 ppm. Comme les hyènes dans cette région se nourrissent surtout d'animaux domestiques, cette espèce n'est pas représentative de l'écosystème considéré car elle se situe à un niveau supérieur de la chaîne alimentaire. On a trouvé 4,3 ppm de Dieldrine dans le foie d'une civette qui s'était peut-être nourrie d'oiseaux et de rongeurs contaminés par la dieldrine.

Comme il fallait s'y attendre, les résultats sont comparables à ceux des analyses sur rongeurs relatées ci-dessus et indiquent que ni les pulvérisations terrestres, ni les pulvérisations aériennes, dans les conditions où elles ont été pratiquées en l'occurrence, n'ont contaminé dangereusement l'herbe et les arbustes dont se nourrissent les gros animaux sauvages.

### Niger

Des observations ont été faites sur les effets secondaires de pulvérisations par hélicoptère d'Endosulfan, à raison de 900 g m.a./ha, dans les forêts bordant la Tapoa et la Mekrou, dans le Parc national du W. A la lumière de l'expérience acquise au Nigéria (voir sous Nigéria), on s'attendait à une certaine mortalité chez les organismes non visés. En ce qui concerne les insectes, une certaine mortalité a été enregistrée chez les Diptères, les Formicoïdes, les Coléoptères, les Hémiptères et les Lépidoptères mais, après les pulvérisations, des captures faites dans des pièges Malaise ont montré que la composition qualitative des groupes d'insectes était la même qu'avant les pulvérisations, même si le nombre avait diminué. On a trouvé deux grenouilles mortes.

Il n'y avait que quelques oiseaux morts, avec de faibles résidus d'Endosulfan dans leur foie. Toutefois, plusieurs spécimens d'oiseaux insectivores, comme l'Eremomela à dos vert, le Camaroptera à dos gris et les gonoleks, ont fait preuve d'une passivité insolite immédiatement après les pulvérisations, signe qu'une dose un peu plus forte aurait pu provoquer une mortalité beaucoup plus importante.

Les pulvérisations d'Endosulfan ont causé une forte mortalité chez les poissons. Le grand nombre des espèces trouvées mortes (48) indique que toutes ou presque étaient affectées. Les concentrations de résidus dans les poissons étaient faibles et ne constituaient sans doute pas un danger pour la consommation humaine.

Les effets à long terme résultant du manque de nourriture pour les oiseaux insectivores ou pour ceux qui se nourrissent de poisson et pour les crocodiles n'ont pas été examinés (Dortland et coll., 1977). Après la saison des pluies suivante, les populations de poisson de la Mekrou semblaient avoir retrouvé presque complètement leur diversité et leur abondance originales. Toutefois, dans la Tapoa, il n'y avait des espèces de petite taille qu'en aval des rapides. En amont, cet important anneau de la chaîne alimentaire était absent (Roman, 1978).

### Nigéria

C'est dans ce pays qu'ont été faites la plupart des études relatives aux effets sur l'environnement des traitements chimiques contre la tsé-tsé. La figure 3 montre les zones où elles ont été exécutées.

En 1968, on a capturé des oiseaux ichthyophages sur les rives du lac Tchad et dans l'estuaire de la Yobé, sur le lac (zone 1, figure 3.1), pour mesurer les concentrations de résidus de DDT et de ses métabolites (en particulier DDE). Entre 1952 et 1966, des tonnes de DDT avaient été appliquées dans le bassin de la Komadugu Gana et de la Yobé, pour combattre G. tachinoides et G. morsitans submorsitans (Davies, 1964, 1971). La concentration de DDE dans le foie de 15 cormorans et martins-pêcheurs pies allait de 0,012 à 0,17 ppm, signe qu'à cette

époque l'estuaire et le lac étaient relativement peu contaminés (Koeman et Pennings, 1970).

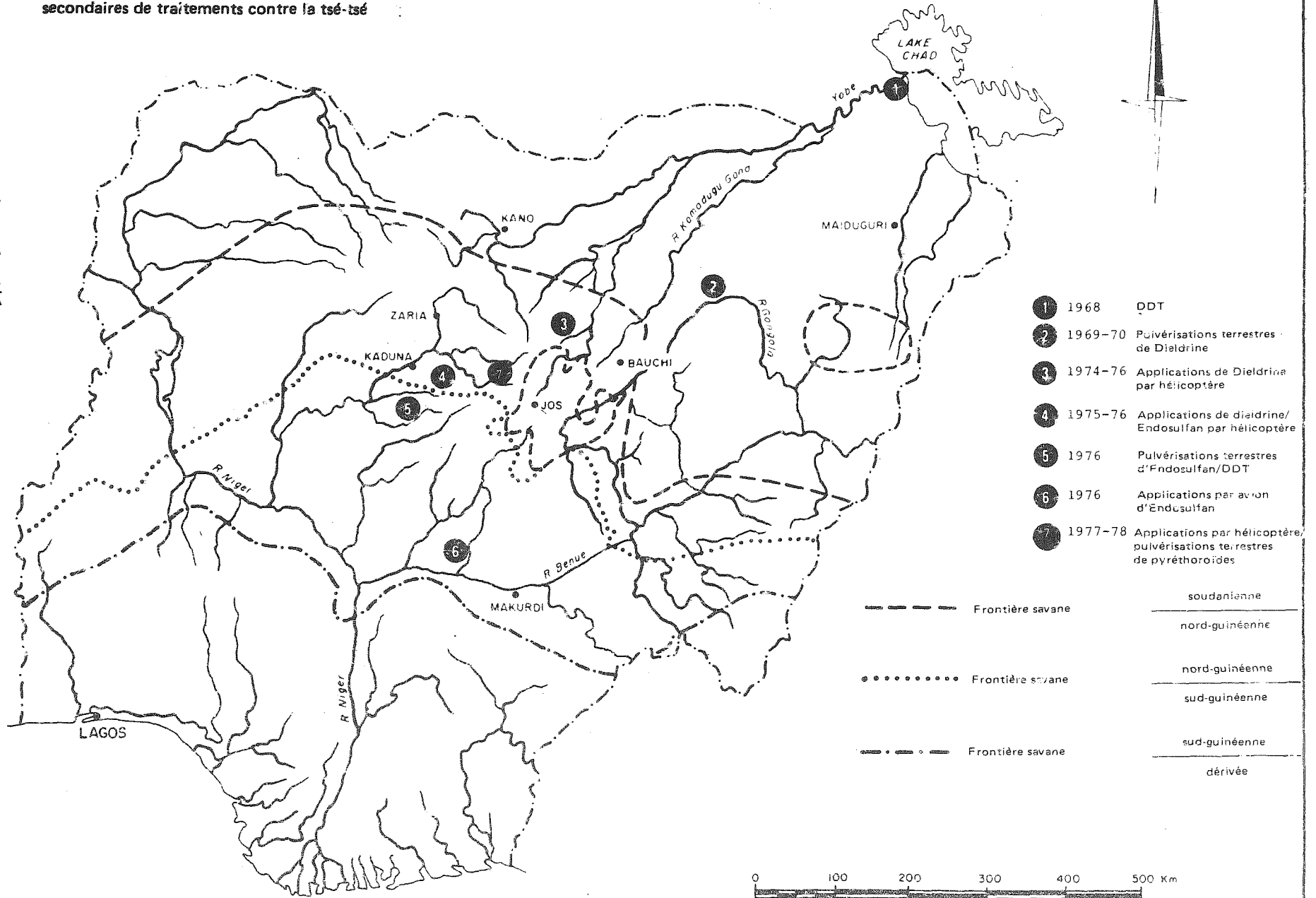
Les effets aigus et à long terme de pulvérisations terrestres discriminatives de dieldrine ont été étudiés dans un habitat forestier en bordure de la savanne soudanienne, près de Potiskum (zone 2, figure 3.1), en 1969 et 1970. Les résultats ont montré que les applications de dieldrine se traduisaient par une mortalité aigüe chez de nombreuses espèces d'animaux sauvages parmi lesquels des insectes, des poissons, des reptiles, des amphibiens, des oiseaux (surtout insectivores) et certains mammifères (par exemple chauves-souris, écureuils). La mortalité accrue a pu être mise en corrélation avec une nette diminution de la densité des populations de certaines espèces. Des observations faites un an après les pulvérisations ont montré que presque toutes les espèces de mammifères, d'oiseaux, de reptiles et d'amphibie recensées avant et pendant les pulvérisations avaient survécu et que nombre des populations touchées étaient en train de se reconstituer, très probablement par suite de l'immigration d'individus à partir des zones voisines non affectées. Toutefois, quelques espèces d'oiseaux insectivores caractéristiques de cet habitat forestier étaient nettement moins abondantes qu'avant les pulvérisations et que dans les zones témoins, tandis que quelques espèces semblaient avoir à peu près disparu (comme le tarier à crête blanche, Cossypha albicapilla (Vieillot), et le martin-pêcheur à gorge bleue, Halcyon malimbicus Shaw. Les concentrations de dieldrine découvertes dans le cerveau des oiseaux trouvés morts allaient de 2,2 à 16 ppm (poids humide). En général, les concentrations de dieldrine découvertes chez les oiseaux, les amphibiens et les poissons recueillis un an après les pulvérisations étaient faibles et ne risquaient fort probablement pas d'intoxiquer les animaux analysés (Koeman et coll., 1971).

Entre 1974 et 1976, on a étudié les effets secondaires d'applications de dieldrine et d'Endosulfan par hélicoptère et de pulvérisations terrestres d'Endosulfan et de DDT. Ces études ont été faites en trois points de la savane nord-guinéenne (figure 3.1, zone 3, 4, 5). On a constaté que tous ces traitements pouvaient causer la mort de nombreuses espèces non visées. Après les applications par hélicoptère, la période pendant laquelle une mortalité a été observée chez les oiseaux, les mammifères, les reptiles, les amphibiens, les poissons

Fig. 3.1 Carte des régions étudiées

CARTE DU NIGERIA

Zones dans lesquelles ont été étudiés les effets secondaires de traitements contre la tsé-tsé



et les insectes non visés était de l'ordre de 2 à 3 semaines dans le cas de la dieldrine et d'une semaine environ dans le cas de l'Endosulfan. Dans les pulvérisations aériennes, l'Endosulfan semblait tuer surtout par contact direct, tandis qu'avec la dieldrine le risque d'empoisonnement secondaire des prédateurs (hérons, oiseaux de proie) est plus grand qu'avec l'Endosulfan. Koeman et coll. (1978) l'attribue au fait que l'Endosulfan est plus rapidement biodégradable. L'Endosulfan semble un peu plus toxique que la dieldrine pour les vertébrés à sang froid, alors qu'en revanche certaines espèces à sang chaud sont beaucoup moins sensibles à l'Endosulfan qu'à la dieldrine. Par comparaison avec les études antérieures sur les effets secondaires des pulvérisations terrestres de dieldrine, on peut dire que les applications par hélicoptère touchent une plus large gamme d'oiseaux que les pulvérisations terrestres discriminatives. Certaines espèces semblent extrêmement vulnérables et ont totalement disparu ou sont devenues extrêmement rares dans les zones traitées. Certaines espèces de mammifères ont aussi souffert des pulvérisations et leur nombre a sensiblement diminué (par exemple singe Tantale après des applications aériennes de dieldrine et chauve-souris frugivore après des applications aériennes d'Endosulfan (Koeman et coll., 1978).

Les effets sur l'environnement d'applications par avion d'Endosulfan à VUF ont été étudiés en 1976 dans la réserve forestière du Doma (zone 6, figure 3.1). On n'a observé aucun effet nocif sur la faune sauvage (mammifères, oiseaux, reptiles, amphibiens, poissons et insectes non visés) ni durant, ni après les cycles de pulvérisations. Cette méthode semble moins dangereuse pour la faune sauvage que les applications expérimentales d'Endosulfan faites par hélicoptère dans d'autres parties du Nigéria (Takken et coll., 1976). On n'a toutefois pas réussi à éradiquer G. palpalis.

En 1977 et 1978, trois pyréthroides de synthèse ont été expérimentés sur le terrain. Ces composés allient une forte activité insecticide à une faible toxicité orale pour les mammifères et les oiseaux et ils ont une bonne persistance physiochimique. Après les pulvérisations, on n'a trouvé ni oiseau ni autres vertébrés morts et l'on n'a noté aucune modification marquée dans l'abondance de la faune aviaire. Toutefois, quelques petits poissons ont mani-



festé temporairement un comportement anormal. Une mortalité aiguë a été observée chez de nombreux arthropodes terrestres et aquatiques, notamment chez les coléoptères aquatiques et chez les crustacés. Les insectes volants sont devenus sensiblement moins nombreux pendant 10 jours au moins après les pulvérisations. Il n'y avait plus de crevettes (Caridina africana) ni de larves d'éphémères dans des échantillons benthiques prélevés après les pulvérisations, mais elles ont réapparues dans les échantillons prélevés un an après. La forte diminution des populations d'arthropodes aquatiques peut affecter les poissons en réduisant leurs sources de nourriture. Etant donné l'échelle réduite de ces essais, les possibilités de reconstitution des populations affectées sont difficiles à évaluer, car elles peuvent se reconstituer par des apports d'immigrants à partir des zones voisines non traitées (Smies et coll., 1980).

#### Tanzanie

Les seules études effectuées en Tanzanie sur les effets secondaires des applications de produits chimiques ont trait à une application de DNOC. On a utilisé du DNOC (2-méthyl-4, 6-dinitro-orthocrésol) comme défoliant sur 1 000 ha de brousse à tsé-tsé qui ont été soumis à des pulvérisations aériennes de solution de DNOC à 20% (5,9 kg DNOC/ha). On n'a découvert aucun résidu dans les échantillons d'animaux (buffle, cobe à croissant et gazelle), ni dans les eaux stagnantes, 30 et 60 jours après le traitement. Seule une faible trace de moins de 1 ppm a été découverte dans la végétation. On a donc conclu que les applications de DNOC à cette dose ne comportaient aucun risque d'empoisonnement (Tarimo et Pallotti, 1979).

#### Ouganda

Sserunjoji et Tjell (1971), ainsi que Tserunjoji (1973), rendent compte des effets sur l'environnement d'applications de dieldrine faites pendant 8 à 10 ans dans l'Ankole oriental (région occidentale). Entre 1964 et 1972, 131 600 kg

au total de dieldrine ont été appliqués sur une superficie de 8 600 km<sup>2</sup>, en pulvérisations terrestres discriminatives. L'étude des effets sur le milieu a été limitée à la recherche des résidus dans des échantillons de sol, d'herbe et de poissons. Les concentrations de dieldrine allaient de 0,066 à 0,014 ppm dans le sol et de 0,93 à 0,09 ppm dans l'herbe. En général, les concentrations de résidus étaient inversement proportionnelles au temps écoulé depuis les applications, tant dans le sol que dans l'herbe, de la Dieldrine étant encore décelable dans des échantillons prélevés dans des zones qui avaient été traitées dix ans plus tôt. Les résidus étaient faibles chez les poissons également. En outre, il y a des signes de dégradation chez certaines espèces de poisson (Protopterus aethiopicus et Clarias sp.). De plus, la dilution, l'adsorption favorisée par la turbidité des eaux de ruissellement et les feux de brousse tendent à inactiver les insecticides rémanents et à protéger les systèmes aquatiques. Selon les auteurs (Sserunjoji, 1973, 1976), les traitements de Dieldrine contre la tsé-tsé présentent donc pour l'environnement moins de risques de contamination qu'on ne le craignait.

#### Haute-Volta

L'OMS a entrepris, dans les forêts bordant la Comoe et la Volta Noire, un programme de recherche pour déterminer l'efficacité de divers insecticides contre les glossines riveraines vectrices de la trypanosomiase humaine. Divers insecticides ont été expérimentés en 1977 et l'Endosulfan, la Décaméthrine et la Permethrine ont été retenus pour des essais ultérieurs. Des études ont été faites pour déterminer les effets directs, comme la mortalité et la morbidité chez les espèces non visées, et pour mesurer les variations des populations d'oiseaux, de poissons et de quelques invertébrés, durant et après les traitements.

En 1977, les applications n'ont entraîné aucune modification apparente dans le comportement des oiseaux ni dans leur abondance, et aucun effet nuisible n'a été observé chez les poissons. Les pyréthroïdes ont toutefois causé une

Tableau 3.5 MORTALITE TOTALE CHEZ LES INSECTES ET LES ARAIGNEES APRES DES TRAITEMENTS INSECTICIDES

(Takken et coll., 1978)

Traitement et dose	Date d'échan- tillonnage	Ordre														Total insectes	Araignées	
		Ephemeroptera	Odonata	Orthoptera	Dictyoptera	Psocoptera	Heteroptera	Homoptera	Thysanoptera	Neuroptera	Lepidoptera	Trichoptera	Diptera	Hymenoptera	Coleoptera			Autres
Endosulfan 9.0 g m.a./ha	7.2.77- 11.2.77	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
Fenthion 1.3 g m.a./ha	21.2.77	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	1	2	6	8	18	0	
Fenthion 2.6 g m.a./ha	11 et 12.2.77	-	1	-	-	-	-	5	-	1	2	28	262	6	3	308	5	54
Azaméthiphos 3.3 g m.a./ha	16.2.77 17.2.77	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	
Perméthrine 1.9 g m.a./ha	19 et 20.2.77	-	1	2	9	-	5	20	5	1	-	9	103	497	57	79	788	5
Perméthrine 4.27 g m.a./ha	15 et 16.3.77	-	-	-	-	-	4	127	-	-	3	14	71	162	82	1	464	5
Décaméthrine 0.19 g m.a./ha	10.2.77- 11.2.77	1	-	1	1	-	20	6	-	1	4	12	88	90	27	-	251	2
Décaméthrine 0.36 g m.a./ha	3 et 4.2.77	2	1	-	-	2	80	12	7	2	9	38	104	226	36	-	519	18
Décaméthrine 12.5.g m.a./ha	10.3.77- 19.3.77	2	-	-	-	-	72	17	-	-	2	11	166	284	38	33	625	15

Tableau 3.6 NOMBRE DE MACROBRACHIUM RARIDENS ET DE CARIDINA AFRICANA  
CAPTURES AVANT ET APRES DES APPLICATIONS D'INSECTICIDES

(Takken et coll., 1978)

Date	Traitement	M. raridus	C. africana
13.2.77		4	> 71
14.2.77		31	> 200
15.2.77	azaméthiphos 3.3 g/ha		
16.2.77		8	125
19.2.77		8	125
20.2.77	fenthion 1.3 g/ha		
21.2.77		6	220
8.3.77		35	405
9.3.77			
9.3.77		4	239
10.3.77		-	4*
12.3.77		-	-
19.3.77		-	1*

\* Paralysé

paralyse et une mortalité massive chez deux espèces de crustacés d'eau douce, Caridina africana et Macrobrachium raridens. Le Fenthion, la Décaméthrine et la Perméthrine ont eu certains effets sur les insectes non visés, tandis que la Décaméthrine en pulvérisations rémanentes a sensiblement réduit les populations de diptères et complètement anéanti les populations de crustacés. Les tableaux 3.5 et 3.6 donnent des indications sur la mortalité chez les insectes et les variations des populations de crevettes à la suite d'applications d'insecticide (Takken et coll., 1978).

En 1978, on a fait des applications rémanentes d'Endosulfan et de Décaméthrine et des séries d'applications en aérosols de Perméthrine et d'Endosulfan. Le tableau 3.7 indique les effets secondaires de ces traitements. L'Endosulfan n'a provoqué qu'une faible mortalité chez les insectes et aucune mortalité chez les poissons et les crustacés, quand il a été appliqué en aérosol, mais il a causé une mortalité massive en pulvérisation rémanente. La Décaméthrine s'est généralement montrée plus toxique que la Perméthrine et, à la dose de 12,5 g/ha, elle a pratiquement anéanti les deux espèces de crustacés (Everts et coll., 1978).

Au bout d'un an, la crevette Caridina africana est réapparue en grand nombre et de nombreuses femelles portaient des oeufs, mais Macrobrachium raridens n'était pas encore revenu dans l'ancienne zone traitée. La zone où les poissons avaient été fortement affectés par l'Endosulfan s'est repeuplée durant la saison des pluies (Everts et coll., 1979).

Tableau 3.7 Effets secondaires des pulvérisations dans la région de la Volta Noire et de la Comoe (Everts et coll., 1978)

Traitement	Effets secondaires observés				
	Mortalité insectes aquatiques	Mortalité insectes terrestres	Mortalité poissons	Mortalité crustacés	Paralysie crustacés
Endosulfan 3.75 g/ha	+	+	-	-	-
Endosulfan 5 x 100.0 g/ha	P.O.	+	P.O.	P.O.	P.O.
Endosulfan 2 x 100.0 g/ha	+	+	++ <sup>2)</sup>	-	-
Endosulfan 2 x 200.0 g/ha	+	+	++	+	+
Perméthrine 2.5 g/ha	+	+	-	-	+
Perméthrine 5 x 3.0 g/ha	+	++	++ <sup>2)</sup>	+	+
Perméthrine 50.0 g/ha	+	++	-	P.O.	P.O.
Décaméthrine 0.2 g/ha	+	++	+ <sup>1)</sup>	+	++
Décaméthrine 2 x 12.5 g/ha	+	+	- <sup>2)</sup>	+++	+

P.O. = Pas d'observation

+ = effet faible

++ = effet marqué

+++ = disparition virtuelle

1) mortalité observée chez les gastropodes

2) mortalité observée chez de jeunes poissons et des têtards

Zambie

Les effets secondaires d'applications de Dieldrine par pulvérisateurs à dos et par nébulisateurs Unimog ont été étudiés de 1962 à 1964 dans la région de Chimpangali, dans l'est de la Zambie. Les gîtes de repos potentiels de la tsé-tsé le long des routes et sur tous les arbres bordant les pistes d'accès, y compris les cavités des arbres, les branches retombantes et les branches à terre, ont été pulvérisés. Il s'est avéré que les trous dans le sol, en particulier les trous creusés par le fourmilier Oryceteropus afa, étaient d'importants gîtes de repos et de reproduction des tsé-tsé.

Des animaux morts et mourants - mammifères, oiseaux, reptiles et poissons - n'ont été recueillis qu'occasionnellement. Le tableau 3.8 donne la liste des mammifères trouvés morts après des applications de dieldrine. Il est fort probable que les hyènes sont mortes parce qu'elles ont mangé de la viande d'éléphant qui avait été accidentellement contaminée par de la dieldrine. Au total, 38 oiseaux représentant 24 espèces, dont 15 insectivores, ont été trouvés morts ou mourants. Un grand nombre de reptiles divers - 17 serpents et 101 lézards - ont été ramassés. A la suite d'un accident (lavage de bidons vides de Dieldrix T15 dans une retenue), 223 poissons, appartenant tous à l'espèce Tilapia, ont été trouvés morts dans la semaine qui a suivi (Wilson, 1972).

Tableau 3.8 Mammifères trouvés morts après des pulvérisations terrestres de Dieldrine faites par nébulisateur (d'après Wilson, 1972)

Nom scientifique	Nom commun	Nombre
<i>Galago senegalensis</i>	Galago du Sénégal	7
<i>Galago orassicaudatus</i>	Galago à queue épaisse	5
<i>Heterohyrax brucei</i>	Daman gris	2
<i>Oreotragus oreotragus</i>	Oréotrague	1
<i>Oryceteropus afer</i>	Oryctérope	1
<i>Crocuta crocuta</i>	Hyène tachetée	3
<i>Canis sp.</i>	Chien domestique	1
<i>Paraxerus cepapi</i>	Ecureuil de brousse	5

Des études ont été faites en 1968 sur les effets secondaires d'applications par avion d'Endosulfan VUF, dans la province de Barotse (sud-ouest de la Zambie). On s'est intéressé surtout aux espèces d'insectes non visées en faisant des observations au sol immédiatement après le traitement, en comptant les insectes tombés des arbres sur lesquels ils étaient concentrés et en faisant des observations sur les populations d'une espèce prédatrice (libellule). On n'a trouvé aucun animal mort ou mourant et l'on n'a pas observé non plus une réduction quelconque dans l'abondance des espèces ni dans la densité des populations. Des échantillonnages réalisés dans les zones pulvérisées et non pulvérisées ont révélé la présence de 163 et 159 espèces différentes d'insectes respectivement. De grandes quantités de poissons ont été capturées dans un étang soumis à des pulvérisations pendant trois jours successifs (Magadza, 1969).

#### Zimbabwe

La méthode des applications successives d'Endosulfan en aérosols est aujourd'hui largement pratiquée dans toute l'Afrique australe (Botswana, Zambie), car elle ne présente pas de risque sérieux pour les organismes non visés. Au Zimbabwe, les petits poissons dans des mares peu profondes ont souffert des traitements et quelques réductions immédiates des populations naturelles d'organismes non visés ont été notées, mais il s'agissait de phénomènes de courte durée et les populations n'ont pas tardé à se reconstituer (Cockbill, 1979).



## Conclusions

La plupart des applications des pesticides communément utilisés pour combattre et éradiquer les glossines peuvent tuer des organismes non visés. Toutefois, les types d'organismes affectés varient sensiblement selon qu'il s'agit d'applications rémanentes à haute dose de produits tels que la dieldrine, l'Endosulfan et le DDT ou d'applications en aérosol d'Endosulfan et de pyréthroïdes.

Les applications rémanentes ont causé une mortalité aussi bien chez les vertébrés que chez les invertébrés. En particulier, les populations de diverses espèces d'oiseaux insectivores ont été fortement affectées. Certaines se sont reconstituées très rapidement, mais d'autres ont mis plus de temps à le faire ou ont même complètement disparu dans certaines zones (habitats isolés). Parmi les mammifères, les singes (singe vert), les écureuils et les chauves-souris ont semblé les plus vulnérables. Une très forte mortalité, se traduisant par l'élimination temporaire de nombreuses espèces, a été notée par endroits chez les poissons. En général, on a constaté que les applications par hélicoptère d'insecticides rémanents affectaient une plus large gamme d'espèces que les pulvérisations terrestres plus sélectives.

Les applications aériennes en aérosol d'Endosulfan et de pyréthroïdes n'ont pas eu jusqu'à présent d'effets mesurables sur les vertébrés à sang chaud. Aux doses appliquées, les effets sur les poissons semblent faibles: ils sont limités à une petite fraction des populations d'un nombre restreint d'espèces ou bien même ils sont nuls. De nombreux groupes d'invertébrés, en particulier les arthropodes, sont extrêmement sensibles aux pyréthroïdes. Si l'on compare les recherches faites en Haute-Volta et en Côte-d'Ivoire sur l'utilisation de la Décaméthrine, on constate que la température de l'eau des rivières peut avoir un effet marqué sur la toxicité pour le poisson. Cela s'applique aussi à certaines espèces de crevettes telles que Macrobrachium ravidens et Caridina africana. Des études expérimentales montrent que les pyréthroïdes et le DDT sont relativement plus toxiques à basse qu'à haute température (Van Bercken, 1972; Manck et coll., 1976; Harris et Kinoshita, 1977). En dehors des crustacés,

beaucoup d'autres groupes d'invertébrés, en particulier les arthropodes, sont extrêmement sensibles aux pyréthroïdes. Les effets à long terme sur les populations des espèces concernées ne peuvent pas encore être mesurés parce qu'on manque de données de base sur la dynamique de leurs populations. Des essais sont en cours dans un certain nombre de bassins fluviaux d'Afrique en vue d'établir une corrélation entre les effets des pulvérisations et les fluctuations saisonnières générales de certaines populations d'arthropodes terrestres et aquatiques.

#### Chapter 4. RECOMMANDATIONS POUR SURVEILLER ET REDUIRE LES EFFETS SUR L'ENVIRONNEMENT DES OPERATIONS DE LUTTE CONTRE LA TSE-TSE

En général, on peut distinguer deux types de surveillance de l'environnement: la surveillance chimique et la surveillance biologique (voir FAO/PNUE, 1975).

La surveillance chimique consiste à mesurer les résidus de pesticides dans le milieu ambiant, d'une part dans les constituants abiotiques comme l'eau, l'air, le sol et les sédiments, et d'autre part dans les constituants biotiques comme les plantes, les tissus de vertébrés et d'invertébrés et les tissus humains (par exemple sang, tissu adipeux).

La surveillance biologique consiste à mesurer certains changements intervenant dans la flore et dans la faune. On peut utiliser à cet effet un grand nombre de paramètres, aux différents niveaux d'intégration biologique. Au niveaux supérieurs - l'écosystème et la population - on peut mesurer la diversité et l'abondance des espèces et évaluer la morbidité et la mortalité. A un niveau plus bas - groupes sociaux d'organismes et individu - on peut utiliser divers paramètres physiologiques (reproduction, activité enzymatique) ou comportementaux.

Le rapport FAO/PNUE sur la surveillance de l'impact (FAO/PNUE, 1975) disait que, s'il est vrai que les résultats de la surveillance soit chimique soit biologique peuvent fournir des indications quant aux effets sur l'environnement, la corrélation entre les deux types de données peut être très importante pour établir des relations de cause à effet.

Le choix des éléments du milieu à prendre en considération aux fins de la surveillance chimique et biologique exige un examen attentif des écosystèmes concernés, car il ne sera jamais possible de mesurer la teneur en résidus de tous les constituants abiotiques et biotiques ni d'inclure toutes les espèces d'organismes dans la surveillance biologique. Les produits chimiques introduits dans l'environnement ne se dispersent généralement pas de façon anarchique mais suivent certains cheminements bien définis qui sont fonction de leurs propriétés

physico-chimiques et de leur biodégradabilité. Du sort que subissent les composés dépend le risque d'exposition de certains organismes et la possibilité qu'ils en soient affectés d'une façon ou d'une autre. Le succès de ces recherches dépendra donc dans une large mesure du choix judicieux des paramètres (objets et organismes indicateurs) à prendre en considération.

#### Surveillance des effets sur l'environnement

Dans la surveillance chimique des effets des opérations de lutte contre les tsé-tsé, on s'est demandé notamment ce qu'il advenait des dépôts de pulvérisation et quel était le degré de décomposition des pesticides dans la végétation. A cet effet, on a analysé des échantillons de feuilles et d'écorce. Pour certaines études sur les effets secondaires des traitements, on a aussi mesuré les concentrations de résidus dans les tissus d'organismes non visés trouvés morts et dans les tissus d'organismes tels que poissons, oiseaux ichtyophages et oiseaux insectivores recueillis près des zones traitées. Les concentrations trouvées dans les organismes peuvent varier sensiblement d'un groupe animal à l'autre, selon les habitudes alimentaires et la position dans la chaîne alimentaire. En outre, il peut y avoir une variabilité appréciable à l'intérieur des groupes sous l'effet de facteurs tels que le sexe, l'âge et le stade du cycle biologique. C'est ainsi que les concentrations de résidus chez les poissons peuvent varier beaucoup durant le frai. De façon générale, la surveillance chimique ne doit pas être considérée uniquement comme un problème d'analyse chimique: il faut aussi recueillir des échantillons appropriés. En raison de diverses carences (nombre insuffisant d'échantillons, échantillons non représentatifs), les résultats des études de surveillance chimique n'ont pas toujours donné les résultats attendus par les chercheurs.

Dans les études effectuées jusqu'à présent sur les effets secondaires de la lutte chimique contre la tsé-tsé, on a pris en considération les paramètres biologiques suivants: mortalité et morbidité aiguës chez les espèces de vertébrés et les ordres et familles d'invertébrés, populations recensées d'oiseaux, de poissons, de crustacés et d'insectes sur des périodes plus ou moins longues et variations générales des populations d'autres vertébrés.

Les études effectuées jusqu'à présent montrent clairement que certaines espèces non visées d'animaux sont beaucoup plus sensibles que d'autres. Par exemple, les gobe-mouches (famille Muscicapidae) se sont révélés très vulnérables aux applications rémanentes à haute dose de Dieldrine et d'Endosulfan, par comparaison avec les autres oiseaux insectivores, tandis que les crevettes se sont montrées beaucoup plus sensibles aux pyréthroides que certains insectes aquatiques. Il conviendrait donc d'utiliser les espèces vulnérables comme indicateurs biologiques pour déterminer les effets sur l'environnement des futures applications des pesticides susmentionnés. Au tableau 4.1 sont énumérés un certain nombre d'organismes qui peuvent être utilisés comme indicateurs biologiques pour mesurer les effets des insecticides utilisés contre la tsé-tsé. Il faudrait effectuer des observations appropriées sur le terrain pour se faire une idée convenable de la dynamique des populations des espèces considérées.

#### Réduction des effets sur l'environnement

La signification biologique, pour l'environnement africain, de la raréfaction ou de la disparition de certaines espèces d'oiseaux insectivores, d'insectes non visés ou de poissons, ne peut pas encore être correctement appréciée, mais il est certain que la mortalité massive des poissons peut être d'ores et déjà considérée comme un effet nocif évident. Toutefois, les modifications plus subtiles qui interviennent dans la représentation d'autres groupes d'organismes peuvent aussi entraîner certaines altérations des écosystèmes de savane. Par exemple, la résistance naturelle à certains ravageurs des cultures et des forêts risque de disparaître dans certaines zones. Il est donc préférable d'utiliser les méthodes de lutte contre la tsé-tsé qui sont les moins dommageables pour les organismes non visés. A ce dernier propos, voici les recommandations qui peuvent être formulées pour l'avenir:

- 1) Surtout dans les campagnes de grande envergure, il faudrait déterminer, avant les pulvérisations, la valeur écologique des divers habitats qui se trouvent dans les zones à traiter, afin de savoir si les dommages causés aux poissons et à la faune dans certaines zones pourraient altérer sérieusement les ressources locales (ressources en poisson, apiculture, disparition de certaines espèces dans les réserves naturelles, etc.). A ce propos, il

Tableau 4.1 Organismes pouvant être utilisés comme indicateurs biologiques pour mesurer les effets des traitements insecticides contre la tsé-tsé

Traitement	Indicateurs	
	Groupe taxonomique	Espèce ou famille
<u>Applications rémanentes</u>		
<u>à forte dose</u>		
Dieldrine (de l'ordre de 800-1 000 g/ha)	Oiseaux	Gobe-mouches Tariers ( <i>Cossypha</i> ) Martin-pêcheur à gorge bleue
	Mammifères	Singe vert ( <i>Cercopithecus</i> spp.)
	Arthropodes	Hyménoptères (y compris fourmis et abeilles mellifères)
Endosulfan (de l'ordre de 800-1 000 g/ha)	Oiseaux	Gobe-mouches
	Mammifères	Chauves-souris frugivores
	Poissons	La plupart des espèces
	Arthropodes	Hyménoptères (fourmis; les abeilles mellifères ne sont pas très sensibles)
Pyréthroïdes	Poissons	Petits poissons
	Arthropodes	Crevettes et crabes, Ephéméroptères, Hémiptères, Diptères, Hyménoptères, Coléoptères aquatiques
<u>Applications non rémanentes</u>		
<u>en aérosol</u>		
Endosulfan (série de 4-6 applications à raison raison de 6-15 g/ha)	Arthropodes	Diptères, Hyménoptères (fourmis)
<u>Pyréthroïdes</u>		
Décaméthrine (0,1-0,3 g/ha)	Vertébrés	Petits poissons, têtards
Perméthrine (série de 5 applications à raison de 3 g/ha)	Arthropodes	Crevettes ( <i>Caridina africana</i> , <i>Macrobrachium ravidens</i> ) Hémiptères, Diptères, Hyménoptères (fourmis), Coléoptères

convient de souligner que certains éléments de l'environnement peuvent être plus vulnérables que d'autres. Dans les savanes par exemple, les forêts qui bordent les cours d'eau et les mares garantissent la survie de nombreuses espèces de savane et du poisson, parce que c'est là qu'il y a de l'eau et de la nourriture pendant toute la saison sèche et parce que les feux de brousse ne pénètrent généralement pas jusque dans ces forêts. Elles doivent donc être considérées comme vulnérables par rapport à d'autres habitats à tsé-tsé, comme les petites forêts d'altitude (forêts à "Doka" d'Afrique occidentale) et les forêts bordant les lits de rivière desséchés.

- 2) Etant donné les considérations faites en (1), il faudrait essayer d'appliquer les pesticides aussi sélectivement que possible en utilisant au mieux les techniques disponibles. Cela peut impliquer la combinaison de plusieurs méthodes, comme la combinaison de traitements aériens et de pulvérisations terrestres, l'emploi simultané de différents insecticides ou l'association de pulvérisations aériennes et de lâchers de mâles stériles.
- 3) Il faudrait continuer à améliorer les méthodes de lutte contre les tsé-tsé en choisissant les pesticides, les formulations et les dispositifs d'application les plus appropriés, afin de réduire le plus possible les effets sur l'environnement. Dans certaines parties de l'Afrique, des applications aériennes de formulations VUF d'Endosulfan et de pyréthroides à doses relativement faibles ont été faites avec succès dans certains habitats. En général, les vertébrés ne souffrent pas beaucoup de ces traitements.
- 4) Il faut continuer à étudier les effets secondaires des traitements anti-tsé-tsé. Jusqu'à présent, ces effets ont été étudiés surtout dans la savane soudanienne, la savane nord-guinéenne et les types comparables de savane sèche qu'on trouve ailleurs en Afrique. Il faudrait poursuivre ces recherches pour déterminer les effets des applications de pesticides dans les zones plus humides et les conduire de préférence en liaison étroite avec les essais entrepris sur le terrain pour mettre au point des méthodes de lutte améliorées. On a un besoin urgent d'informations concernant les effets durables éventuels sur les arthropodes non visés, les poissons et certains autres vertébrés. Il faut fixer la durée des observations sur le terrain en fonction du cycle biologique des espèces en cause et compte tenu des variations annuelles des conditions écologiques dans les zones considérées, ainsi

que des variations saisonnières d'abondance et de comportement. Les observations préalables aux pulvérisations doivent s'étendre sur trois saisons successives au moins, pour annuler l'effet des variations intersaisonnières.

- 5) Le personnel scientifique responsable de l'exécution des traitements anti-tsé-tsé se compose normalement aujourd'hui de vétérinaires, d'entomologistes et de spécialistes de la formulation et de l'application des pesticides. Il est suggéré de leur adjoindre un spécialiste de la toxicologie de l'environnement, qui sera chargé de procéder à des évaluations écologiques et d'organiser des études sur les effets secondaires. Ses conseils devraient être pris soigneusement en considération pour choisir les techniques de lutte les plus appropriées. Il convient de faire quelques remarques sur les effets secondaires éventuels des opérations contre la tsé-tsé, c'est-à-dire sur les changements qui peuvent se produire dans l'environnement dès que les mouches ont disparu. Certains prétendent que l'éradication des mouches peut conduire au surpâturage, au déboisement, à l'érosion et finalement à la désertification (Ormerod, 1976, 1978). Comme l'a aussi dit Jordan (1979), la présence de la tsé-tsé empêche certainement le surpâturage, mais on n'a pas relevé de signes de surpâturage après les plus importantes campagnes anti-tsé-tsé menées à ce jour (Nigéria). Toutefois, étant donné le développement possible des opérations de lutte contre la tsé-tsé en Afrique, il est recommandé de n'entreprendre des campagnes d'élimination de grande envergure que dans le cadre et comme partie intégrante d'un vaste programme de mise en valeur, comportant des plans systématiques d'utilisation des terres.



Chapitre 5. BIBLIOGRAPHIE 1/

- Aitchison, P.J. et Glover, P.E. The land resources of North East Nigeria, 1970 Vol. 2: Tsetse and Trypanosomiasis. Land Resources Division, Directorate of Overseas Survey's Tolworth, Surrey, England.
- Ali, M.E., Ruckert, U. et Russel-Smith, A. Report on the effects of spraying 1978 on non-target invertebrates. Endosulfan Mon. Project, Botswana. In official publ.
- Allsopp, R. (inédit). Reports on visits to Nigeria, pp. 30. Centre of Overseas 1977 Pest Research, London (TTIQ abstr. no. 79) 2/.
- Allsopp, R. The effect of Dieldrin, sprayed by aerial application for tsetse 1978 control on game animals. J. Appl. Ecol. 15: 117-127.
- Allsopp, R. et Coutts, H.H. Aerial spraying trials with ULV Azemethiphos, 1976 Crotoxyphos and Endosulfan for Tsetse Fly Control in Botswana. COPR. Misc. Rep. no. 32.
- Annual Report of the Tsetse and Trypanosomiasis Division 1973-75, Federal 1976 Livestock Department, Federal Republic of Nigeria.
- Ashton, D. Tsetse control in Zambia, Proc. Tsetse Control Seminar, Blantyre. 1974
- Baldry, D.A.T., Kulzer, H., Baner, S., Lee, C.W. et Parker, J.D. The 1978a experimental application of insecticides from a helicopter for the control of riverine populations of Glossina tachinoides in West Africa III. Operational aspects and application techniques. PANS 24(4): 423-434.
- Baldry, D.A.T., Molyneux, D.H. et Van Wettere, P. The experimental application 1978b of insecticides from a helicopter for the control of riverine populations of Glossina tachinoides in West Africa V. Evaluation of Decamethrin applied as a spray. PANS 24(4): 447-454.
- Bertram, D.S. Tsetse et trypanosomiasis control in Nyanza Province Kenya. - 1969 Trans R. Soc. Trop. Med. Hyg. 63: 125.
- Bowles, J. The applications of drift spraying techniques to the eradication 1979 of tsetse fly. XLVIIth Gen. Sess. OIE Comm. Rep. no. 209.

---

1/ Outre les publications citées dans le corps du rapport, mention est faite ici de plusieurs autres publications relatives aux opérations de lutte contre la tsé-tsé.

2/ Dans le cas des rapports inédits ou non disponibles, on a utilisé des résumés qui ont paru dans le Bulletin trimestriel d'information sur les Glossines et les trypanosomiasés (édition COPR)

- 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. Bull. ent. Res. 53: 753-761.  
1962a
- Burnett, G.F. Research in East Africa on the control of tsetse flies from the air. Agric. Aviat. 4: 79-87.  
1962b
- Burnett, G.F., Chadwich, P.R., Miller, A.W.D. et Beesley, J.S.S. 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.  
1964
- Buyckx, E.J. Applications par voie aérienne de telodrine dans la lutte contre Glossina morsitans Westw. au Bugesear (Rwanda) Rapport de la dixième session du CSIRTC, publication CCTA N° 97: 145-155.  
1965
- 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) Rapport de la 9ème session du CSIRTO, publ. CCTA N° 88: 265-279.  
1962
- Challier, A. La transmission de la trypanosomiase humaine en Afrique occidentale: écologie et contrôle des vecteurs. Ann. Soc. Belge Méd. Trop. 51: 549-558.  
1971
- Challier, A. The fight against tsetse: attempts at insecticide application by helicopter (Abstr.) 9th Inst. Cong. Trop. Med. Mal. Athens, 2: 9.  
1973
- Challier, A., Eyrand, M. et Dedewanou, B. Etude de l'effet de l'HCH nébulisé sur une population de Glossina palpalis gambiensis Vanderplank 1949, dans une galerie forestière (Kankalaba, Rép. de Haute-Volta). Rapport de la dixième session du CSIRTO, publication CCTA N° 97: 133-144.  
1964
- Challier, A. et Gouteux, J.P. (inédit). Enquêtes entomologique dans le foyer de maladie du sommeil de Vavona - République de Côte-d'Ivoire (Janvier-mars 1978). II - Possibilités et essais de lutte en zone forestières contre Glossina palpalis palpalis (Rob. - Desv.). Bobo Dioulasso, Rapport OCCGE N° 20/Ent. 78, Mission ORSTOM N° 6. 770/78 - Doc. Tech. OCCGE 42 pp. (TTIQ abstr. N° 375).  
1978
- Challier, A., Laveissière, C., Eyrand, M., Kulzer, H., Pawlich, O. et Krupke, M. Helicopter application of insecticides to control riverine tsetse flies in the West African Savanna. WHO/VBC/74.493.  
1974
- Chapman, N.G. Aerial spraying of tsetse flies (Glossina spp.) in Rhodesia with ultra low volumes of Endosulfan. Trans. Rhodesia Scient. Ass. 57 (2): 12-21.  
1976

- Cockbill, G.F., Lovemore, D.F. et Phelps, R.J. The control of tsetse flies  
1963 (Glossina: Dipt. Muscidae) in a heavily infested area of Southern  
Rhodesia by means of insecticide discharges from aircraft,  
followed by settlement of indigenous people. Bull. ent. Res. 54:  
93-106.
- Cockbill, G.F. Do ultra low volume applications of endosulfan present a serious  
1979 hazard to the environment? Zimbabwe Rhod. News Sc., 13: 136-137,  
139 (TTIQ abstr. No. 628).
- COPR. Report January-December 1977, London, Centre for Overseas Pest Research.  
1979
- Coulibaly, H. et Diallo, A. Situation des trypanosomiasés animales au Mali.  
1978 Revue trimestrielle d'Information Technique et Economique.  
CEBV 24: numéro spécial Trypanosomiase: 48-50 (TTIQ abstr. N° 783).
- Cuisance, D. et Itard, J. Mâles stériles de Glossina tachinoides Westw.  
1975 Lâchers dans deux gîtes naturels: résultats, perspectives.  
AIEA-Sm-186/5 Vienne: 461-476.
- Cuisance, D., Politzar, H., Clair, M., Sellin, E. et Taze, Y. Impact des  
1978 lâchers de mâles stériles sur les niveaux de deux populations  
sauvages de Glossina palpalis gambiensis en Haute-Volta (somces  
de la Volta Noire). Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop. 31: 315-328.
- Dame, D.A. et Williamson, D.L. Progress with sterile insect technique for  
1979 Glossina morsitans control. Transactions of the Royal Society of  
Tropical Medicine and Hygiene 73: 133 (TTIQ abstr. No. 315).
- Davies, H. The eradication of tsetse in the Chad River System of Northern  
1964 Nigeria. J. Appl. Ecol. 1: 387-403.
- Davies, H. Tsetse flies in Northern Nigeria (2nd ed.) Ibadan University Press,  
1967 Nigeria.
- Davies, H. Further eradication of tsetse in the Chad and Gongola river systems  
1971 in North Eastern Nigeria. J. Appl. Ecol. 8: 563-578.
- Davies, J.E. Control Operations (Botswana). Tsetse Tryp. Inform. Quart. 2(4):  
1979a 185.
- Davies, J.E. Evaluation of aerial spraying against tsetse in Botswana. XLVIIIth  
1979b Gen. Sess. OIE Comm. Rep. No. 210.
- Dean, C.J.W., Dame, D.A. et Birkenmayer, D.R. Field cage evaluation of the  
1969 competitiveness of male Glossina morsitans orientalis Vand.  
sterilised with tepa or gamma irradiation. Bull. ent. Res. 59:  
339-344.

- Dent, G.C. Trypanosomiasis and tsetse fly control in South Africa XLVIIth  
1979 Gen. Sess. OIE Comm. Rep. No. 200.
- Department of Veterinary and Tsetse Control Services, Zambia. Annual Report  
1977 for the year 1974. Lusaka, Min. Rural Devel. 30 pp. (TTIQ abstr.  
No. 631).
- Department of Veterinary and Tsetse Control Services, Zambia. Control Opera-  
1979a tions. Tsetse Tryp. Inform. Quart. 2(1): 6-7.
- Department of Veterinary and Tsetse Control Services, Zambia. Control Operation.  
1979b Tsetse Tryp. Inform. Quart. 2(2): 72-73.
- Department of Veterinary and Tsetse Control Services, Zambia. Report on tsetse  
1979c and trypanosomiasis control in Zambia. OAV/STRC, 15th Meeting of  
ISCTR 1977: 173-185.
- Dortland, R.J., Van Elzen, A.C., Koeman, J.H. et Quirijns, J.K. (inédit).  
1977 Observations of side-effects of a helicopter application of  
Endosulfan against tsetse flies in Niger. Dept. Toxicology, Agric.  
Univ., Wageningen, The Netherlands.
- Douthwaite, R.J. (draft). Report of the terrestrial ecologist for 1977. Envir.  
1978 Mon. Proj. Botswana.
- Elouard, J.M., Dejoux, C. et Troubat, J.J. Les peuplements d'invertébrés  
1979 benthiques de la Maraoné avant son traitement au téméphos, II  
Pollutions ponctuelles par pesticides d'origines diverses:  
Action sur les peuplements benthiques de la Décaméthrine, insecti-  
cide employé dans la lutte antiglossine. Rapp. ORSTOM N° 29,  
Bouaké.
- Everts, J.W. (ed.). Side-effects of aerial insecticide applications against  
1979 tsetse flies near Bouaflé, Ivory Coast. Dept. Toxicology, Agric.  
Univ., Wageningen, The Netherlands. 115 pp.
- Everts, J.W., Boon von Ochsée, G.A., Pak, G.A. et Koeman, J.H. Report on the  
1978 side-effects of experimental insecticide spraying by helicopter  
against Glossina spp. in Upper Volta. Dept. Toxicology, Agric.  
Univ., Wageningen, The Netherlands. 25 pp.
- FAO/OMS. La trypanosomiase africaine - Rapport d'un comité d'experts FAO/OMS  
1969 Etudes agricoles de la FAO N° 81. Organisation mondiale de la  
santé: série de rapports techniques, N° 434.
- FAO/PNUÉ. Surveillance des effets des résidus de pesticides agricoles dans les  
1975 pays en développement. Publication FAO/PNUÉ AGPP: MISC/22.
- FAO. Insecticides et matériel d'épandage pour la lutte contre la tsé-tsé.  
1977 COPR/PNUD; études FAO: Production et santé animales, N° 3.

- FAO. Les trypanosomiasés africaines. FAO/OMS; études FAO: Production et santé  
1979 animales, N° 14, 118 pages.
- Farrell, J.A.U. The control of a tsetse (Glossina) advance by use of residual  
1960 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. Z.f. angew.  
1950 Ent. 31: 509-536.
- Finelle, P. Rapport pour le Gouvernement de la République du Niger sur la lutte  
1974 contre la trypanosomiasé animale. Rapport FAO, WS/E9030.
- Ford, J. Control of the African trypanosomiasés with special reference to land  
1969a use. Bull. WHO 40: 879-892.
- Ford, J. The role of the trypanosomiasis in African ecology. A study of the  
1971 tsetse fly problem. Clarendon. Oxford.
- Ford, J. Tsetse control by environmental management. WHO/TRYP/WP/76.6  
1976
- Fox, P.J. et Gilmore, C.G. (inédit). Endosulfan Monitoring Project  
1978 (fisheries data). Botswana. 13 pp.
- Fox, P.J., Matthiessen, P., Douthwaite, R.J. ODM Endosulfan Monitoring  
1979 Project. Interim Report. Maun, Botswana, 25 pp.
- Fry, C.H. The Northern limits of fringing forest birds in North Central State,  
1975 Nigeria. Bull. Nigerian Orn. Soc. 11(40): 56-64.
- Gledhill, J.A. et Caughey, W. Report on a field trial in the use of Dieldrin  
1962 for the control of G. morsitans in the Zambesi Valley. Report  
ninth meeting ISCTR, CCTA publication No. 88: 239-251.
- Glover, P.E. et Aitchison, P.J. Tsetse control and land use in North Eastern  
1966b 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 wildlife, by dieldrex spraying  
1964 against tsetse fly in Bechuanaland. Arnoldia 10(1): 1-4.
- Gruvel, J. Rapport au gouvernement du Mali sur le problème des trypanosomiasés  
1977 au Mali. Rapport FAO N° AGA/RP/TRYP/77/1 (TTIQ abstr. N° 83).
- Gruvel, J. et Taze, Y. Essais d'un nouveau pyréthrineoide: la décaméthrine  
1978 (Decis; OMS 1998) contre G. tachinoides, au Tachd. Rev. Elev.  
Méd. Vét. Pays trop. 31: 193-203.

- Hadaway, A.B. et Turner, C.R. Toxicity of insecticides to tsetse flies. WHO/  
1975 VBC/75.510.
- Harris, C.R. et Kinoshita, G.B. Influence of posttreatment temperature on the  
1977 toxicity of pyrethroid insecticides. J. Econ. Ent. 70(2): 215-218.
- Hocking, U.S., Lee, C.W., Beesley, J.S.S. et Matechi, H.T. Aircraft applications  
1966 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.
- IDRC. Tsetse Control: the role of pathogens, parasites and predators. IDRC  
1974 Report, BOX 8500, Ottawa, Canada.
- Irving, S.W. et Beesley, J.S.S. Aircraft applications of insecticides in East  
1969 Africa XVII-Airspray experiment with fenthion against Glossina  
morsitans Westw., G. swynnertoni Aust. and G. pallidipes Aust.  
Bull. ent. Res. 58: 431-437.
- Irving, S.S., Lee, C.W., Parker, J.D. et Beesley, J.S.S. Aircraft applications  
1969 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 fly.  
1974 in: Sterile-insect technique and its field applications. FAO/  
IAEA proceedings, Vienna.
- Johnstone, D.R., Huntingdon, K.A. et Coutts, H.H. Penetration of droplets  
1974 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 control of  
1974 tsetse flies (a review). Bull. ent. Res. 63: 361-399.
- Jordan, A.M. Tsetse control - present and future. Trans. R. Soc. Trop. Med.  
1978 Hyg. 70: 128-129.
- Jordan, A.M. Principles of the eradication or control of tsetse flies.  
1978 Nature 273: 607-609 (Parasitology suppl.).
- Jordan, A.M. Trypanosomiasis Control and land use in Africa. Outlook on  
1979 Agric. 10(3): 123-129.
- Kangwagye, T.N. A report on current tsetse eradication schemes in Uganda.  
1975 East Afr. J. Med. Res. 2(1): 109-112.
- Kendrick, J.A. et Alsop, N.A. Aerial spraying with Endosulfan against  
1974 Glossina morsitans in the Okavango Delta area of Botswana.  
PANS 20(4): 392-399.

- Koeman, J.H. Effects of tsetse fly control measures on non-target organisms.  
1977 Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent, 42(2): 889-896.
- Koeman, J.H. Effects of tsetse control measures on non-target organisms.  
1979 XLVIIIth Gen. Sess. OIE Comm. Rep. No. 212.
- Koeman, J.H., Boer, W.M.J. den, Feith, A.F., Iongh, H.H. de, Spliethoff,  
1978 Petra C., Na'isa, B.K. et Spielberger, U. Three years observation  
on side-effects of helicopter applications of insecticides to  
exterminate Glossina species in Nigeria. Environmental Pollution  
15: 31-59.
- Koeman, J.H. et Hadden, Patricia M. Report concerning a study on the effects  
1968 of Dieldrin spraying on small rodents in S.W. Kenya.
- Koeman, J.H. et Pennings, J.H. An orientational survey on the side-effects  
1970 and environmental distribution of insecticides used in Tsetse  
Control in Africa. Bull. Environm. Cont. Toxicology. 5: 164-170.
- Koeman, J.H., le Roux, J.G. et Pennings, J.H. An orientational survey on the  
1969 side-effects and environmental distribution of Dieldrin in a  
tsetse control area in S.W. Kenya. Report Dept. Toxicol. Agr.  
Univ. Wageningen, The Netherlands.
- Koeman, J.H., Rijksen, H.D., Smies, M., Na'isa, B.K., et MacLennan, K.J.R.  
1971 Faunal changes in a swamp habitat in Nigeria sprayed with  
insecticide to exterminate Glossina. Neth. J. Zoology 21(4):  
434-463.
- Kuzoe, F.A.S. Reports on Spraying and Evaluations in the Bouflé Sleeping  
1979 Sickness Focus. WHO project IR.TDR.308, Phase III Operations.
- Laird, M. (ed.). Tsetse: the future for biological methods in integrated  
1977 control. Ottawa, International Development Research Centre  
(IDRC-077e) 220 pp.
- Lambrecht, E.L. Some principles of tsetse control and land-use with emphasis  
1966 on wildlife husbandry. E. Afr. Wildl. J. 4: 89-98.
- Lane, M.O. Tsetse fly control: current techniques surveyed. Span 18 No. 2:  
1975 71-73.
- Langridge, W.P. and Mugutu. S.P. Some observations on the destruction of  
1968 wildlife and insects after spraying with organochlorine  
pesticides for tsetse fly control measures. OAU/ISTRIC  
Publication No. 102: 195-201.
- Laveissière, C., Gouteux, J.P. et Couret, D. (inédit). Essais de méthodes de  
1979 lutte contre les glossines en zone préforestière de Côte-d'Ivoire.  
4ème partie: Résultats obtenus sur G. Palpalis au bout de 5 mois  
d'évaluation. Rapport OCCGE N° 16/Ent. 79. Mission ORSTOM Rapport  
N° 7. 176/79 - Doc. Tech. OCCGE.

- Laveissière, C. et Traore, T. (inédit). Enquête entomologique dans le foyer de trypanosomiase humaine de la somone (République du Sénégal - mai 1979). Rapport OCCGE N<sup>o</sup> 14/Ent. 79. Mission ORSTOM Rapport N<sup>o</sup> 7. 166/79 (TTIQ abstr. N<sup>o</sup> 745).
- Laveissière, C. et Traore, T. (inédit). Enquête entomologique dans le foyer de trypanosomiase des Niayes (République du Sénégal, mai 1979). Rapport OCCGE N<sup>o</sup> 15/Ent. 79. Mission ORSTOM rapport N<sup>o</sup> 7. 173/79 (TTIQ abstr. N<sup>o</sup> 746).
- Lee, C.W. Aerial applications of insecticides for tsetse fly control in East Africa. Bull. Wld. Hlth. Org. 41: 261-268.
- Lee, C.W., Parker, J.D., Baldry, D.A.T. et Molyneux, D.H. The experimental application of insecticides from a helicopter for the control of riverine populations of Glossina tachinoides in West Africa II. Calibration of equipment and insecticide dispersal. PANS 24(4): 404-422.
- Lee, C.W., Pope, G.G., Kendrick, J.A., Bowles, J. et Wiggett, G. Aerosol studies using an Aztec Aircraft with micronair equipment for tsetse fly control in Botswana. Misc. Report 18, COPR, London.
- Lee, C.W., Pope, G.G. et Bowles, J. Aerosol studies using a Cessna 310 Aircraft fitted with micronair equipment for tsetse fly control in Botswana, 1975. COPR, Misc. Rep. No. 29.
- Lee, C.W. et al. Modifications to micronair equipment and assessment for fine aerosol emission in tsetse fly control. Agr. Av. 11:12.
- Lovemore, D.F. The effects of anti-tsetse shooting operations on the game populations as observed in the Sebungwe District, Southern Rhodesia. Publ. IUCN NS 1: 232-234.
- MacLennan, K.J.R. A consideration of environmental consequences following anti-tsetse operations in Nigeria. Trop. Anim. Hlth. Prod. 5: 40-45.
- MacLennan, K.J.R. Trypanosomiasis in relation to vector biology and control: considerations relating to vector extermination: WHO/VBC/75.577.
- Magadza, C.H.D. Field observations on the environmental effect of large-scale aerial applications of Endosulfan in the eradication of Glossina morsitans centralis Westw. in the Western Province of Zambia in 1968. Rhod. J. Agric. Res. 16: 211-220.
- Matthiessen, P. An experimental study of the effect of the insecticide Endosulfan on fish from the Okavango Swamps. ODM Envir. Monit. Proj. Maun, Botswana.



- Mauck, W.L., Olsen, L.E. et Marking, L.L. Toxicity of natural pyrethrins and five pyrethroids to fish. Arch. of Env. Contam, 4: 18-29.  
1976
- Molyneux, D.H., Baldry, D.A.T., Van Wettere, P., Takken, W. et de Raadt, P. The experimental application of insecticides from a helicopter for the control of riverine populations of Glossina tachinoides in West Africa I. Objectives, experimental area and insecticides evaluated. PANS 24(4): 391-403.
- Mouchet, J. L'éradication des Glossines aux confins du Nord-Cameroun et du Tchad. Rapport de la 9<sup>ème</sup> session du CSIRO, publication CCTA N° 88: 229-237.  
1962
- Mulla, Mir. S. Vector control technology and its relationship to the environment and wildlife. J. Appl. Ecology 3, suppl.: 21-28.  
1966
- Müller, P., Nagel P. et Flacke, W. Ecological side effects of Dieldrine application against tsetse flies in Adamaoua, Cameroon. Report presented at Expert Consultation on Envir. Impact of Tsetse Control 9-12 June 1980, Rome.  
1980
- Mulligan, H.W. (ed.). The African Trypanosomiasis. George Allen and Unwin Ltd., London.  
1970
- Nababa, A. Situation des trypanosomiasis animales au Niger. Rev. Trim. Inf. Techn. Econ. CEBV, 24, No. Special Trypanosomiasis: 36-40 (TTIQ abstr. No. 791).  
1978
- Na'isa, B.K. Note on the effects of Dieldrin formulations on fauna in a swamp habitat in Nigeria sprayed to exterminate Glossina. Proc. Tsetse Control Seminar, Blantyre, 1974.  
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 arboricide in tsetse barrier zones. East Afr. J. Med. Res. 2, No. 1: 125-127.  
1975
- Okiwelu, S.N., Van Wettere, P., Bouare, S. et Crans, W. (inédit). Report of preliminary tsetse ground survey. A study of entomological considerations in three candidate zones. Bamako, Mali Livestock II Project - New Lands Activity (TTIQ abstr. No. 633).  
1978
- Okiwelu, S.N., Van Wettere, P. et Maig, S. (inédit). Report of a preliminary tsetse survey south of zone selected for intensive study. Bamako, Mali Livestock II project - New Lands Activity (TTIQ abstr. No. 634).  
1979
- Ormerod, W.E. Ecological effect of control of African Trypanosomiasis. Science 191 (4229): 815-821.  
1976

- Ormerod, W.E. The relationship between economic development and ecological degradation. *J. Arid Environm.* 1: 357-379.  
1978
- Park, P.O., Gledhill, J.A., Alsop, N. et Lee, C.W. A large-scale 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.  
1972
- Park, P.O. Notes on the eradication of tsetse in Niger, February 1977. OAV/STRC, 15th meeting of ISCTR 1977: 537-540 (TTIQ abstr. No. 792).  
1979
- Potts, M.A. et al. The Shinyanga game destruction experiment. *Bull. ent. Res.* 43: 365-374.  
1952
- Provost, M.W. Environmental hazards in the control of disease vectors. *Environmental Entomology* 1: 333-339.  
1972
- Richardson, A. Side-effect studies on the use of Dieldrin on game animals in Nyanza Province, Kenya. Visit Report No. TLVR 0003.70, Shell Chemicals, Sunstall Laboratory.  
1970
- Román, B. Mission du Dr. B. Román, ichthyologiste, dans le parc "W" du Niger, dans le cadre du projet Glossines (trypanosomiase animale) NER 75/005 N° 4 FAO.  
1978
- Roth, H.H. White and black Rhinoceros in Rhodesia. *Oryx* 9(3): 217-231.  
1967
- Russel-Smith, A. et Ruckert, L. Studies on fresh water invertebrates, 1976-1977. Endosulfan Monitoring Project, Botswana.  
1978
- Silva, M.A. de Andrade et Silva, J. Marques da. The tsetse fly (G. morsitans) eradication campaign in the Govuro district, Mozambique. Report eighth meeting ISCTR, CCTA publication No. 62: 253-264.  
1960
- Smies, M., Evers, R.H.J., Peijnenburg, F.H.M. et Koeman, J.H. Environmental aspects of field trials with pyrethroids to eradicate tsetse fly in Nigeria. *Ecotox. and Envir. Safety* 4 (sous presse).  
1980
- Spielberger, U. Lutte contre la trypanosomiase animale au Niger. Publication OUA/CSIRTO N° 105: 289-293.  
1971
- Spielberger, U. et Abdurrahim, U. Pilot trials of discriminative 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.  
1971
- Spielberger, U. et Na'isa, B.K. Aerial application of insecticides by helicopter against Glossina spp.: field trials with tetrachlorvinphos, bromophos, Dieldrin and hostathion in Northern Nigeria. Technical Report, TTD, Kaduna, Nigeria.  
1974

- Spielberger, U., Na'isa, B.K., Koch, K., Manno, A., Skidmore, P.R. et  
1977 Coutts, H.H. Tsetse (Diptera: Glossinidae) eradication by aerial  
(helicopter) spraying of persistent insecticides in Nigeria. Bull.  
ent. Res. 67: 589-598.
- Spielberger, U., Na'isa, B.K., Koch, K., Manno, A., Skidmore, P.R. et  
1979 Coutts, H.H. Field trials with the synthetic pyrethroids perme-  
thrin, cypermethrin and decamethrin against Glossina (Diptera:  
Glossinidae) in Nigeria. Bull. ent. Res. 69, 667-689.
- Spielberger, U., Sivers, P. et Issa, M. Sprüher suche mit dem Hubschrauber  
1971 im Galeriewald des Nigers zur Bekämpfung der-Tsetsefliege.  
Einfluss der Tropfengrösse von Multaminflüssig-3 auf seine  
Wirkungsdauer. Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 84: 132-135.
- Sserunjogi, J.M.S. A study of organochlorine insecticide residues in Uganda  
1973 with special reference to Dieldrin and DDT. IAEA-SM-175/36.
- Sserunjogi, S.J.M. et Tjell, T.C. Insecticide Residues following Tsetse Control  
1971 in Uganda. Working paper No. 13 of a joint FAO/IAEA panel, Vienna,  
October 1971.
- Sserunjogi, J. Environmental insecticide residues from tsetse fly control  
1976 measures in Uganda. Trace contaminants of agriculture, fisheries  
and food in developing countries: 69-71. Vienna, FAO/IAEA Divi-  
sion (TTIQ abstr. No. 234).
- Steele, B. Rapport d'avancement d'un projet tendant à l'éradication de  
1956 G. brevipalpis du district Karonga au Nyassaland. Rapport 6ème  
session CSIRTO, publication CCTA: 91-101.
- Takken, W., Balk, F., Jansen, R.C. et Koeman, J.H. The experimental application  
1978 of insecticides from a helicopter for the control of riverine  
populations of Glossina tachinoides in West Africa VI.  
Observations on side-effects. PANS 24(4): 455-466.
- Takken, W., Bruijckere, F.L.G. de et Koeman, J.H. Environmental impact studies  
1976 concerning the fixed-wing aircraft Endosulfan applications in the  
Southern Guinea Savanna zone in Nigeria. Report Dept. Toxicol.  
Agr. Univ. Wageningen, The Netherlands.
- Tarimo, C.S., Parker, J.D. et Kahumbura, J.M. Aircraft applications of  
1971 insecticides in East Africa XX and XXI-Pyrethrum Post 11: 18-23.
- Tarimo, C.S. et Pallotti, E. Residues of aeri ally sprayed DNOC in biological  
1979 materials. OAU/STRC, 15th meeting ISCTR 1977: 572-578 (TTIQ  
abstr. No. 776).
- Thomson, W.E.F., Glover, P.E. et Trump, E.C. The extermination of G. pallidipes  
1960 from an isolated area on Lake Victoria with the use of insecticides.  
Report eighth meeting ISCTR, CCTA publication No. 62: 303-308.

- Tibayrenc, R. La campagne de lutte contre les glossines dans le bassin du  
1977 Lac Tchad I. Prospections. Pulvérisations. Premières conclusions.  
Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop. 30: 19-30.
- Tibayrenc, R. et Gruvel, J. La campagne de lutte contre les glossines dans le  
1977 bassin du Lac Tchad II. Contrôle de l'assainissement glossinaire.  
Critique technique et financière de l'ensemble de la campagne.  
Conclusions générales. Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop. 30: 31-39.
- Toit, R. du Trypanosomiasis in Zululand and the control of tsetse flies by  
1954 chemical means. Onderstepoort J. vet. Res. 26: 317-387.
- Toure, S.M. Lutte contre Glossina palpalis gambiensis dans la région des  
1973 Niayes du Sénégal. Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop. 26(3): 339-347.
- Trypanosomiasis Bureau of the Ministry of Health, Mozambique. The present  
1979 situation of the tsetse fly infestation and of trypanosomiasis  
in Mozambique. OAU/STRC, 15th meeting of ISCTR 1977: 161-172  
(TTIQ abstr. No. 759).
- Vale, G.S. Residual insecticides for use against tsetse flies in Rhodesia.  
1968 PANS 15: 213-218.
- Van den Bercken, J. An electrophysiological investigation into the action of  
1972 DDT, Dieldrin and Allethrin in the clawed toad, Xenopus laevis.  
Thesis, Univ. Utrecht, The Netherlands.
- Van Vegten, J.A. (inédit). Lutte contre les glossines au Niger. NER/75/005.  
1976
- Van Wettere, P., Baldry, D.A.T., Molyneux, D.H., Clarke, J.H., Lee, C.W. et  
1978 Parker, J.D. The experimental application of insecticides from a  
helicopter for the control of riverine populations of Glossina  
tachinoides in West Africa IV. Evaluation of insecticides applied  
as aerosols. PANS 24(4): 435-446.
- WHO. Kenya project on trypanosomiasis 1968-1972. Bull. WHO 47(6): 685-815.  
1972
- WHO. Plan of operations for the evaluation of various insecticides applied by  
1978 aircraft for the control of riverine Glossina vectors of human  
trypanosomiasis. (TRY) TDR 308/Phase III.
- Willett, K.C. An outline of the findings of the recent WHO/UNDP trypanosomiasis  
1972 project in Kenya. Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg. 66: 331-332.
- Wilson, Vivian J. Observations on the effect of Dieldrin on wildlife during  
1972 tsetse fly Glossina morsitans control operations in Eastern  
Zambia. Arnoldia (Rhodesia) No. 10 vol. 5.

- Wood, A.B. et Turner, A. Environmental effects of the Endosulfan spraying  
1975 programme against tsetse fly in the Okavango Region of Botswana.  
Trop. Prod. Inst. Min. Overs. Dev.
- Wooff, W.R. The eradication of Glossina morsitans morsitans Westw. in Ankole,  
1965 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. Soc. trop.  
1969 Med. Hyg. 63: 125-126.
- Yeo, D. van, Thompson, B.W. Aircraft applications of insecticides in East  
1954 Africa V - the deposition in open country of coarse aerosol  
released from an aircraft. Bull. ent. Res. 45: 79-92.
- Yvove, P., Desrotour, J., Laurent, J. et Finelle, P. Campagne d'éradication  
1962 de Glossina fuscipes fuscipes Newst. par pulvérisation de  
Dieldrine en République Centrafricaine. Rapport 9ème session  
CSIRTO, publication CCTA N° 88: 187-204.

## LES CAHIERS TECHNIQUES DE LA FAO:

### ETUDES FAO: PRODUCTION ET SANTI: ANIMALES

1. Selection animale: articles choisis de la Revue mondiale de zootechnie, 1977 (A\* C\* 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 (Bi. A/E\*)
6. Utilisation et croisement des races mediterraneennes bovines et ovines, 1977 (A\* F\*)
7. L'action sur l'environnement de la lutte contre la tse-tse, 1977 (A\* F\*)
- 7 Rev. L'action sur l'environnement de la lutte contre la tse-tse, 1981 (A\* F\*)
8. Races ovines mediterraneennes en regression, 1978 (A\* F\*)
9. Abattoirs et postes d'abattoirs: dessin et construction, 1978 (A\* E\* F\*)
10. Le traitement des pailles pour l'alimentation des animaux, 1979 (A\* C\* E\* F\*)
11. Packaging, storage and distribution of processed milk, 1978 (A\*)
12. Nutrition des ruminants: articles choisis de la Revue mondiale de zootechnie, 1978 (A\* E\* F\*)
13. Buffalo reproduction and artificial insemination, 1979 (A\*\*\*\*)
14. Les trypanosomiasis africaines, 1979 (A\* F\*)
15. Establishment of dairy training centres, 1979 (A\*j)
16. Logement des jeunes bovins en stabulation libre, 1980 (A\*\*\*\* E\*\*\*\* F\*)
17. Les ovins tropicaux prolifiques, 1980 (A\* F\*)
18. Feed from animal wastes: states of knowledge, 1980 (A\*)
19. East coast fever and related tick-borne diseases, 1980 (A\* E\*)
- 20/1. Le betail trypanotolerant en Afrique occidentale et centrale, 1980 (A\* F\*)  
Volume 1 - etude generale
- 20/2. Le betail trypanotolerant en Afrique occidentale et centrale, 1980 (A\* F\*)  
Volume 2 - etude par pays
21. Guidelines for dairy accounting, 1980 (A\*)

**ETUDES FAO: PRODUCTION VEGETALE ET PROTECTION DES PLANTES:** 26 titres parus

**CAHIERS FAO: CONSERVATION DES SOLS:** 5 titres parus

**ETUDES FAO: FORETS:** 25 titres parus

**ETUDES FAO: ALIMENTATION ET NUTRITION:** 18 titres parus

**BULLETINS DES SERVICES AGRICOLES DE LA FAO:** 44 titres parus

**BULLETINS FAO D'IRRIGATION ET DE DRAINAGE:** 38 titres parus

**BULLETINS PEDOLOGIQUES DE LA FAO:** 45 titres parus

Disponibilite: Avril 1981

A - Anglais	* Disponible
Ar - Arabe	** Epuise
C - Chinois	*** En preparation
E - Espagnol	
F - Francais	
Bi - Bilingue	

*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 delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italie.*