

RECRUESCENCE DU
PALUDISME DANS LES
HAUTES TERRES
D'AFRIQUE
ET DE MADAGASCAR

JEAN MOUCHET, JACQUES SIRCOULON,
AMBROSE W. ONAPA, SYLVIE MANGUIN,
STEPHANE LAVENTURE

DECISION FAC 91.0138.00 DU 3 MARS 1993

Fonds Documentaire ORSTOM



010013881

Fonds Documentaire ORSTOM

Cote : A* 13 881 Ex :

AVANT PROPOS

Le programme que nous avons entrepris avec l'appui du Ministère Français de la Coopération, sur les relations entre le réchauffement de la planète et la recrudescence du paludisme dans les montagnes africaines, s'est avéré plus complexe et plus lent que prévu. Le recueil de données fiables, tant dans le domaine de la météorologie que de l'épidémiologie, a été très ardu. De plus, à mesure que le travail avançait il est apparu que d'autres facteurs météorologiques (pluviométrie), humains (occupation de l'espace et modifications de l'environnement), et opérationnels (traitements antipaludiques) étaient également concernés. La température n'était plus le seul paramètre concerné.

Les statistiques sanitaires officielles, basées sur les rapports des centres périphériques de santé, souvent peu fiables, ne peuvent être utilisées qu'avec prudence. Il a donc fallu identifier des sources sûres et elles ne sont pas nombreuses dans les régions étudiées.

Pour répondre aux interrogations qui ont surgi au cours de la recherche nous avons été amené à explorer des domaines nouveaux et à initier des programmes adhoc à Madagascar et en Ouganda. L'objectif initial s'est étoffé considérablement et a ouvert de nouveaux horizons de recherches épidémiologiques.

Pour nous permettre de travailler dans des pays où nous n'avions pas de contact, l'OMS a accepté de nous recruter comme consultant non rétribué et nous remercions vivement le Dr de Raadt à la Division des maladies tropicales à Genève et le Dr Barakamfityié à Brazzaville. Malgré cette aide nous n'avons pu réellement travailler ni en Ethiopie ni au Rwanda.

L'ensemble de nos données permet de dresser un tableau cohérent, dégagé de toute emprise passionnelle ou médiatique des facteurs responsables de la recrudescence du paludisme dans les montagnes d'Afrique et à Madagascar. Elle fait ressortir la diversité des situations et la pauvreté de l'information disponible, notamment en ce qui concerne les 20 dernières années. Cette pauvreté est la conséquence de la désaffection pour les recherches de terrain au profit de celles de laboratoire, plus confortables et plus gratifiantes au plan « scientifique » bien qu'elles n'aient produit aucun outil de lutte jusqu'ici.

LA RECRUESCENCE DU PALUDISME DANS LES HAUTES-TERRES D'AFRIQUE ET DE MADAGASCAR*

*Ce travail a été financé par le Ministère de la Coopération et du Développement (Décision FAC 91.0138.00 - Programme mobilisateur : Paludisme)

J. Mouchet¹, J. Sircoulon², A.W. Onapa³, S. Laventure⁴, S. Manguin⁵

1 - OBJECTIFS

Dans la deuxième partie de la décennie 1980, de nombreuses poussées de paludisme furent signalées dans les Hautes Terres d'Afrique et de Madagascar. Survenant dans des régions de paludisme instable où la population était peu ou pas prémunie, elles prirent des allures épidémiques et touchèrent toutes les tranches d'âge. En 1987, la situation des Plateaux de Madagascar, naguère considérés comme sains, alerta les médias. On parla de 100.000 voire 300.000 morts par an. Cette "publicité" bien qu'exagérée provoqua néanmoins un élan de solidarité internationale qui permit, sinon d'éliminer le paludisme, du moins d'en réduire les conséquences morbides. Sans prendre la même ampleur médiatique, des rapports alarmants des services de santé ou de formations médicales privées faisaient état de la progression du paludisme au Kenya, au Rwanda, au Burundi, en Ouganda, en Ethiopie, bref dans toutes les zones de montagne. Le Bureau Régional de l'OMS pour l'Afrique convoqua deux conférences, l'une anglophone à Addis-Abeba, l'autre francophone à Bujumbura pour faire le point sur le paludisme dans les régions d'Afrique où il est instable et dégager des mesures de lutte et de prévention (OMS/AFRO, 1991^a). Les conclusions de ces réunions furent prises en compte par le Sommet Africain du Paludisme en 1991 qui consacra, dans son rapport final, un chapitre à la prévention et au contrôle des épidémies (OMS/AFRO, 1991^b).

¹ Institut Santé & Développement, 15 rue de l'Ecole de Médecine, 75006 Paris et ORSTOM, 213, rue La Fayette, 75010 Paris.

² ORSTOM, 213, rue La Fayette, 75010 Paris.

³ Vector Control Unit, Ministry of Health, Kampala, Uganda

⁴ Institut Pasteur de Madagascar, Tananarive, Madagascar

⁵ LIN/ORSTOM, Montpellier

Les causes des "épidémies" de cette décennie sont quelquefois évidentes : pluies anormalement élevées succédant à des périodes de sécheresse (Niger et Botswana, 1988) ; transfert pour ne pas dire déportation de populations de zones saines vers des régions holo-endémiques (épidémies de Gambella, Ethiopie) ; cessation des traitements insecticides antipaludiques (Swaziland, 1984 - 1990 ; Zimbabwe ; Ethiopie).

Mais l'origine des épidémies de montagne restait mal cernée, laissant le champ libre à toutes les spéculations. La pluviométrie n'était, *a priori*, pas en cause dans ces zones bien arrosées mais la température pouvait avoir joué un rôle important. En effet, la durée du cycle sporogonique (développement du parasite chez le vecteur) augmente lorsque la température s'abaisse. De 10 jours à 25°C, elle passe à 18 jours à 22°C, à 20 jours à 20°C, 22 jours à 18°C. Le cycle est interrompu au-dessous de 18°C, dans les expériences de laboratoire. Donc une augmentation de 1 à 2°C peut "faciliter" considérablement la transmission voire l'autoriser dans une situation limite. Or, les températures moyennes dans ces zones épidémiques se situent souvent entre 18°C et 20°C, que ce soit en Afrique Centrale ou à Madagascar. Par ailleurs, une élévation de température accélère le développement larvaire des anophèles et peut augmenter le nombre annuel de leurs générations. Enfin, il peut permettre la survie en hiver de vecteurs dans les zones d'altitude.

Or, à la même époque le réchauffement de la planète devenait un des grands problèmes écologiques mondiaux. Il aurait été dû à l'augmentation du CO₂ dans l'atmosphère, suite au déstockage du carbone fossile (consommation de pétrole et de charbon), à l'origine d'un effet de serre empêchant la sortie des rayons infra-rouges de l'atmosphère et provoquant une élévation de la température de la planète. Des scénarios, d'autant plus recherchés par les médias qu'ils étaient plus catastrophiques, prévoient la fonte des glaces de l'Antarctique et la montée du niveau des mers, noyant la plupart des capitales des pays industrialisés.

Les futurologues ne restaient pas inactifs dans le domaine de la santé. Une réunion en 1990 s'est tenue à l'OMS sur le thème "Effets potentiels des changements climatiques sur la Santé". La plupart des communications ont été publiées dans le volume 342 de *The Lancet* en 1993. Cependant la lecture de cette abondante littérature n'apporte aucune preuve, ni même un début de preuve, en faveur du rôle du réchauffement de la terre sur l'épidémiologie des maladies transmissibles. Les auteurs se contentent d'émettre des hypothèses. Haines *et al* (1993) demandent qu'elles soient vérifiées, en particulier dans les montagnes d'Afrique. Dobson & Carper (1993) prêtent à *An. gambiae*, une écologie larvaire pour le moins surprenante. Almendares *et al* (1993) attribuent à une élévation de température de 7°C en huit ans (!) la disparition des anophèles, et partant, du paludisme au Honduras alors que tous les écosystèmes ont été bouleversés par le surpâturage et les cultures intensives entraînant une forte réduction des eaux de surface. D'une façon générale la connaissance de l'écologie des vecteurs et de l'épidémiologie des maladies qu'ils transmettent apparaît très superficielle chez la plupart des

auteurs. Avant d'adhérer aux scénarios plus ou moins "catastrophes" qu'ils proposent on souhaitait tout de même avoir quelques preuves. C'est pour répondre à ce besoin d'information que nous avons entrepris ces recherches, soutenues par le Ministère Français de la Coopération.

2 - METHODES ET SITES D'ETUDE

Le principe méthodologique était très simple : comparer sur 20 ou 30 ans une évolution des températures moyennes et du nombre des cas de paludisme dans un site donné, puis dégager les tendances des deux séries.

Il apparut très vite que le recueil de données fiables dans les deux séries présentait de grosses difficultés.

2.1 - DONNEES METEOROLOGIQUES

La station météorologique devait se trouver dans une zone de paludisme épidémique, proche du site de recueil des données épidémiologiques. Elle devait être hors d'une grande ville pour éviter l'effet de serre qui se produit au-dessus de toute agglomération. En outre, elle ne devait pas avoir été déplacée au cours des 30 dernières années. Le cas de Madagascar illustre bien ces contraintes. La station d'Antananarivo, en 1954, a été placée 80 mètres plus bas ce qui a eu pour effet d'augmenter brusquement la température moyenne de 1°C. De plus l'accroissement de la surface urbanisée a amené une augmentation des températures moyennes. On a donc considéré que cette station n'était pas représentative du climat des Plateaux et on lui a préféré celle d'Ivato (aéroport d'Antananarivo), en milieu rural, qui n'a pas été déplacée depuis 1950. Dans beaucoup de pays les vicissitudes politiques ont amené des interruptions dans le recueil ainsi que le stockage des données et des archives ont été égarées. Enfin dans certains Etats les données météorologiques sont plus ou moins considérées comme secret défense.

Compte-tenu de ces difficultés nous avons pu avoir des séries à peu près complètes d'Ivato (Plateaux de Madagascar), de Kabale (Montagnes du Sud-Est de l'Ouganda), de Gondar, Bhar-Dar et Goré (Ethiopie, où le service de météorologie est soutenu par l'Ambassade de France) et de toutes les stations du Zimbabwe. Nous soulignons la qualité de l'accueil que nous avons eu dans ce pays où Mme Martins nous a procuré toutes les informations souhaitées, gratuitement, en moins de 48 heures.

2.2 - DONNEES EPIDEMIOLOGIQUES

Il est peu de maladies dont les statistiques soient aussi biaisées que celles du paludisme. Le diagnostic de paludisme, porté par un bon praticien, sur les seuls critères cliniques comporte 50% de risque d'erreur (Baudon *et al.*, 1982). Il doit donc être confirmé par l'examen parasitologique. Mais, même la présence d'hématozoaires ne permet pas toujours d'établir un diagnostic de certitude. Il faut en effet que la charge parasitaire atteigne plusieurs milliers d'hématozoaires par mm³. Au-dessous, il peut s'agir d'un porteur asymptomatique atteint d'une autre affection fébrile.

Dans la plupart des centres de santé périphériques il n'y a pas de microscope et encore moins de microscopiste bien formé. Dans ces conditions le diagnostic est porté sur des bases cliniques, souvent sur une simple fièvre au-dessus de 38°C sans signe clinique évocateur. C'est d'ailleurs la définition du cas présumé qui justifie un traitement antipaludique. Le pourcentage d'erreur des déclarations des centres de santé peut varier de 50 à 80%, sans compter les centres qui ne font pas de déclaration.

Ces centres manquent souvent de médicaments essentiels, en particulier d'antipaludiques, et sont alors désertés par les malades. Ceux-ci se tournent alors vers la médecine traditionnelle, vers l'autotraitement, avec des produits achetés dans des dépôts pharmaceutiques voire à des colporteurs et vers des formations médicales privées, souvent confessionnelles, raisonnablement approvisionnées.

Les statistiques officielles ne permettent donc absolument pas une estimation de l'incidence du paludisme dans la population. Les seules exceptions sont le Zimbabwe et l'Afrique du Sud où des services antipaludiques structurés ont résisté à la dégradation quasi générale.

Pour obtenir l'information nécessaire à notre étude nous avons recherché, dans les zones épidémiques, des centres de santé installés depuis 20 ans au moins, sans interruption, avec un personnel qualifié, où le diagnostic de paludisme soit confirmé par l'examen microscopique. Nous nous sommes assurés qu'ils avaient toujours disposé de médicaments antipaludiques pour répondre à la demande de leur clientèle. Nous n'avons trouvé que des centres de santé ou hôpitaux, tenus par des Missions catholiques ou protestantes, qui répondaient à ces critères.

L'exploitation de leurs registres n'a pas toujours été facile, car d'une part, ils ont changé leurs modes de travail ou de déclaration, d'autre part, certains registres sont restés introuvables.

2.3 - LES SITES D'ETUDE

Pour faciliter notre introduction auprès des services de santé, l'OMS (Division de lutte contre les Maladies Tropicales, Dr De Raadt) nous avait recruté comme consultant (non rémunéré) et nos visites avaient été organisées par les Représentants locaux de l'OMS ; le Bureau Régional de l'OMS pour l'Afrique (Dr Barakamfityié) avait également avalisé nos visites.

En Ethiopie, nous avons obtenu de bonnes informations météorologiques grâce à l'Ambassade de France. Mais au Ministère, le Chef du Service antipaludique que nous connaissions avait été muté. Le nouvel arrivant, à l'évidence moins bien informé, était confronté au problème tout

récent de la régionalisation. Malgré notre insistance nous n'avons pu avoir que peu d'informations.

En Ouganda, lors d'une première visite, nous avons pu nous rendre dans deux zones épidémiques du Mont Elgon (Kapchorwa) et du Sud-Ouest (Rukungiri) grâce à la collaboration du CDC (Center for Disease Control). L'information recueillie était d'intérêt très moyen mais nous avons pu identifier à Kisizi (district de Rukungiri) un hôpital de mission qui pouvait détenir l'information que nous souhaitions ; malheureusement le directeur était alors en vacances. Lors de la visite en France (organisée par le Ministère des Affaires Etrangères) de M. A.W. Onapa (Chief Vector Control) nous avons décidé d'une visite conjointe dans la région de Kisizi. Elle eut lieu en janvier 1995 et fut suivie de deux autres visites en octobre 1995 et en juin 1996. Le directeur de l'hôpital, le Docteur Peter Wood nous reçut très amicalement et nous confia tous les documents disponibles. En même temps, M. A.W. Onapa obtenait tous les relevés météorologiques de la station de Kabale, distante de 50 km de Kisizi. Nous y sommes retournés en août 1995.

Au Kenya, des contacts prometteurs avaient été pris avec l'AMREF sous les auspices de l'Ambassade de France (M. Jouve). Mais dans les propositions qui furent soumises il était évident que notre problème n'intéressait pas notre partenaire et qu'il préférait se cantonner à une recherche plus classique dont les résultats étaient déjà connus d'avance.

Au Zimbabwe, nous avons reçu un excellent accueil du Ministère de la Santé (Division des maladies transmissibles dont dépend le Service de lutte antipaludique) et du Représentant de l'OMS qui nous a fourni un véhicule. Ce pays est protégé par des traitements insecticides intradomiciliaires. Mais une épidémie hors de la zone protégée, dans une région où aucun cas n'avait été enregistré depuis près de 30 ans, posait problème. Nous l'avons visitée avec le responsable de la lutte antipaludique.

Au Rwanda, le seul pays où une étude des relations entre climat et paludisme avait été faite, nous avons décidé de développer une recherche avec le Dr Melliliri, de la Coopération Française. Les événements tragiques de 1994 ont évidemment fait surseoir à ce projet qui ne pourra probablement pas être repris car la plupart des archives des centres de santé semblent avoir été détruites.

Madagascar, était l'épicentre de notre recherche. C'est d'ailleurs là que le réchauffement de la planète avait été évoqué comme cause de l'épidémie de 1987. Nous avons mené nos recherches dans le cadre de l'Institut Pasteur (Pr J. Roux et Dr S. Laventure) en collaboration étroite avec la Division de Lutte contre les Maladies Transmissibles du Ministère de la Santé (Dr Baryson Andriamahejazahaly puis Dr Dieudonné Rabeson) et plus particulièrement avec l'Unité de Surveillance Epidémiologique (Dr S. Blanchy) et l'Unité Paludisme (Drs A. Rakotonjahabelo et D. Randriantsimaniry). Les renseignements épidémiologiques ont été recueillis

au dispensaire des Ursulines d'Analaroa dirigé par le Dr (Soeur) Rossella Fioramonti.

Pour le Botswana et le Swaziland nous avons utilisé les renseignements recueillis au cours d'une mission exécutée en 1987 à la demande de l'OMS/AFRO.

Enfin nous avons visité l'Afrique du Sud et la Namibie en mars-avril 1996.

3 - LES OBSERVATIONS METEOROLOGIQUES ET LE «GLOBAL WARMING»

3.1 - LE RECHAUFFEMENT. EST-IL UNE REALITE ?

D'après l'unité de recherche climatique de l'Université d'East Anglia (Royaume Uni), qui fait autorité en la matière, l'année 1995 serait la plus chaude de la période de relevés commençant en 1860 et serait de 0°4 C supérieure à la moyenne de la période 1961-1990. Elle battrait ainsi les années les plus chaudes observées jusqu'à présent qui sont par ordre décroissant 1990, 1991, 1988.

Cette information, confirmée par l'Institut Goddard d'études spatiales dépendant de la NASA, vient peu de temps après la publication officielle, début janvier 96, du rapport du second Groupe intergouvernemental sur l'étude du climat (GIEC ou IPCC en anglais) qui conclue à « l'influence discernable des activités humaines sur le climat du globe et qui estime peu probable que l'augmentation de température observée depuis le 19ème siècle soit d'origine strictement naturelle ».

Le concept de « Global Warming » (réchauffement de la planète) dû à l'augmentation continue du taux des gaz dans l'atmosphère (dont le CO₂), provoquant un effet de serre, semble ainsi se renforcer singulièrement. Les conséquences sur l'homme et son environnement dans les décennies à venir, amplement décrites par les médias, paraissent du même coup prendre davantage de consistance.

Un retour en arrière est absolument indispensable pour essayer d'apprécier objectivement la situation.

Il faut d'abord souligner que si le concept lui-même est maintenant centenaire (Svante Arrhenius en 1896), ce n'est que depuis une dizaine d'années qu'il a repris une importance audience. En fait, jusqu'à une époque très récente, la thèse d'un refroidissement de la planète était encore le dogme. Les tenants des cycles de Milankovitch soulignaient que le monde était entré dans une phase menant à un nouvel épisode glaciaire et les climatologues constataient que les températures relevées dans les stations synoptiques montraient un refroidissement de 0°2 C du globe depuis 1940 (1976 étant avec 1964 l'année la plus froide depuis 1918!). Aussi lors de la 1ère Conférence Mondiale sur le climat organisée par l'OMM à Genève en 1979 (WMO, 1979) pour lancer le PMRC (Programme mondial de recherche sur le climat) la majorité des scientifiques penchaient-ils encore pour cette thèse. En 1990, au contraire, lors de la seconde conférence mondiale sur le climat, (Jäger *et al*, 1991) toujours à Genève, la plupart des discussions portaient sur les impacts supposés du « Global Warming » et sur l'amplitude probable de l'élévation de la température d'ici aux années 2020-2050. Comment expliquer un retournement aussi rapide ?

La décennie 80 a connu un développement sans précédent des études sur le climat et sa variabilité sous l'impact du PMRC (dont les composantes sont l'atmosphère globale, les océans dont le rôle sur le climat était largement méconnu, la cryosphère et les états des surfaces continentales). La mise à disposition d'outils très puissants : imagerie des satellites civils, moyens de calculs accrus pour les modèles climatiques de circulation générale (GCM), banques de données à la fois étoffées et accessibles a rendu possible la progression de ces recherches.

Mais l'émergence du concept de Global Warming est apparue sous la conjonction de trois facteurs:

- L'élévation de température mise en évidence par trois groupes de recherche dont le plus spécialisé est celui d'East Anglia (Folland,1990) ; ils ont produit des analyses concordantes sur les variations de température de surface des deux hémisphères montrant grosso modo une augmentation de 0°5 C sur un siècle. Cette évolution est surtout marquée par une montée de 0°3 C vers 1920, une descente de 0°2 C entre 1940 et 1975 et une brutale remontée de 0°3 C dans les années 80.

- L'élévation du taux de CO₂ dans l'atmosphère, dont la station de Mauna Loa à Hawaï a pu chiffrer depuis 1958 la croissance continue. Il atteignait 353 ppm¹ en 1990 contre 280 ppm en 1800, suivant des estimations reconnues fiables.

- Le comportement similaire des variations de température et de teneur en CO₂ au cours des 120 000 dernières années. Les analyses de carottes de glace de l'Antarctique (Barnola *et al*,1987), puis plus récemment du Groenland, ont illustré de façon nette la relation existant entre ces deux paramètres et concrétisé l'influence de l'effet de serre sur les températures.

Toutefois ces résultats n'auraient pas connu une telle audience internationale sans les travaux des experts du premier GIEC (IPCC) qui ont eu le grand mérite de faire la synthèse critique des recherches menées dans les grands instituts et laboratoires mondiaux (1990, 1992). Ceci dit, les scientifiques impliqués dans les divers groupes de travail ont gardé une attitude très prudente quant à l'ampleur exacte du Global Warming , alors que les médias n'ont pas montré la même retenue.

Les conclusions toutes récentes du GIEC 2 sont beaucoup plus affirmatives que celles du GIEC 1 quant à la probabilité du réchauffement en cours ou à venir, mais un certain nombre d'arguments contraires ou critiques n'ont toujours pas trouvé de réponses vraiment satisfaisantes, on peut citer par exemple :

¹ ppm : partie par million

- impact réel de l'augmentation du taux de CO₂ ; entre 1940 et 1970 ce taux est passé de 310 à 330 ppm et pourtant la température du globe a baissé sans que l'on puisse invoquer ici une influence volcanique comme ce fut le cas en 1992-93 avec l'éruption du volcan Pinatubo.

- instrumentation et représentativité des stations de mesures ; une grande prudence s'impose dans l'exploitation des données des stations climatiques de longue durée , des ruptures fallacieuses dans l'homogénéité des chroniques étant fréquentes , soit pour des raisons d'appareillage (exemple répandu du changement de type d'abri météorologique qui entraîne une modification artificielle et systématique de 0°1 à 0°2 C) soit pour des causes anthropiques. A cet égard les effets croissants de l'urbanisation (exemple des villes d'Ibadan ou de Nairobi où les îlots de chaleur peuvent atteindre plusieurs degrés) entraînent des hausses locales de température aux stations synoptiques qui n'ont rien à voir avec les tendances du climat général. Nous aurons l'occasion de revenir en détail sur le problème de la mesure au point 3.2.

- mode de détermination de la température. Les données fournies par les satellites (qui permettent justement de s'affranchir de l'artefact urbain) donnent depuis 1979, début de leur utilisation, des réchauffements beaucoup plus modérés que les mesures au sol, voire nuls. Bien que la détermination de la température (par satellite) sur les continents soit beaucoup plus délicate et moins précise que sur les océans, cette différence doit tempérer les jugements portés et demande des recherches complémentaires dans ce domaine.

Ces considérations étant faites , qu'en est -il du réchauffement du continent africain ?

- A partir d'enregistrements de températures effectués depuis 1895, Jones & Briffa (1992) ont calculé que le réchauffement était d'environ 0°50 C sur un siècle avec deux périodes d'augmentation plus marquées entre 1910 et 1940 et entre 1980 et 1990. Ceci concorde bien avec les tendances observées à l'échelle de la planète, mais naturellement il s'agit là d'une évaluation très globale pouvant masquer des disparités locales considérables. Le nombre de chroniques de longues durées entrant dans ces calculs varie sensiblement d'un pays à l'autre et la majorité des pays ont les plus grandes difficultés financières à maintenir en activité leurs stations climatiques. Un rapport de l'OMM (WMO, 1989) relatif à l'ensemble du continent africain indique que depuis les années 70 le nombre de stations en service n'augmente plus et constate que les stations les plus anciennes , donc les plus intéressantes pour le suivi de la variabilité climatique, se ferment les unes après les autres.

- Une autre information intéressante est donnée par le comportement des glaciers équatoriaux suivis maintenant par satellite (Hastenrath, 1993) qui ont vu leur surface et leur volume diminuer de façon drastique au cours des dernières décennies ; toutefois il est difficile de faire la part entre l'influence

d'un réchauffement réel et celle de la diminution des précipitations entraînant les mêmes effets.

- Si l'on considère maintenant les simulations effectuées à l'aide des modèles de circulation générale (GCM) pour tester les conséquences d'un doublement du CO₂, on constate que les augmentations de températures restent très modérées par rapport aux valeurs obtenues pour les hautes latitudes (Santer,1990). De tels modèles ont surtout été exploités pour les bassins du Nil ou du Zambèze, mais les études ne sont pas toujours publiées.

Il n'est pas question de mettre en doute la réalité de l'élévation de température observée sur le continent africain depuis le début des observations instrumentales. Mais on ne peut affirmer pour cela que le léger réchauffement observé depuis un siècle soit provoqué par des modifications de la composition de l'atmosphère, ni que celui-ci marque le début de l'effet de serre prévu par les modèles. Les causes des variations climatiques de la période historique apparaissent naturelles et semblent s'inscrire jusqu'à présent dans une marge de fluctuation qui n'apparaît pas excessive (lors du petit âge glaciaire en Europe, qui a sévi aux 17^{ème} et 18^{ème} siècles, la température était de 1 à 2° C inférieure à celle de l'époque actuelle).

En tout état de cause, il semble essentiel de rechercher tous les facteurs ayant pu contribuer à une augmentation des cas de paludisme au cours de ces dernières années avant d'attribuer celle-ci à une simple augmentation de température, augmentation très variable suivant les zones considérées

3.2 - LES STATIONS ETUDIEES

3.2.1. Considérations générales

On pourrait croire qu'à l'échelle locale la température et ses fluctuations sont beaucoup plus faciles à apprécier qu'à l'échelle régionale ou continentale; en fait leur connaissance reste souvent très approximative car il faut satisfaire à des contraintes incontournables qui ne sont pas toujours surmontées. Concrètement cela veut dire :

- existe-t-il des stations climatiques dans ou à proximité de la zone à étudier ?
- si oui, ces stations sont-elles bien représentatives du climat local pendant une durée suffisante ?
- dans l'affirmative, les données sont elles disponibles sous une forme utilisable ?
- si oui, quelle est la qualité des observations effectuées ?

Il est bien évident que l'utilisateur a rarement la possibilité, ou l'autorisation, de visiter les stations afin de voir leur état actuel (appareillage

employé et son état d'entretien, qualité de l'environnement immédiat : emplacement dégagé ou non , exposé au vent ou non, etc).

Naturellement, il est tout aussi rare que l'on dispose de séries contrôlées et, le cas échéant, corrigées.

3.2.1.1. Quelques anomalies possibles

Sans vouloir développer inconsidérément le florilège de toutes les anomalies possibles , il n'est pas inutile d'évoquer quelques sources fréquentes d'erreurs liées soit à l'appareillage et à sa mesure , soit à l'environnement de la station :

a) **dans le domaine de l'équipement et des observations**, on citera:

- changement d'abri dont la nouvelle forme modifie la ventilation interne ou dont le parement extérieur n'a pas le même albédo (échauffement variable de l'abri) ; mise du nouvel abri à une hauteur différente (rayonnement différent du sol) ;

- changement du type de thermomètre (variation de précision), étalonnage défectueux, appareil cassé donnant des valeurs tronquées mais utilisé par mesure d'économie ou faute de mieux ;

- erreur systématique de lecture ou invention pure et simple de certains chiffres ;

- modification de l'heure de lecture du matin ou de l'après-midi faussant les valeurs extrêmes ;

b) **dans le domaine des variations de site**, on distinguera deux possibilités :

- la station reste fixe mais son environnement se modifie - C'est l'effet d'écran, soit progressif car lié à la croissance incontrôlée de la végétation avoisinante, soit brutal car provoqué par des constructions toutes proches. De tels obstacles entraînent une modification des conditions de rayonnement et de la turbulence de l'air . L'effet urbain , qui entre dans cette catégorie , est connu depuis longtemps en zone tempérée (Dettwiller, 1970), mais est devenu très fréquent en Afrique. Il provoque une modification du bilan énergétique local et crée donc un micro-climat où la température moyenne croît régulièrement (Escourrou, 1991).

- la station est déplacée à une ou plusieurs reprises - C'est d'autant plus courant que les stations sont plus anciennes et les causes en sont multiples: déménagement de l'observateur permanent de la station qui suit son lieu de travail principal (dispensaire, école, mission) en emportant le matériel, rénovation de la station réinstallée dans un site plus accessible, création

systematique d'une station à l'aéroport, lors de son ouverture, en gardant le nom de la station qui se trouvait au centre ville, etc.

De tels déplacements induisent obligatoirement des modifications de température en changeant les conditions inhérentes au site (encaissé ou très ensoleillé, au vent ou sous le vent d'une colline, etc.). Ces changements d'endroits ainsi que leurs dates de déménagement sont rarement mentionnés et cette information nécessiterait une véritable enquête historique forcément hors de portée de l'utilisateur en général. Les banques de données climatiques prévoient bien des fichiers historiques ou/et critiqués, mais quel que soit le pays considéré leur constitution est toujours longue à mener à bien et est en général négligée.

3.2.1.2. Etat des stations utilisées pour l'étude

Les stations sélectionnées dans le cadre de ce travail n'ont pu être ni visitées ni contrôlées par les auteurs ; leur choix a naturellement été conditionné en premier lieu par un critère de proximité mais avec le souci de ne retenir que les stations réputées les plus fiables, d'après des indications locales.

Leur nombre forcément limité ne permettait d'ailleurs pas de procéder à des études d'homogénéité des séries ; certes des méthodes de détection de ces anomalies existent et des logiciels de traitement sont disponibles, mais leur mise en oeuvre exigent des stations nombreuses, proches et se trouvant dans une même unité climatique.

Fort heureusement, nous verrons que de simples contrôles de « cohérence » inter-stations sont parfois possibles ; c'est le cas du Zimbabwe, où les événements exceptionnels (vagues de chaleur ou de froid affectant de vastes régions) ont bien été relevés simultanément dans l'ensemble des stations ce qui augure bien du sérieux des lecteurs.

3.2.2. Ethiopie

3.2.2.1. Stations utilisées

Trois stations ont été retenues pour la présente étude, à savoir :

- **Bahar-Dar**, dont les coordonnées sont de 11°33' N et 37°25' E, altitude 1890 m ;
- **Gore** située par 8°10' N et 35°29' E, à 2130 m d'altitude ;
- **Gondar** placée à 12°39' N et 37°29' E, à 2270 m d'altitude.

Pour l'ensemble de ces stations il a été choisi une période commune de 21 ans (1972-1992) pour laquelle on dispose des relevés mensuels des

maximums de température (Tx) et des relevés mensuels des minimums de température (Tn).

Il n'existe que quelques mois ayant des lacunes, par contre, des comparaisons inter-stations de comportement sont impossibles étant données les distances (par exemple les stations de Gore et de Gondar sont à environ 450 km l'une de l'autre).

Dans le tableau ci-après , on fournit pour chaque station les éléments chiffrés suivants :

- Moyenne des maxis mensuels annuels (Tx), des minis mensuels annuels (Tn) et de la température moyenne ($T_{moy} = (Tx + Tn)/2$) pour des périodes pentadaires (5 ans consécutifs), pour l'année 1992 et pour la totalité de la période 1972-1992.

Tableau 1. Evolution des Températures (en °C) - Ethiopie-

Années	Bahar Dar			Gondar			Gore		
	Tx	Tn	Tmoy	Tx	Tn	Tmoy	Tx	Tn	Tmoy
72-76	26,9	9,7	18,3	26,9	13,2	20,1	23,0	13,2	18,1
77-81	26,4	10,6	18,5	26,5	13,3	19,9	23,3	13,7	18,5
82-86	26,6	12,3	19,5	26,3	13,1	19,7	23,2	13,9	18,6
87-91	26,9	12,3	19,6	26,2	12,3	19,3	23,5	13,7	18,6
1992	26,3	13,1	19,7	26,4	13,9	20,2	23,6	13,3	18,5
Moy	26,7	11,3	19,0	26,5	13,1	19,8	23,3	13,6	18,5

3.2.2.2. Constatations générales

De par leur situation fort éloignée les unes des autres, les stations ont des comportements différents quant à leur fluctuation interannuelle : ainsi une année peut être très froide (1978, à Bahar Dar) sans que ce phénomène se retrouve dans les autres stations.

Néanmoins, l'année 1973 (à pluviométrie déficitaire dans toute l'Afrique sub-saharienne) a été chaude en toute région de même que l'année 1992.

Ceci dit, on peut noter qu'au niveau de la :

- Station de Bahar Dar - Pas d'évolution significative des maximums au cours de toute la période, mais augmentation brutale des minimums entre 1978 et 80 (alors que sur 8 ans consécutifs, de 71 à 78, cette moyenne était de 9°3, on observe soudainement un saut de 3°) et ensuite les valeurs se stabilisent à ce nouveau palier. Une telle rupture est typique d'une erreur d'appareillage qui a dû se produire en 1979 ou quatre mois sont sans observations. Il est probable

que la température à cette station varie peu comme cela se constate dans les deux autres stations analysées.

- Station de Gondar - On note une légère tendance à la diminution des maximums; les minimums sont assez stables sauf pour la période 1987-90 où ils sont plus faibles. La température moyenne annuelle a dans ses conditions tendance à baisser !

- Station de Gore - Augmentation nette des températures moyennes T_{moy} ($0^{\circ}4$ à $0^{\circ}5$) vers 1978-79, mais ensuite remarquable stabilité de celles-ci autour de $18^{\circ}5$ due à la légère évolution en sens contraire des T_x et des T_n .

3.2.3. Madagascar

3.2.3.1. Stations utilisées

Il a été particulièrement difficile de se procurer des données représentatives du climat des Plateaux.

Dans un premier temps, un tableau succinct de la température mensuelle moyenne calculée à une station climatologique d'Antananarivo a été exploité. On peut simplement en déduire qu'avant 1953 la température moyenne annuelle était de $17^{\circ}3$, qu'elle passe à $18^{\circ}6$ sur la période 1951 à 1980 puis à $19^{\circ}2$ pendant la décennie 1981 à 1990. Comme déjà remarqué précédemment, le déplacement de cette station à 80 mètres plus bas en 1954 explique certainement en partie ce premier saut de température puis la croissance de la ville explique le réchauffement. Ceci illustre bien la sensibilité aux variations d'environnement et la nécessité de connaître « l'histoire » de la station si l'on veut éviter toute interprétation hasardeuse.

Fort heureusement, dans un second temps, les données mensuelles extrêmes de température (et également de précipitations) de la station d'Ivato Aéroport ont pu être obtenues; elles sont fort précieuses car disponibles de juillet 1947 jusqu'à fin 1993 avec très peu de lacunes. Cette station synoptique est placée à 1288 m d'altitude et ses coordonnées sont : $18^{\circ}48'$ S et $47^{\circ}29'$ E.

3.2.3.2. Remarques sur la pluviométrie

Les données pluviométriques sont disponibles de janvier 1949 à juillet 1994 (lacune d'octobre à décembre 1951). Les variations mensuelles montrent que le régime pluviométrique est tropical avec une saison des pluies de novembre à mars (maximum en janvier-février), une saison sèche de mai à septembre (50 mm seulement en cinq mois) et deux mois de transition qui sont avril et octobre.

Le total annuel moyen sur 45 ans (1949-93) est de 1407 mm. Les deux années 1980 et 1988 qui ont connu de fortes poussées de paludisme sont des années très sèches et sèches, avec, respectivement, 1127 mm (valeur proche du minimum absolu de 1071 mm observé en 1978) et 1289 mm.

3.2.3.3. Remarques sur la température

La période 1949 à 1993, soit 45 ans de relevés, a été retenue afin de pouvoir calculer des moyennes pentadaires.

- **Evolution des Tn** - Sur 45 ans, la valeur moyenne annuelle est de 13°2 et les valeurs extrêmes sont de 11°9 en 1950 et de 14° en 1982. On constate :

- au cours des 20 premières années, augmentation lente et progressive des valeurs minimales de 0°4, pour une moyenne de 12°9.

- à partir de 1969 augmentation brutale de 0°5 à 0°6, puis relative stabilité pendant 25 ans avec une moyenne de 13°5.

- **Evolution des Tx** - Sur 45 ans la moyenne annuelle est de 24°3. Les valeurs extrêmes étant de 23°2 en 1965 et de 25°4 en 1987. On constate que :

- au cours des 20 premières années de relevés, les valeurs ont tendance à baisser (de 24°2 à 23°8).

- à partir de 1969, augmentation brutale de 0°5, avec une relative stabilité de la moyenne autour de 24°5 pendant 25 ans et une légère hausse de 0°2 entre 1984 et 1993.

- **Evolution de Tmoy** - Sur 45 ans, la valeur moyenne est de 18°8, les valeurs extrêmes sont de 17°8 en 1950 et de 19°4 en 1969, 83 et 90. On constate :

- stabilité de la température au cours des 20 premières années d'observations (18°5 entre 1949 et 1968),

- brutale augmentation de 0°5 à partir de 1969 puis températures relativement stables au cours de ces 25 dernières années (19°).

L'année 1980 a eu une température moyenne de 19°2 , certes plus élevée que la normale mais elle présente strictement les mêmes caractéristiques que l'année 1973 , faiblement impaludée, pour la température comme pour les précipitations (1123 mm).

L'année 1988 n'a rien non plus d'exceptionnel quant à ses éléments climatiques; il n'en est pas de même pour l'année précédente qui a connu à la fois une température élevée (19°5) et des fortes pluies (500 mm en janvier et 1559 mm pour toute l'année).

Tableau 2. Evolution des Températures (en °C) à Ivato Aéroport

Periode	Tx	Tn	Tmoy
1949-53	24,2	12,6	18,4
54-58	24,2	12,8	18,5
59-63	24,0	13,1	18,6
64-68	23,8	13,1	18,4
Moyenne 1949-1968	24,1	12,9	18,5
1969-73	24,5	13,5	19,0
74-78	24,1	13,5	18,8
79-83	24,6	13,7	19,2
84-88	24,7	13,2	19,0
89-93	24,7	13,6	19,2
Moyenne 1969-1993	24,5	13,5	19
Moyenne 1949-1993	24,3	13,2	18,8

3.2.4. Ouganda

3.2.4.1. Station utilisée

La station de Kabale qui se trouve à 1869 m d'altitude (coordonnées 01°15'S et 29° 59'E) a été choisie car elle dispose de relevés mensuels des températures (Tx et Tn) depuis 1960, avec toutefois une interruption en 1988 et 1989 (pas de thermomètre). Cette station est supposée fournir des informations transposables à la région de Kisizi située à une altitude plus basse (1650 m environ) et à plusieurs dizaines de km de là. En l'absence d'indications quant aux conditions d'exposition relatives à chacun des sites, on supposera que la température dans la région d'étude est supérieure d'au moins 1°5 à celle observée à Kabale en raison du dénivelé de 219 m.

On dispose également des totaux pluviométriques mensuels à cette station de 1950 à 1994 inclus.

3.2.4.2. Remarques sur la pluviométrie

Le régime pluviométrique est de type équatorial austral avec deux saisons des pluies d'importance sensiblement égale de février à mai et de septembre à décembre avec deux saisons sèches, peu marquée en janvier et plus accentuée en juin-juillet. La moyenne annuelle sur 40 ans (cinq années

incomplètes n'ont pas été prises en compte) est de 990 mm. Cette moyenne est assez stable avec un optimum un peu supérieur à un mètre au début des années 70 et une légère diminution depuis. Par contre la variation d'une année à l'autre est assez forte car pouvant atteindre + ou - 30%. Ces variations sont aussi très fortes spatialement, ainsi la pluviométrie comparée Kabale-Kisizi de 1992 à 1994 (Tableau 13) montre que si les totaux annuels de 92 et 93 sont très voisins, par contre en 94 ils diffèrent de 600 mm(!) du fait de pluies diluviennes à Kisizi en avril et mai. Ceci montre bien la difficulté d'extrapoler un événement climatique à des régions même peu éloignées.

3.2.4.3. Remarques sur la température

Sur 33 ans d'observations, on obtient les valeurs suivantes :

- Température moyenne annuelle (T_{moy}) : $17^{\circ}1$
- Moyenne annuelle des maximums (T_x) : $23^{\circ}8$
- Moyenne annuelle des minimums (T_n) : $10^{\circ}4$

- **Evolution des T_{moy}** - Les extrêmes annuels sont de $16^{\circ}6$ (1965 et 1971) et de $18^{\circ}4$ en 1983. L'analyse du tableau 3 montre que sur les valeurs pentadaires, il y a stabilité de T_{moy} de 1960 à 1974, puis léger réchauffement, T_{moy} atteignant $17^{\circ}6$ entre 1979 et 1984 (effet des années 82 et surtout 83). Ensuite, il y a stabilisation à des valeurs un peu inférieures.

- **Evolution des T_n** - La période la plus fraîche est celle de 1969 à 1974 ($10^{\circ}0$), la période la plus chaude est celle de 1989 à 1994 ($11^{\circ}1$) et les années extrêmes sont 1971 ($9^{\circ}7$) et 1994 ($11^{\circ}6$). A l'échelle du mois, les valeurs les plus faibles s'observent avant 1975 en général. On notera les maxima de juillet et août 83 et surtout les valeurs records des mois de septembre à décembre 94 (Il est supposé, bien sûr, qu'il n'y a pas ici d'anomalie dans la qualité des observations).

- **Evolution des T_x** - La période la plus fraîche est celle de 1960 à 1964 ($23^{\circ}3$), et la période la plus chaude celle de 1979 à 1984 ($24^{\circ}5$). Les années extrêmes sont 1961 ($22^{\circ}9$) et 1983 ($25^{\circ}4$). A l'échelle mensuelle, les mois les plus frais sont tous avant 1982, à l'exception du mois d'avril 1991. Fait très intéressant, la quasi totalité des mois (10 sur 12) connaissent leurs records de chaleur en 1982 et 83. Depuis, au cours de la dernière décennie, les T_x sont plus modérés ($23^{\circ}7$ en 1992, par exemple).

Tableau 3. Evolution des températures pentadaires en (°C) à Kabale

Periode	Tmoy	Tx	Tn
1960-64	16,9	23,3	10,4
1965-69	16,9	23,5	10,2
1970-74	16,9	23,6	10,0
1975-79	17,3	23,9	10,7
1980-84	17,6	24,5	10,8
1985-89 (3 ans)	17,3	24,0	10,5
1990-94	17,5	24,0	11,1
Moy (60-94)	17,1	23,8	10,4

3.2.4.4. Années particulières

- **Cas de 1982** : en moyenne annuelle, elle vient au second rang (comme 1994) avec 17°8, juste après 1983 (18°4). Elle présente des records de chaleur en août, octobre et décembre. Le mois de juillet a été chaud mais les mois précédents relativement frais et les précipitations de mai et juin sont légèrement supérieures à la moyenne de la série (146 mm contre 122 mm).

- **Cas de 1992** : Tmoy est un peu supérieur à la moyenne sur 33 ans (17°1) mais les Tx sont légèrement inférieurs aux normales (23°7 contre 23°8). Pas de valeurs mensuelles remarquables.

- **Cas de 1993** : année nettement plus chaude (Tmoy : 17°7), aux Tx plus élevés que la normale (24°4 contre 23°8), mois de septembre record de même que octobre.

- **Cas de 1994** : année encore plus chaude (17°8) venant au second rang après 1983. Elle est surtout caractérisée par des Tn élevés(11°6 en moyenne), en particulier au mois de mai, puis de septembre à décembre.

3.2.5. Zimbabwe

3.2.5.1. Stations utilisées

C'est le pays pour lequel on dispose , pour cette étude, de l'information la plus étoffée que ce soit en données de température comme en données de pluviométrie. Le tableau ci-après donne la position de ces stations , classées ici par latitude croissante, la période des données recueillies (en année climatique commençant au 1er Juillet), ainsi que la température moyenne sur la période et la Normale pluviométrique sur 30 ans.

Tableau 4. Informations sur les 5 stations choisies

	Gokwe	Hwange	Kwekwe	Chipinge	Zvishavane
Latitude S	18°13'	18°38'	18°56'	20°12'	20°19'
Longitude E	28°56'	27°00'	29°50'	32°37'	30°04'
Altitude (m)	1282	1079	1213	1131	975
Date/création	1913	-----	1908	1916	1921
Température	63/64-90/91	62/63-90/91	61/62-90/91	61/62-90/91	62/62-90/91
Précipitation	61/62-92/93	41/42-92/93	56/57-92/93	61/62-92/93	46/47-92/93
Tmoy	20°7	20°8	20°0	18°9	20°7
Pmoy (61-90)	760 mm.	630 mm	640 mm	1100 mm	570 mm

3.2.5.2. Etude des Précipitations

Il a été retenu une période commune de 30 ans aux 5 stations (1961/62 à 1990/91) pour laquelle on dispose des totaux mensuels et donc annuels.

Le régime pluviométrique est de type tropical austral avec trois mois pluvieux (supérieurs à 100 mm) entre décembre et février, sauf à Chipinge nettement plus arrosé, où cinq mois dépassent ce seuil et avec une saison sèche très accentuée de juin à septembre. Pendant cette époque de l'année il ne tombe que quelques rares pluies.

Le tableau suivant récapitule les valeurs annuelles extrêmes, les stations étant ici classées par pluviosité moyenne croissante.

Tableau 5. Précipitations au Zimbabwe. Années excédentaires (Total annuel -en mm- et Rang*)

	Pmoy	62/63	71/72	73/74	74/75	77/78	80/81
Zvishavane	570			935 3	938 2	1035 1	855 4
Hwange	630			976 2		992 1	949 3
Kwekwe	640		1230 1	1004 3		1157 2	
Gokwe	760			1136 3		1177 1	1141 2
Chipinge	1100	1536 3		1719 1		1617 2	1499 4

* Le rang 1 est l'année où les précipitations ont été les plus élevées, l'année de rang 2 se place en 2ème position dans l'ordre des précipitations et ainsi de suite.

Tableau 6. Précipitations au Zimbabwe. Années déficitaires (Total annuel -en mm- et Rang)

	Pmoy	72/73	81/82	82/83	83/84	86/87
Zvishavane	570	176 1		285 3		253 2
Hwange	630	384 2	380 1		392 3	
Kwekwe	640	370 2		439 4	340 1	414 3
Gokwe	760	371 1		637 3		591 2
Chipinge	1100	579 2		629 3		569 1
		El-Niño		El-Niño		El-Niño

Il est très intéressant de remarquer que les années les plus sèches correspondent à des années à « El-Niño ». Ce nom qualifie un épisode océanique qui s'observe tous les 3 à 7 ans au moment de Noël. Il se manifeste par un réchauffement anormal de 1 à 4°C des eaux superficielles de l'Océan Pacifique équatorial et de sa bordure Est le long des côtes du Pérou et de l'Equateur. On observe au cours de cet épisode un renversement du sens des vents dominants et un déplacement de plusieurs milliers de kilomètres vers l'Est de la zone de convection humide recouvrant habituellement l'Indonésie et le Nord de l'Australie. Ces régions connaissent alors une sécheresse marquée qui s'étend jusqu'à l'Afrique australe alors que des pluies diluviennes peuvent s'abattre sur les côtes de l'Equateur et du Pérou.

3.2.5.3. Etude des Températures

Tableau 7. Températures extrêmes aux 5 stations du Zimbabwe

	GOKWE		HWANGE		KWEKWE		CHIPINGE		ZVISHAVANE	
	Tx	Tn	Tx	Tn	Tx	Tn	Tx	Tn	Tx	Tn
61/65	26,5	13,9	28,5	12,5	27,3	12,1	23,9	13,5	27,1	13,6
66/70	26,8	14,4	29,0	13,1	27,7	12,6	24,0	13,8	27,2	14,0
71/75	26,3	14,3	27,8	12,8	27,1	12,3	23,5	13,8	26,5	13,7
76/80	26,4	14,4	28,2	12,9	27,2	12,3	23,7	14,1 +	26,9	13,7
81/85	27,0 +	14,7 +	29,0	13,1 +	27,9 +	12,9 +	24,1	14,1 +	27,8	14,5 +
86/90	27,0 +	15,4 +	29,2 +	13,4 +	28,1 +	12,6	24,6 +	13,6	28,1+	14,3

- Variations mensuelles.

- Le mois le plus froid (Tn) de l'année est toujours juillet, la moyenne des minimums allant de 4°6 à Hwange à 9°9 à Chipinge et celle des Tmoy de 14°6 à Hwange à 15°6 à Gokwe.

- Le mois le plus chaud (Tx) est octobre en général sauf à Zvishavane (novembre) et à Chipinge (janvier) mais il existe partout un palier à fortes températures d'octobre à mars.

Lors des grandes vagues de chaleur les pointes de température s'observent partout en même temps ; ainsi novembre 1983 et décembre 1972 sont les mois les plus chauds de toute la série de mesures. Pour la période de février à mai , c'est 1987 l'année des records.

- Variations annuelles.

On observe un net refroidissement au début des années 70 , dû en particulier à l'effet de l'année 1973/74, année la plus froide de la série à 4 stations sur 5 (année très humide).

Au début des années 80, il y a par contre un fort réchauffement, dû en particulier à l'effet de l'année 1982/83 , année la plus chaude de la série à 4 stations sur 5.

Au cours des cinq dernières années, pour lesquelles on dispose de mesures, la température se stabilise , sauf à Gokwe et à Hwange où elle croît encore.

Ainsi en l'espace de 15 ans la température moyenne est montée d'environ un degré centigrade, sauf à Chipinge où les précipitations beaucoup plus fortes que dans les autres régions étudiées atténuent ce phénomène.

-Tableau 8. Evolution des températures moyennes (en °C) au Zimbabwe

Pentade	Chipinge	Kwekwe	Gokwe	Zvishavane	Hwange
1961/65	18°8	19°7	20°2	20°4	20°5
1966/70	19°0	20°1	20°6	20°6	21°1
1971/75	18°7 -	19°7 -	20°3 -	20°1 -	20°3 -
1976/80	18°9	19°9	20°4	20°3	20°4
1981/85	19°2 +	20°4 +	20°9	21°2	21°1
1986/90	19°1	20°4 +	21°2 +	21°2 +	21°4 +
Tmoy	18°9	20°0	20°7	20°7	20°8

3.3 - CONCLUSIONS SUR LA CLIMATOLOGIE

Les considérations fournies précédemment sur le « Global Warming » donnaient un cadre général de réflexion. Il est naturellement encore plus délicat, voire fallacieux, de vouloir établir un « diagnostic » de l'évolution de la température pays par pays à partir de données excessivement réduites et localisées. Les remarques qui suivent ont donc un caractère ponctuel en

s'appliquant uniquement aux cas étudiés et essayent simplement de fournir des considérations aussi objectives que possible en liaison avec les études locales effectuées sur le paludisme.

Ethiopie

Si l'on tient compte de l'erreur systématique affectant la station de Bahar Dar, on constate que les températures sont restées stables au cours de ces dernières décennies et ont même parfois tendance à baisser (station de Gore).

Madagascar

Au cours des 20 premières années (1949 à 1968) les températures moyennes restent stables, les valeurs des extrêmes Tx et Tn variant légèrement mais en sens opposé.

Vers 1969 augmentation brutale de 0°5 C environ puis stabilité des températures à ce niveau au cours de ces 25 dernières années.

Ouganda

Les températures sont stables de 1960 à 1974, un réchauffement de 0°5 C se produit vers 1975, puis stabilité des températures moyennes à ce palier, les valeurs extrêmes Tx et Tn évoluant légèrement mais en sens contraire.

Zimbabwe

Réchauffement assez net (de 0°2 à 0°5 C) au cours de la décennie 60, net refroidissement au début des années 70 annulant la précédente montée de température puis nouvelle augmentation des températures durant les années 80, celles ci étant supérieures de 0°5 à 1° C à celles de début 1960.

Le Zimbabwe est le seul pays étudié où les effets du phénomène « El Niño » se font sentir véritablement avec, lors des années correspondantes, des températures plus élevées et des précipitations déficitaires.

A ce stade des études, il ne semble pas que la température ait une influence majeure et en tout cas unique pour expliquer la recrudescence des cas de paludisme que l'on observe dans ces diverses régions d'altitude.

4 - L'ÉPIDÉMIE DES PLATEAUX DE MADAGASCAR

4.1 - LES ÉVÉNEMENTS DE 1987 - 1988

En 1987, le bruit se répandait d'une flambée de paludisme sur les Plateaux de Madagascar. L'Institut Pasteur de Madagascar tirait la sonnette d'alarme et l'OMS dépêchait à Antananarivo deux consultants. Leurs rapports confirmaient la gravité de la situation et faisaient état d'une forte mortalité par paludisme, entre 70.000 et 100.000 morts par an. L'opinion internationale était alertée. Les médias toujours friands de catastrophisme montaient la barre à 300.000 morts.

Cette publicité amena plusieurs pays d'Europe occidentale (Suisse, France, Italie) et des organismes internationaux (OMS, Banque Mondiale) à débloquent une aide d'urgence en médicaments (chloroquine) et en insecticides (DDT). La chloroquine fut mise à disposition de la population à travers les centres de santé et des distributeurs bénévoles (Instituteurs, épiciers, missions, etc.), à des prix très bas, accessibles à tous. Les foyers les plus touchés furent protégés par des pulvérisations intradomiciliaires de DDT en 1988, 1989 et 1990 (Randriantsimaniry, 1995). De 1993 à 1995, les 2.400.000 habitants des Plateaux étaient protégés par la lutte antivectorielle. Les villes et les zones au-dessus de 1500 m, où il y avait très peu ou pas de transmission, n'étaient pas traitées. Dès 1989, on notait une très forte amélioration de la situation en ce qui concerne le traitement des malades. Un deuxième palier était franchi en 1993 où l'endémie s'écroulait et, depuis la situation, n'a cessé de s'améliorer.

En 1988, le Ministère Français de la Coopération et du Développement, après avoir débloquent une aide d'urgence, envoyait à Antananarivo une mission d'experts (Mouchet & Baudon, 1988)⁶, qui avait pour but d'évaluer la situation et de définir des champs d'intervention. Les experts conclurent à la réalité d'une très forte épidémie tout en révisant à la baisse le nombre de décès dus au paludisme soit entre 15.000 et 30.000. Ces chiffres étaient voisins de ceux avancés par le Ministère de la Santé de Madagascar, qui avaient été quelque peu oubliés dans les surenchères médiatiques. D'après les statistiques de la Division de Lutte contre les Maladies Transmissibles (DLMT), il était clair aussi que la flambée de 1986-1987, faisait suite à une montée progressive du paludisme dans toute l'île et en particulier sur les Plateaux. Les experts proposaient la création d'un Service de Surveillance Epidémiologique au sein de la DLMT et une réactivation des études épidémiologiques basée sur les structures de l'Institut Pasteur de Madagascar.

Au-delà des divergences quant à l'estimation de la gravité de l'épidémie, une inconnue hypothéquait l'avenir. Quels étaient les éléments

⁶Mouchet J. et Baudon D. - Rapport sur une mission à Madagascar, Oct. 1988, Ministère de la Coopération, 38p.

Les faciès épidémiologiques du paludisme à Madagascar

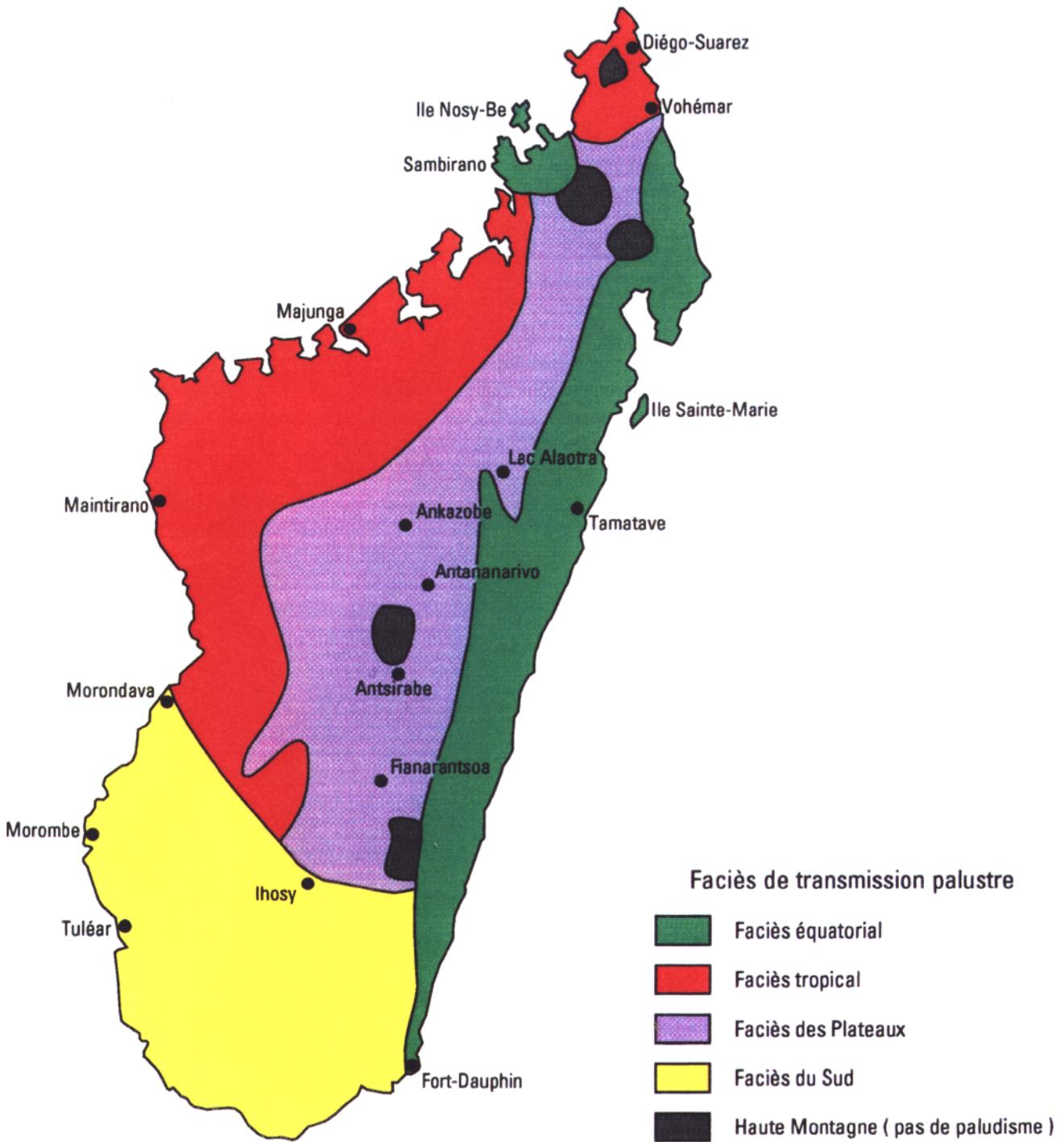


Fig. 1

qui avaient déclenché l'épidémie dans une région considérée comme saine ? Les phénomènes climatiques, réchauffement des Plateaux⁷ et successions de typhons⁸ étaient avancés, mais les preuves n'étaient pas apportées.

La compréhension de la situation actuelle implique une recherche historique sur la maladie dans l'île et sur les mesures de lutte qui furent exécutées.

4.2 - HISTORIQUE DU PALUDISME ET DE LA LUTTE ANTIPALUDIQUE SUR LES PLATEAUX

Les premiers voyageurs Européens qui abordèrent sur les côtes de Madagascar notèrent la présence de fièvres pernicieuses dont ils furent fréquemment les victimes (Dupré, 1863). Par contre ils vantaient la salubrité des Plateaux.

Cette dualité entre les côtes à paludisme stable d'une part et les Hautes Terres ainsi que le Sud à paludisme instable d'autre part, est mise en lumière par la stratification du paludisme dans l'île (Mouchet *et al.*, 1993) (fig. 1). Elle est la conséquence de phénomènes oro-climatiques qui conditionnent non seulement la répartition des vecteurs mais aussi la vie économique et, dans une certaine mesure, le peuplement de l'île. Les populations d'origine africaine occupent plutôt les côtes, celles d'origine asiatique plutôt les Plateaux. Plusieurs auteurs prétendent qu'elles s'y sont installées pour fuir le paludisme côtier. C'est probablement vrai mais il n'existe pas d'information, historiquement contrôlée, qui permette de soutenir cette hypothèse ni d'ailleurs de l'infirmier. En tout état de cause il y a eu depuis longtemps un mélange inter-ethnique intensifié à partir du 18ème siècle par l'importation de main d'oeuvre servile de la côte pour le développement de la riziculture sur les Plateaux.

La tradition orale rapporte qu'avant le 18ème siècle des fièvres existaient sur les Plateaux mais qu'elles ne tuaient pas. Il est donc possible que *Plasmodium vivax* ait existé tout au long de l'histoire de cette région et c'est compatible avec sa population d'origine asiatique, donc porteuse de l'antigène tissulaire Duffy.

La situation commença à changer lorsque le Roi Andrianampoinimerina (1787 - 1810) décida de développer l'irrigation pour cultiver le riz. Cette nouvelle technique culturale exigeant une main d'oeuvre abondante, il fit venir des manoeuvres des régions côtières où sévissait un paludisme holo-endémique, ils étaient donc des porteurs potentiels de parasites. Cependant la situation ne devait pas être trop grave

⁷Zulueata (J. de) - Rapport de mission effectuée à Madagascar, 28 juil - 13 sept. 1988 - OMS

⁸Kassatsky (A. I.) - Choix des stratégies de lutte antipaludique en Afrique tropicale en fonction des températures extérieures, des précipitations et de l'humidité relative. MAD/Mal/001.

car les Plateaux étaient toujours considérés comme sains jusqu'en avril 1878 lorsqu'éclata autour d'Antananarivo une épidémie meurtrière de paludisme, probablement due à *P. falciparum*, qui déferla sur toutes les Hautes-Terres. L'épidémie s'estompait en hiver et reprenait à fin de l'été austral de mars à mai.

Cette épidémie était contemporaine de la construction de nombreux temples par une main d'oeuvre venue de la Côte Ouest. Les fosses d'emprunt de terre constituaient d'excellents gîtes à anophèles et avaient été considérés, *a posteriori*, puisque le rôle des vecteurs n'était pas connu en 1878, comme un des éléments déclenchant de l'épidémie (Raison, 1984).

Ces fosses d'emprunt hébergent des anophèles du complexe *Anopheles gambiae*, en l'occurrence *An. arabiensis*, vecteur certes, mais plus zoophile qu'anthropophile. On notait par contre que l'épidémie avait débuté en avril et marquait chaque année une recrudescence de mars à mai, lors de l'épiaison et de la maturation du riz. Or, on sait que c'est l'époque de pullulation d'*An. funestus* qui se développe précisément dans les rizières au stade de végétation avancée (Marrama *et al.*, 1995). Il est donc probable que l'irrigation, pourvoyeuse d'*An. funestus*, a joué un rôle primordial dans l'épidémie de 1878 (Laventure *et al.*, 1996).

Une deuxième épidémie se manifesta en 1895. Constituait-elle un phénomène nouveau ou était-elle une réactivation de l'épidémie précédente ? Les informations disponibles ne permettent pas de trancher. Après un début fracassant le paludisme s'endémisa sur les Plateaux et resta peu sensible aux mesures de lutte, chimioprophylaxie à la quinine et contrôle antilarvaire des vecteurs par des poissons larvivores, jusqu'à la fin des années 1940.

A partir de 1949, la lutte antipaludique s'organisa sur la base de la chimioprophylaxie des enfants par la chloroquine et de pulvérisations intradomiciliaires de DDT. Alors que dans les régions côtières holo-endémiques les résultats étaient mitigés, sur les Hautes-Terres ils furent d'emblée un succès (Estrade, 1957). En 1961, à la suite d'une enquête de l'OMS (1960) on considérait que le paludisme était éradiqué sur les Plateaux et les pulvérisations étaient arrêtées ; cependant les centres de nivaquinisation étaient maintenus (Lumaret, 1962)⁹.

En fait, comme dans beaucoup de pays, le terme d'éradication était usurpé. Il s'agissait tout au plus d'une élimination à caractère limité puisque trois foyers persistaient, au lac Itasy, à Ankazobe et à Anjazorobe. Ils étaient placés sous surveillance. Des enquêtes paludométriques y étaient régulièrement exécutées et, lorsque la situation épidémiologique l'exigeait,

⁹Lumaret R. - *Etudes sur le Paludisme à Madagascar*. Rapp. Service National de Lutte contre le Paludisme, 1962, 232p.

des traitements focalisés au DDT étaient exécutés par le Service Central Antipaludique d'Antananarivo (Ranjana, comm. pers.).

Dans le district d'Anjozorobé, où nous avons fait nos études en 1994 - 1995, le dernier traitement "officiel" datait de 1974. Mais en 1980, à la suite d'une recrudescence du paludisme, des pulvérisations de DDT avaient été exécutées par des volontaires du district, encadrés par des chefs d'équipe du Service Central d'Antananarivo.

En 1988, 1989 et 1990 des traitements de DDT, furent repris sur les Plateaux mais ils étaient limités à certains foyers ; le district d'Anjozorobe, par exemple n'en bénéficiait pas. En 1993 et 1994, les traitements s'étendaient à l'ensemble des Hautes Terres (Randriantsimaniry, 1995).

Les distributions de chloroquine, étaient gratuites de 1949 à 1975. Elles étaient pratiquées dans des "centres de nivaquinisation tenus par des dames de la Croix-Rouge", bénévoles. En bénéficiaient tous les enfants de leur naissance à la sortie de l'école. Les adultes qui présentaient des symptômes évocateurs du paludisme recevaient une dose curative. L'approvisionnement de ces centres était assuré par le Service Central Antipaludique.

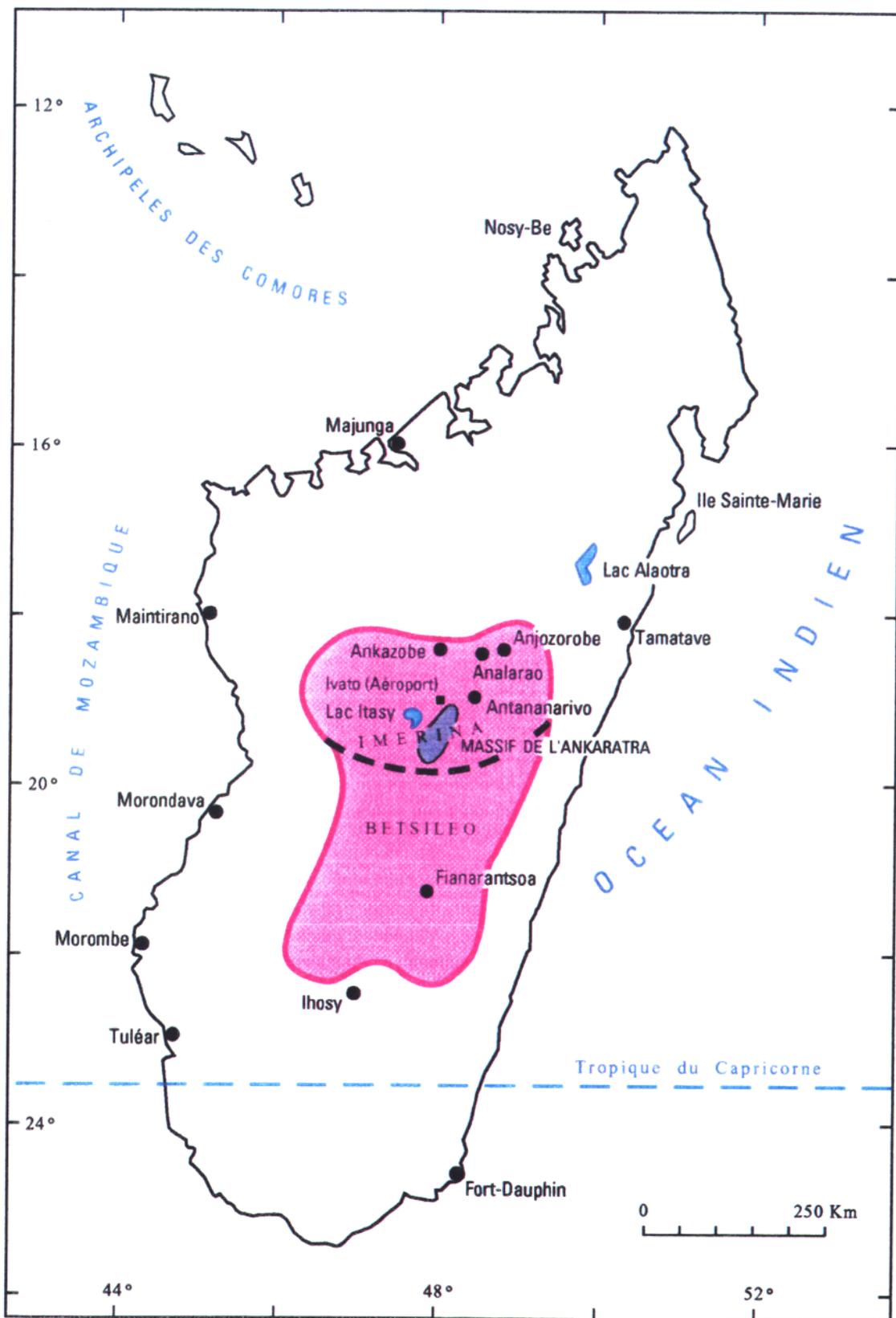
De 1975 à 1979, les opérations de chimioprophylaxie étaient graduellement délogées du budget du Service Central pour être prises en compte par les collectivités locales. Cette décentralisation fut effective à partir de 1979.

Cette restructuration (ou déstructuration) de la lutte antipaludique inspirée par le dogme des soins de santé primaires s'est déroulée dans un contexte de crise économique sévère si bien que les centres de nivaquinisation ont été approvisionnés irrégulièrement voire supprimés. Les centres de santé périphériques n'étaient guère mieux lotis. En 1988, un infirmier couvrant plusieurs milliers d'habitants recevait une dotation de 500 comprimés de chloroquine tous les trois mois. Les hôpitaux de district sous-équipés en personnel, en matériel et en médicaments étaient désertés par les malades. La circulation des médicaments essentiels et en particulier de la chloroquine était très insuffisante pour couvrir les besoins urgents et les prix étaient prohibitifs.

Lorsque la chloroquine fut libéralisée en 1988, la population pratiqua *larga manu* l'autotraitement mais ne retourna pas pour autant dans les centres de santé, souvent à court de médicament et de personnel.

Les structures officielles pour le moins désorganisées n'étaient plus des indicateurs de santé fiables. Elles n'avaient pas les moyens de diagnostic, ne référaient plus au Service Central et étaient désertées par les malades. Leurs registres lorsqu'ils étaient à jour, ne permettaient plus de retracer l'histoire récente du paludisme.

LES PLATEAUX DE MADAGASCAR



 Limite de hautes terres

Fig. 2

Face à cette carence des services officiels, les structures privées, souvent confessionnelles, avait maintenu un fonctionnement normal en général grâce à des appuis extra-nationaux. Plus même, leur clientèle s'était accrue. Beaucoup s'étaient dotées de personnels qualifiés et de moyens de diagnostic.

C'est pourquoi nous avons basé notre étude sur les registres du dispensaire des Soeurs Ursulines Italiennes d'Analaroa, dans le district d'Anjozorobe. Ce centre a été ouvert en 1971. Nous y avons été reçus très amicalement par Soeur Rossella Fioramonti, Docteur en Médecine, qui porte un intérêt tout particulier au paludisme.

Avant de relater les observations faites à partir de l'Hôpital d'Analaroa, nous dresserons un bref rappel des caractéristiques des Hautes-Terres et de l'épidémiologie du paludisme.

4.3 - LES PLATEAUX DE MADAGASCAR ET LES VECTEURS DU PALUDISME

On désigne sous le nom de Plateaux ou Hautes Terres, l'ensemble des régions du centre de Madagascar situées au-dessus de 1000 m. Elles occupent 100.000 km² dans les provinces de l'Imerina et de Fianarantsoa (fig. 2) et sont peuplées de 4 millions de personnes dont 2,5 millions vivent dans les zones rurales. On y trouve trois des grandes villes de l'île : Antananarivo, la capitale (plus d'un million d'habitants), Fianarantsoa et Antsirabe.

L'altitude moyenne des Plateaux varie de 1000 à 1600 m, si l'on excepte la chaîne de l'Ankaratra (entre Antananarivo et Antsirabe) qui culmine à 2600 m.

Le climat est de type tropical austral modifié par l'altitude en ce qui concerne les températures. Les précipitations, supérieures à 1000 mm, s'évaluent de novembre en avril (été austral) et sont marquées par de violents orages (dépressions tropicales ou cyclones) de décembre à février.

Le relief présente une succession monotone de croupes et de vallées qui confluent en de véritables cuvettes au drainage incertain.

La forêt primaire a disparu sur les hauteurs sauf sur le rebord oriental, où ses restes sont d'ailleurs sérieusement menacés. Une incertitude plane quant à savoir si la forêt recouvrait les parties centrales et occidentales des Plateaux à l'époque historique. Actuellement, les reliefs, quasiment inhabités, sont couverts d'une herbe rare et par endroits de plantations récentes d'eucalyptus. Le contraste est saisissant avec les vallées, intensément cultivées en rizières irriguées par gravitation, par les nombreux ruisseaux. Les marais "primaires" ont presque totalement disparu. La quasi totalité des terres exploitables sont utilisées.

Le riz est devenu la monoculture des Plateaux et la base de l'économie rurale. L'élevage des bovins, des porcs et des volailles apporte un complément de revenus à une population à très faible niveau de vie.

Dans ce milieu très fortement anthropisé les deux vecteurs du paludisme, *An. arabiensis* et *An. funestus* sont liés aux activités humaines, en l'occurrence la riziculture (Laventureur *et al.*, 1995). Après le repiquage, les plans d'eau irrigués offrent de bonnes conditions de développement à *An. arabiensis*, espèce héliophile. A mesure que les plants de riz croissent le milieu change et la végétation très serrée ne permet plus l'ensoleillement du plan d'eau. C'est alors qu'apparaît *An. funestus* dont l'écologie a été élucidée par les études menées par Marrama *et al.* (1995) dans le cadre d'un programme connexe de l'Institut Pasteur. Cette écologie des vecteurs est très particulière ; en effet, en Afrique de l'Ouest il n'y a pas d'*An. funestus* dans les rizières. La recherche des larves de cet anophèle est très difficile car elles sont élusives et plongent à la moindre alerte. Marrama & *al.* (loc. cit.), après un travail de Bénédictins, en procédant à des dragages au filet, ont pu démontrer que les rizières constituaient 93% de l'ensemble des gîtes de cette espèce. La période de "production" maximale se situe de janvier à avril lors de l'épiaison et de la maturation du riz puis continue jusqu'en juin dans les jachères.

Dans les captures d'anophèles adultes on retrouve cette dualité : *An. arabiensis* dominant d'octobre à janvier et *An. funestus* de février à mai et même juin.

Les deux espèces ont un comportement et une capacité vectorielle très différentes. *An. arabiensis* est surtout zoophile même s'il pique l'homme. Il reste peu de temps dans les maisons et s'abrite surtout dans les étables où il peut atteindre des densités impressionnantes. Son indice sporozoïtique (pourcentage de femelles hébergeant des sporozoïtes de *Plasmodium* dans les glandes salivaires) est toujours très faible, en général inférieur à 0,1%. Au contraire *An. funestus* est très anthropophile. Il pique à l'extérieur et à l'intérieur des maisons où il se repose. Aussi est-il très vulnérable aux traitements insecticides intradomiciliaires. En 1960, il avait disparu de la plupart des villages des Plateaux. Il s'y est réinstallé progressivement et inégalement à partir de 1964 (Rakoto, 1979). C'est partout un excellent vecteur du paludisme et son indice sporozoïtique est supérieur à 1%. C'est effectivement pendant la période de pullulation d'*An. funestus* de février à mai, que sont enregistrés la majorité des cas de paludisme. Au contraire, il y a beaucoup moins de cas de novembre à janvier lorsqu'*An. arabiensis* est seul en cause.

Même si *An. arabiensis* se développe dans des flaques d'eau de pluie et dans des fosses d'emprunt, c'est la rizière qui lui fournit la majorité de ses gîtes, tout comme à *An. funestus*. C'est l'activité agricole qui est responsable de la pullulation des vecteurs et donc du paludisme sur les Plateaux (Laventureur *et al.*, 1996).

4.4 - LES OBSERVATIONS AU DISPENSAIRE D'ANALAROA

4.4.1. Le fonctionnement du dispensaire

Le dispensaire catholique d'Analaroa est situé dans le district d'Anjozorobe, c'est-à-dire, dans une région "placée sous surveillance" après l'arrêt des traitements domiciliaires en 1961. Il a été fondé en 1971 et tenu par un Père infirmier et une Soeur infirmière jusqu'en 1981 date de l'arrivée de Soeur Rossella, qui y officie depuis. A partir de 1983, le dispensaire s'est doté d'un laboratoire d'analyse autonome.

Jusqu'en 1981, le diagnostic de paludisme était basé sur les signes cliniques. Tous les suspects recevaient un traitement et devaient se soumettre à un prélèvement de sang (goutte épaisse + frottis). Ces lames étaient adressées au Laboratoire Central du Service de Lutte contre le Paludisme à Antananarivo qui renvoyait les résultats au dispensaire. Ce système a très bien fonctionné jusqu'en 1981.

A partir de 1983, le diagnostic microscopique a été fait sur place. Il n'a pas été absolument exhaustif car dans cette région de paludisme instable, le diagnostic clinique est relativement facile. Tous les cas douteux étaient prélevés et examinés mais seulement un cas sur trois était prélevé lorsque le diagnostic semblait évident et correspondait à la tendance épidémiologique saisonnière. Le diagnostic de paludisme était maintenu pour quelques sujets parasitologiquement négatifs, qui présentaient des symptômes caractéristiques et déclaraient avoir pris de la chloroquine dans la journée ou la veille.

La clientèle du dispensaire qui, au début, couvrait 10.000 habitants dans un rayon de 15 km s'est étendu à plus de 20.000 habitants en 1995, dans un rayon de 80 km. Cette extension est due à la croissance démographique certes, mais surtout à la qualité des soins et à la carence de structures officielles.

Nous diviserons notre étude en deux périodes 1971 - 1981 et 1983 - 1995.

4.4.2. La période 1971 - 1981

Les résultats sont résumés dans le tableau 9.

On doit d'abord noter la bonne qualité du diagnostic puisque 43% des cas ont été confirmés parasitologiquement. C'est un score très honorable à peu près constant au cours des 11 années. Il faut noter que le chef du laboratoire du Service Central antipaludique n'a pas changé pendant toute cette période.

Tableau 9

Nombre mensuel de cas de paludisme, présumés et confirmés, au dispensaire d'Analaroa de 1971 à 1981

Mois	1971		1972		1973		1974		1975		1976		1977		1978		1979		1980		1981		Total par mois (1971-81)	
	cp	cc	cp	cc	cp	cc	cp	cc	cp	cc	cp	cc	cp	cc	cp	cc	cp	cc	cp	cc	cp	cc	cp	cc
Janvier	6	0	18	0	30	14	44	28	33	8	29	6	19	3	16	5	52	17	74	39	117	28	438	148
Février	10	1			70	24	35	21	18	6	34	10	21	5	17	5	71	25	121	55	137	85	534	237
Mars	38	16	30	6	74	43	47	23			28	10	15	3	15	7	72	47	183	111	336	179	838	445
Avril	42	14	13	13	70	39	56	22	27	7	77	44	81	57	71	21	53	34	299	199	160	89	949	539
Mai	75	42	5	1	54	39	51	18	11	4	62	34	123	80	130	54	91	57	306	159	176	91	1084	449
Juin	29	6	8	2	42	21	42	10	12	8	76	50	97	49	90	36	54	30	284	131	212	106	946	449
Juillet	40	4	9	3	34	14	48	4	7	0	36	14	161	38					249	78	77	18	661	173
Août			5	1	11	3	47	0	6	1			66	7	36	5	19	8					190	25
Septembre	18	0	14	1	26	4					18	2	20	6	18	2	71	16	102	32	52	11	339	74
Octobre	13	0	3	0	8	1			8	0	6	0	35	7	18	3	34	7	69	25			194	43
Novembre	10	0	11	0					4	1	28	7	13	5	17	4	28	11	120	30	35	3	266	61
Décembre	8	0	20	6					13	4			32	4	17	5	5	2	87	21			182	42
Totaux Annuels	289	83	136	39	419	202	370	126	139	39	394	177	683	264	445	147	550	254	1894	880	1302	610	6621	2815
Pourcentage des cas présumés et confirmés	29		24		48		34		28		45		39		33		46		46		47		43	
Nombres de mois comptabilisés	11		11		10		8		10		10		12		11		11		11		9			

cp : cas présumés - diagnostic clinique

cc : cas confirmés par l'examen microscopique

Tableau 10

Suivi du dispensaire d'Analaroa de 1985 à 1995
 Nombre de consultants, nombre de cas de paludisme, incidence du paludisme chez les consultants

Mois	1985			1986			1987			1988			1989		
	nc	cc	ip	nc	cc	ip	nc	cc	ip	nc	cc	ip	nc	cc	ip
Janvier				334	20	60	450	120	266	599	122	204	737	92	125
Février				326	47	144	686	227	331	922	274	297	705	173	245
Mars				391	90	230	1000	203	203	1156	389	336	629	146	232
Avril				616	143	232	973	375	385	1056	395	374	1217	330	271
Mai				808	217	269	870	306	352	1379	455	330	1593	379	238
Juin	621*	48	77	548	113	206	872	273	313	889	199	224	1071	232	217
Juillet	692	36	52	506	45	89	875	198	226	841	114	135,	1192	220	184
Août	DISPENSARE FERMÉ														
septembre	529	25	47	581	26	45	506	101	200	721	70	97	877	40	45
Octobre	531	24	45	469	40	85	664	88	132	616	48	78	872	69	79
Novembre	388	5	13	458	23	50	691	84	121	676	60	89	836	54	65
Décembre	262	4	15	279	34	122	539	77	143	420	32	76	551	41	74

Tableau 10 (suite)

Mois	1990			1991			1992			1993			1994			1995		
	nc	cc	ip	nc	cc	ip	nc	cc	ip	nc	cc	ip	nc	cc	ip	nc	cc	ip
Janvier	815	123	151	784	74	94	481	130	270	711	81	114	512	33	64	814	32	39
Février	885	174	197	666	100	150	727	183	252	654	131	200	467	25	54	909	23	25
Mars	1417	399	282	950	148	156	1074	301	280	975	279	286	576	27	47	1033	40	39
Avril	1265	379	300	1143	260	227	934	238	255	915	270	295	855	62	72	1191	27	23
Mai	1562	473	303	1198	221	184	1103	318	288	1217	382	314	944	52	55			
Juin	995	182	183	821	137	167	900	143	159	1048	241	230	1098	51	46			
Juillet	1117	84	75	868	50	57	618	32	52	848	116	137	958	38	40			
Août	DISPENSARE FERMÉ																	
septembre	676	16	24	670	36	54	766	26	37	638	22	34	855	9	10			
Octobre	820	23	28	771	66	86	593	43	72	841	19	22	990	23	23			
Novembre	748	44	59	648	65	100	556	42	75	821	69	84	985	18	18			
Décembre	365	36	99	363	46	127	523	59	113	738	70	95	564	10	18			

= traitements insecticides

* Arrivée de Soeur Rossella au dispensaire

nc : nombre de consultants

cc : nombre de cas de paludisme confirmés

ip : incidence du paludisme parmi les consultants (pour mille)

////grisé: période sous protection insecticide

Trois années ont été déficitaires, 1971 avec 83 cas, 1972 avec 24 cas et 1975 avec 36 cas. En 1972, il y a eu des émeutes qui avaient débuté en 1971. En 1975, il y a eu un couvre-feu de longue durée suite à l'assassinat du Président. La fréquentation du dispensaire a été limitée aux seuls habitants du village d'Analaroa, environ un millier de personnes.

Hormis ces trois années on note une stabilité du nombre annuel des cas entre 150 et 250. En 1980 et 1981, le nombre des cas a brusquement triplé. Ceci peut être dû à une recrudescence du paludisme qui serait attestée par la décision de volontaires locaux de procéder à des traitements intradomiciliaires de DDT. Mais cette augmentation du nombre des cas peut être la conséquence de la réorganisation des centres de nivaquination (cf. supra) et à l'impossibilité pour la population de se procurer des médicaments ailleurs qu'au dispensaire.

4.4.3. La période 1985 - 1995

De 1981 à 1985, période de restructuration du dispensaire, les données sont fragmentaires et difficilement exploitables. A partir de 1985, elles deviennent tout à fait fiables. Le diagnostic ont été portés par la même personne, Soeur Rossella et les lames lues par le même laborantin qu'elle a contrôlé. Elles sont colligées au tableau 10.

Le nombre des cas qui en 1985 était de 575 pour 5.984 consultants (inférieur à 1980) a brusquement augmenté en 1986 et surtout 1987 pour atteindre son paroxysme en 1988 avec 2.158 cas pour 9.255 consultants.

Les mesures de désinsectisation de 1988 - 1990 n'ont pas touché le district d'Anjozorobe et l'action antipaludique s'est limitée à la mise en place de stocks de chloroquine à un prix très abordable.

Le nombre de cas a certes régressé, mais pas de façon significative, puisqu'en 1989 il y avait 1776 cas, en 1990, 1933 cas et en 1993 encore 1680 cas.

La **régression spontanée de l'"épidémie"**, annoncée par divers organismes (sans preuves tangibles) en 1991, **n'est pas objectivée** par les informations obtenues au dispensaire d'Analaroa.

Il faut attendre les **traitements intradomiciliaires** au DDT (novembre 1993 - janvier 1994) renouvelés en 1994 - 1995, pour voir le **paludisme s'écrouler avec une réduction de 80% du nombre des cas en 1994** par rapport à 1993 (348 contre 1680). D'après les résultats des premiers mois de 1995, la réduction semble s'amplifier. Selon Soeur Rossella, la plupart des cas de 1995 proviennent de hameaux, assez éloignés, inaccessibles par route, qui n'ont pas pu être désinsectisés.

Si cette observation ne s'inscrit pas directement dans nos objectifs, elle constitue néanmoins **la seule base fiable d'évaluation de la lutte**

antipaludique sur les Plateaux. Elle a d'ailleurs été exploitée par les dirigeants de la campagne actuelle (Rakotonjanabelo *et al.*, 1995).

Cette étude a permis d'estimer l'incidence mensuelle du paludisme chez les consultants du dispensaire (tableau 10). Elle est forte de janvier à juin avec un pic en avril - mai. En avril 1987, elle a atteint 38,5% ; au cours du même mois en 1988 elle était de 37%. Par contre, durant le même mois de 1994 elle n'a été que de 7,2 % et en 1995 de 2,3%, à la suite des opérations de désinsectisation.

Dans les trois derniers mois de l'année l'incidence est beaucoup plus faible, inférieure à 13% sauf en 1987 où elle a été un peu plus élevée. Dans le dernier trimestre de 1994, elle est tombée au-dessous de 2%.

La période février - juin correspond à la pullulation d'*An. funestus*. Au cours du 4ème trimestre cet anophèle est pratiquement absent et seul *An. arabiensis* est abondant. Ceci confirme la différence de compétence vectorielle des deux espèces, mentionnée plus haut.

4.5 - HYPOTHESES SUR LES CAUSES DE L'EPIDEMIE DE MADAGASCAR

Les premiers signes de recrudescence du paludisme, à Analaraoa, se sont manifestés en 1980. Il est difficile de savoir si cette date marque réellement le début de l'épidémie. En effet, en 1979, les centres de nivaquinisation qui traitaient tous les malades, sont définitivement passés sous le contrôle des collectivités locales ; leur approvisionnement a souffert de ce transfert et tous les malades n'ont pu être traités (Ranjana, comm. pers.). Ils se sont donc retournés vers les dispensaires privés bien approvisionnés. A l'appui de cette hypothèse il faut noter l'augmentation du nombre de cas dans les zones endémiques : à Toamasina (Tamatave), le nombre de déclarations est passé de 42.500 en 1979 à 70.500 en 1980 ; à Mahajanga (Majunga) de 83.000 à 94.000 cas. Mais alors que, par la suite, dans ces zones le nombre des déclarations est resté stable et a même diminué au cours de certaines années, dans la zone des Plateaux et en particulier dans la province d'Antananarivo, il n'a cessé de croître passant de 42.000 en 1979 à 226.000 en 1988, valeur probablement très inférieure à la réalité.

On peut donc considérer que l'**épidémie** a débuté en 1980 et s'est développée jusqu'en 1988. A partir de cette période la **maladie n'a pas régressé** mais s'est **endémisée**. Elle a regagné le **niveau qu'elle atteignait avant 1949**. Les rapports d'USEPI¹⁰ (Unité de Surveillance Epidémiologique) de 1989, révèlent des indices parasitaires de 30% en décembre et de 67% en avril à Analaraoa. Des situations hypo-endémiques alternaient avec d'autres

¹⁰Blanchy, S., Rakotonjanabelo, A., Razafinjato, P., Ranaivoson, G. - Principales pathologies sur les Hautes Terres Malgaches. L'exemple du centre médical catholique d'Analaraoa. Rapport USEPI, Fév. 1993 : 42p.

méso-endémiques, suivant les districts, marquant l'hétérogénéité épidémiologique du paludisme sur les Plateaux. Or, Joncour (1956) notait que les indices parasitaires des enfants étaient de 25 à 30% dans la province d'Imerina en 1949, avant la mise en place de la lutte antipaludique. Ils étaient tombés à 0,18% en 1956 à la suite des mesures de lutte. **L'épidémie de 1980 - 1988 est donc un retour à la case départ** (Mouchet *et al.*, 1997).

Les causes de ce retour du paludisme semblent multiples.

- Phénomènes climatiques

Il faut **éliminer l'élévation de la température ("Global Warming")**. En effet, les températures annuelles moyennes sont restées remarquablement stables depuis 1963 (cf. supra). Bien que 1987 ait été une année chaude, l'année 1988, où le paludisme s'est maintenu au même niveau, a été normale.

Les cyclones endommageant les systèmes de drainage, auraient pu faciliter des accumulations d'eau et créer des gîtes favorables pour les anophèles. C'est certes exact, mais ces situations n'auraient eu qu'un effet transitoire d'autant moins marqué qu'*An. funestus*, le principal vecteur se développe surtout dans les rizières. Enfin, le terme de cyclone reste à définir. En été, pratiquement chaque année, des dépressions tropicales violentes traversent l'île, en provoquant de fortes précipitations. A partir de quel moments deviennent-elles des cyclones ? De toutes façons ces phénomènes ne sont pas spécifiques de la période épidémique et ont toujours existé. Les années 1980 et 1981 où le paludisme a commencé sa progression, ont été sèches et froides.

- Phénomènes anthropiques

Il n'y a pas une modification récente de l'environnement sur les Plateaux de Madagascar. Celle-ci a eu lieu il y a plus d'un siècle avec le développement de la riziculture irriguée. Il a été à l'origine du paludisme dans cette région.

La crise économique que traverse Madagascar depuis 1972 a peut-être accentué les migrations saisonnières des travailleurs des Plateaux vers les zones rizicoles du lac Alaotra ou de la plaine de Marovoay, régions de paludisme hyper-endémique. Au retour dans leur village d'origine ils ont rapporté des parasites et n'ont pu être correctement traités. Ce pût être là une contribution, mais pas essentielle au développement de l'épidémie.

La stabulation du bétail au rez de chaussée des habitations s'est beaucoup développée face à l'insécurité. Dans de nombreux villages, en particulier à proximité d'Antananarivo, elle a supplanté les traditionnels parcs à bétail à l'extérieur. Actuellement, la tendance se renverse. L'introduction du bétail dans les maisons a pour effet de rapprocher de l'homme, les anophèles plutôt zoophiles comme *An. arabiensis*, augmentant

sensiblement leur anthropophilie et donc leur capacité vectrice. Par ailleurs, la présence de bétail augmente la température ambiante de la maison facilitant l'accomplissement du cycle sporogonique. Cette hypothèse avait été envisagée avec réserve par Fontenille *et al.* (1990) et Chauvet (comm. pers.). Elle pourrait expliquer, *pro parte*, le développement de l'épidémie dans des villages et à une époque où il y avait peu d'*An. funestus*. Nous n'avons pas pu vérifier cette hypothèse parce qu'ayant débuté nos travaux trop tard, en 1993.

- Les carences de la politique sanitaire

Les responsables de la lutte antipaludique en 1962 étaient restés lucides devant le succès. Ils avaient délimité trois zones à risque et établi un système de surveillance dans le cadre du Service National de Lutte contre le Paludisme, ce qui était conforme aux recommandations de l'OMS. Par ailleurs, les centres de nivaquinisation rattachés à ce même service, fonctionnaient bien. Ils étaient régulièrement approvisionnés en médicaments. Des microscopistes étaient rattachés à tous les centres périphériques. Ce système fonctionna bien jusqu'en 1975 et il n'y eut pas d'épidémie, même localisée, à déplorer.

A partir de 1975, la politique de décentralisation ruina ce qui restait de lutte antipaludique. Les traitements insecticides cessèrent, la gestion des centres de nivaquinisation passa aux communautés, dénuées de moyens financiers dans le contexte de la terrible crise économique. En 1979, ce transfert était achevé. L'expertise se dissipait ; les microscopistes s'évanouissaient dans la nature ; les spécialistes de la lutte antivectorielle restaient dans des bureaux ou dans leurs demeures. Cette politique de décentralisation, conforme aux vœux de l'OMS, flattait les choix politiques du gouvernement et économisait ses maigres ressources. Peut être les principes en étaient-ils bons, mais les résultats furent désastreux car on ne dotait pas les formations périphériques des moyens nécessaires à la mise en oeuvre de cette politique. Les centres de santé qui quadrillaient le pays étaient en rupture permanente de stock et le personnel, mal rétribué, cultivait l'absentéisme ... et son jardin. Las de ne pas y trouver les soins qu'ils espéraient, les villageois désertaient les centres de santé officiels et se rabattaient sur la médecine traditionnelle ou sur les dispensaires et hôpitaux confessionnels qui continuaient à prodiguer des soins de qualité.

Quelles furent les conséquences de cette dégradation de la lutte antipaludique en particulier, et des services de santé en général ? Elles doivent être envisagées sur le plan des vecteurs et des parasites, les deux éléments déterminants de l'épidémiologie du paludisme. Les traitements insecticides des années 1950 avaient éliminé *An. funestus* de la plupart des villages des Plateaux (Chauvet & Rajaonarivelo, 1973). Peut-être subsistaient-ils dans les foyers sous surveillance (Lac Itasy, Ankazobe, Anjorozone) où ils étaient signalés dès 1964 (Rakoto, 1979). Mais ils y étaient contenus par des pulvérisations exécutées, à la carte, lorsque la situation l'exigeait. A partir de

1975, ces traitements étaient arrêtés. En 1988, *An. funestus* était retrouvé dans la plupart des villages des Plateaux et en particulier des environs d'Antananarivo d'où il avait disparu (Fontenille et Rakotoarivony , 1988). Ce retour d'*An. funestus* a été considéré comme une cause déterminante de l'épidémie de 1987-1988. C'est certainement vrai à Analaroa où la majorité des cas sont observés de mars à mai lors de la pullulation de ce moustique. C'est moins évident au village de Manarintsoa où *An. funestus* était rare comparativement à *An. arabiensis* très abondant (Fontenille *et al.*, 1990), mais où le maximum des cas était cependant observé d'avril à mai. Ce qui reste difficile à expliquer est la lenteur de la recolonisation des Plateaux par *An. funestus*. Aucun changement écologique important n'est intervenu, ni naturel, ni anthropique, qui à un moment quelconque aurait pu expliquer une explosion de cette espèce longtemps contenue. Ce qui est par contre évident c'est qu'*An. funestus* est actuellement le vecteur dominant, presque exclusif du paludisme, dans beaucoup de villages, sur les Plateaux.

La suppression de la chimioprophylaxie a certainement favorisé le développement du réservoir de parasites. Les difficultés de traitement des malades sont allées dans le même sens. Certes les médicaments curatifs, en l'occurrence la chloroquine, ne sont pas gamétocytocides, mais les traitements précoces inhiberaient l'apparition ultérieure de gamétocytes. Nous utilisons le conditionnel car ce point de vue n'est pas unanimement admis.

Mais la carence des centres de santé et les difficultés d'accès aux médicaments ont été les révélateurs de l'épidémie. La **mortalité dans toutes les classes d'âge** a été très élevée, la **population étant privée de toute immunité** puisqu'elle n'avait plus eu de contact avec le parasite depuis 20 ans au moins.

4.6 - CONCLUSIONS POUR MADAGASCAR

Les facteurs climatiques ne sont pas à l'origine de l'épidémie de Madagascar. C'est la suppression graduelle des mesures de lutte qui a permis à la fois la reconstitution des populations de vecteurs et du réservoir de parasites. Le paludisme est redevenu endémique à un niveau voisin de celui qu'il atteignait avant que ne débute la lutte antipaludique, en 1949. Localement certains comportements comme la stabulation du bétail dans les maisons ont pu aggraver la situation.

Les habitants démunis d'immunité ont été très sensibles à *P. falciparum* . En l'absence d'accès aux soins, la mortalité a pris une allure cataclysmique qui a révélé la gravité de la situation et déclenché un mouvement de solidarité internationale. Il a fourni les moyens de la lutte antipaludique actuelle qui maîtrisent la situation.

5 - LES EPIDEMIES DANS LE CONE SUD DE L'AFRIQUE

5.1 - LE CONE SUD

On désigne sous ce nom les états au Sud du 15ème parallèle : Namibie, Botswana, Zimbabwe, Mozambique, Swaziland, Afrique du Sud et Lesotho.

A l'exception du Mozambique et des plaines côtières d'Afrique du Sud et de Namibie, ce cône est constitué par un plateau précambrien, relevé au Sud Est, d'une altitude de 500 à 2.000 m qui culmine à 3.600 m au Lesotho. Le Botswana, au centre, est une cuvette entre 500 et 1.000 m où vient se perdre l'Okavango né en Angola. Le Zambèze, limite nord du cône est la grande voie d'eau de cette partie de l'Afrique. A son entrée au Zimbabwe il franchit un seuil rocheux de plus de 100 m aux Victoria Falls et en aval à Kariba, un barrage forme un lac de retenue de plus de 200 km de long ; c'est la plus grande masse d'eau douce de la région.

Le climat subtropical avec des pluies estivales (novembre à avril), humide dans les montagnes de l'est, est subdésertique au Botswana et en Namibie, qui constituent le désert du Kalahari. Ce n'est pas, botaniquement, l'homologue du Sahara car il est recouvert d'une steppe souvent arborée. Il a plutôt l'aspect du Sahel. Ailleurs, le pays est recouvert d'une savane arborée, naguère paradis des grands mammifères, transformée en zone d'élevage des bovins. Le Sud de l'Afrique du Sud a un climat méditerranéen. L'irrégularité des précipitations d'une année à l'autre est une caractéristique climatique majeure de cette région.

Les ressources minérales, en particulier or et diamant, procurent à l'Afrique du Sud, au Zimbabwe, au Botswana et à la Namibie des rentrées de devises fortes qui permettent un financement correct des services de santé. Une partie de la production agricole et des produits d'élevage est aussi exportée.

5.2 - LE PALUDISME ET LA LUTTE ANTIPALUDIQUE DANS LE CONE SUD

La conjonction de la latitude, de l'altitude et de la pluviométrie donnent au paludisme un aspect très hétérogène.

Au Mozambique, il est méso à hyper-endémique dans tout le pays.

En Namibie et au Botswana, il ne se manifeste que dans le nord de ces pays. Au Zimbabwe il était endémique dans les vallées et épidémique en altitude. Au Swaziland, on opposait les Lowlands, ravagées par le paludisme, aux Highlands où la maladie était absente. En Afrique du Sud, les plaines du Natal et les parties les moins élevées du Nord et de l'Est du Transvaal constituaient des zones endémo-épidémiques. Le reste du pays ainsi que le Lesotho étaient indemnes.

Le vecteur le plus répandu est *An. arabiensis* qui n'a qu'une compétence vectorielle limitée. *An. gambiae* semble absent de la région. *An. funestus* a une distribution focale irrégulière ; il a été éliminé de nombreux points de son aire d'extension par les opérations de lutte antipaludique.

La lutte antipaludique avait été une préoccupation majeure des services de santé du Zimbabwe (alors la Rhodésie du Nord) et de l'Afrique du Sud bien avant la 2ème Guerre Mondiale. De Meillon en 1936, faisait au Natal les premiers essais de traitements intradomiciliaires avec des pyréthrines naturelles ; les résultats furent spectaculaires et la méthode fut organisée dès 1938 (Le Sueur *et al.*, 1993) mais le produit n'ayant pas de rémanence, il fallait traiter chaque semaine.

Dès la fin des années 1940, l'Afrique du Sud, le Zimbabwe et le Swaziland entreprenaient des campagnes de lutte antipaludique qui furent marquées par des succès incontestables. Au Botswana, les mesures de lutte furent entreprises plus tard. Au Mozambique, il y eut de nombreuses campagnes mais elles ne couvrirent jamais la totalité du pays.

Actuellement des opérations de lutte antivectorielle sont encore exécutées dans ces pays, avec sérieux en Afrique du Sud et au Zimbabwe, avec plus ou moins de laxisme au Swaziland, en Namibie et au Botswana. Aussi des épidémies meurtrières ont elles été observées au Swaziland (1982 - 1984), au Botswana (1988), en Namibie (1990). Plusieurs flambées locales ont été également signalées au Zimbabwe et en Afrique du Sud.

Nous avons eu l'occasion de faire une mission pour l'OMS en 1987 au Botswana et au Swaziland, ce qui nous avait permis de comprendre les processus épidémiques du paludisme dans ces deux pays. Nous avons eu des informations sur la Namibie et l'Afrique du Sud au South African Institute for Medical Research à Johannesburg et auprès de l'OMS, Genève, et nous avons visité le Zimbabwe dans le cadre de cette étude.

5.3 - LE ZIMBABWE (Fig. 3)

Nous avons visité le pays du 17 au 24 mars 1994

5.3.1. Géographie et climat

D'une étendue de 390.000 km² le Zimbabwe est un plateau d'une altitude de 1000 à 2000 m qui s'abaisse au nord jusqu'à 800 m sur la vallée du Zambèze et au sud sur celle de la Limpopo. Ce socle précambrien contient des gisements métalliques et les mines d'or ont fait et font la richesse du pays.

Le climat est de type tropical d'altitude (cf. supra).

La végétation est une savane arborée qui supportait une faune sauvage remarquable. Elle ne subsiste que dans les parcs et réserves, où certaines espèces comme les rhinocéros ont néanmoins été décimées.

Tableau 11

Epidémies de paludisme au Zimbabwe

Year	Province	District	Areas
1961	Midlands	Gokwe	Mafungabusi
1972	Matabeleland N.		
1974	Manicaland	Buhera	Along the Save
1985	Matabeleland S.	Beitbridge	East
1986	Midlands	Gokwe	N.E. of Chereya
1986	Matabeleland S.	Beitbridge	Maninju (N.W.)
1986	Mashonaland C.	Rushinga	
1987	Midlands	Gokwe	around Chereya, Madziwadzido
1987	Mashonaland C.	Guruve	Plateau
1987	Matabeleland N.	Nyamamandhlovu	Tjolutjo
1987	Matabeleland N.	Hwange	
1988	Midlands	Gokwe	around Chereya, Madziwadzido
1988	Mashonaland C.	Guruve	Plateau
1988	Matabeleland S.	Bulilimangwe	North
1989	Manicaland	Makoni	Tanda, Mayo
1988	Matabeleland N.	Hwange	around the city
1988	Manicaland	Chipinge	Mt Selinda
1989	Midlands	Gokwe	around Chereya
1990	Manicaland	Nyanga	Elim
1990	Manicaland	Chipinge	Sale Valley
1991	Mashonaland C.	Centenary	Muzarabani
1991	Midlands	Gokwe	around Chereya
1992	Midlands	Gokwe	around Gokwe town
1992	Midlands	Kwekwe	around Empress Mine
1992	Manicaland	Chimanimani	

Ailleurs, l'élevage bovin très florissant occupe l'essentiel de l'espace et est en train de devenir la principale ressource du pays.

La population avoisine les neuf millions d'âmes ; les deux plus grandes villes Harare, la capitale, (ex. : Salisbury) et Bulawayo sont à des altitudes supérieures à 1300 m

5.3.2. Le Paludisme au Zimbabwe

Les vecteurs sont *An. arabiensis* et localement *An. funestus*. Le paludisme est partout instable. Même là où il y a des cas tous les ans comme à Gokwe, la population ne manifeste pas d'immunité et les adultes sont aussi touchés que les enfants.

Les documents disponibles ne m'ont pas permis de déterminer si cette situation est le résultat de 30 années de lutte antipaludique ou si d'emblée le paludisme présentait un tel caractère d'instabilité.

Schématiquement le pays se stratifie en trois étages suivant l'altitude (Leeson, 1931) :

- Zones d'endémies : Vallées du Zambèze et de ses affluents au Nord, vallées des tributaires de la Limpopo et de l'Océan Indien, au Sud et Sud-Est. Les vecteurs y sont présents toute l'année.

- Zones épidémiques d'extension : les vecteurs disparaissent en hiver, de juin à août, au dessus de 1000 m. A partir de septembre les femelles se dispersent et pondent. Le pic des vecteurs se situe entre février et mai après les pluies.

- Zones d'altitude, saines, généralement sans paludisme.

Les limites entre ces zones sont mobiles d'une année à l'autre suivant la pluviométrie et la température.

5.3.3. La lutte antipaludique

La lutte antivectorielle par pulvérisations intradomiciliaires de DDT a débuté dans les années 1950 et s'est poursuivie depuis lors sans tenir grand compte des politiques préconisées par l'OMS. En effet, le Zimbabwe est, avec l'Afrique du Sud, le seul pays d'Afrique tropicale qui assume les dépenses de la lutte antipaludique sans aide extérieure.

Actuellement, les zones traitées recouvrent tous les districts frontaliers à risque. Le DDT a été l'insecticide de base puis les pyréthrinoïdes, deltaméthrine et lambdacyhalothrine, sont entrés dans le circuit. Cette politique est en train de se modifier et le DDT, 60% moins cher, risque d'être le seul insecticide employé. D'autre part, on souhaite réduire les aspersion aux seules zones à risque.



Fig. 3 - LE ZIMBABWE

Ces traitements ont été très efficaces mais un paludisme résiduel à toujours persisté dans quelques foyers. Actuellement la prévalence parasitaire atteint 15% dans le district de Gokwe. D'après Taylor (comm. pers.) les causes de cette persistance sont difficiles à cerner. La faible densité de la population qui couche dehors est une des causes évoquées mais n'est pas totalement convaincante.

5.3.4. Les épidémies

Toutes les "épidémies" ont été relevées de 1961 à 1992 (tableau 11). Mais le nombre de cas n'est pas mentionné dans les documents disponibles. A partir de 1985, il y a eu des épidémies presque tous les ans. Elles se sont toutes produites dans des régions au-dessous de 1000 m, c'est à dire en principe, endémiques.

D'après Taylor (comm. pers.) ces bouffées de paludisme seraient dues à des défaillances des traitements, couverture insuffisante ou mauvaise application de l'insecticide.

Il n'y a pas eu d'épidémie dans les zones "intermédiaires" et encore moins dans les régions élevées, réputées salubres qui ne sont pas couvertes par les opérations de lutte. **L'augmentation de température de 1°C n'a donc pas eu d'incidence.**

La pluviométrie est en général une des causes principales des épidémies de plaine. Mais il y a eu des épidémies (tableau 11) en 1986 - 1987, années très sèches sous l'influence d'El-Niño. En 1991 et 1992, années de sécheresse, il y a également eu des épidémies. La liaison épidémie/pluviométrie est donc difficile à faire au Zimbabwe.

En fait, dans la plupart des cas on ne semble pas avoir affaire à des épidémies mais à des **résurgences de l'endémie lorsqu'elle n'est plus contenue par des mesures de lutte suffisantes.**

Mais l'anthropisation de l'environnement et le changement des comportements humains peuvent aussi être des causes d'épidémie, voire d'endémisation de la maladie comme le montre l'épisode de Mberengwa que nous avons eu l'occasion d'étudier.

5.3.5. L'épidémie de Mberengwa

Le service d'épidémiologie du Ministère de la Santé m'ayant demandé de porter un diagnostic sur une épidémie qui sévissait à 100 km au Sud de Mberengwa, nous nous y sommes rendus avec Mr Maunga, (Chief, Disease Control).

La zone concernée comprend les villages de Bonda et Vurasha, soit 30.000 âmes. Elle est située le long du lac de barrage de la Mundi à 100 km au S.W. de Mberengwa. Il n'y avait pas eu de cas de paludisme depuis 1974 dans cette région qui n'était pas traitée.

Un premier barrage à usage agricole fut construit il y a 30 ans ; un deuxième il y a cinq ans. Le lac de barrage est très poissonneux mais la pêche y est sévèrement réglementée.

L'épidémie débuta en janvier 1994. Elle a surtout touché les sujets des deux sexes de 15 à 25 ans habitant près du lac. Les enfants et les cultivateurs de tous âges ont été peu atteints.

Il semble bien que la plupart des malades soient des pêcheurs qui braconnent dans le lac, la nuit, pour tourner les règlements administratifs. Le faible nombre de cas chez les enfants qui dorment à la maison, privilégie l'hypothèse d'une transmission sur les lieux du braconnage mais on ignore quel peut-être le vecteur. Cette recherche revient au Blair Institute d'Harare qui n'a pas manifesté beaucoup d'empressement jusqu'ici. Notre passage a été trop rapide pour que nous puissions étudier les vecteurs, mais *An. arabiensis* est fortement soupçonné ; en effet, *An. funestus*, très endophile aurait provoqué une transmission dans les maisons qui n'aurait pas épargné les enfants.

La recherche de l'origine du parasite est guidée par sa résistance à la chloroquine. Cette résistance est très localisée au Zimbabwe, en particulier dans la région de Gokwe. Or, des pêcheurs originaires de cette région se sont installés dans la zone épidémique depuis quelques mois. Il semble bien que ce soit la création du lac de retenue puis son braconnage qui soient à l'origine de l'épidémie de Mberengwa.

5.3.6. Conclusions sur l'origine des épidémies du Zimbabwe

Pour autant que nous puissions en juger les épidémies du Zimbabwe ne sont pas dues à un quelconque réchauffement. **Les défaillances des traitements insecticides en sont la cause principale**, mais des phénomènes anthropiques locaux, quelquefois inattendus, comme le braconnage ont aussi une part de responsabilité.

5.4 - LE BOTSWANA

Nous avons visité le Botswana du 20 juin au 10 juillet 1987, au cours d'une mission exécutée pour le Bureau Régional pour l'Afrique de l'OMS¹¹. La saison (hiver austral) ne se prêtait guère aux observations directes sur le paludisme mais les informations recueillies et les contacts noués nous ont

¹¹Mouchet, J. - Report on a mission in Botswana. 21 juin-10 juillet 1987 - OMS/AFRO : 33p.

permis d'avancer une explication de l'épidémie de 1987 - 1988. En effet nous avons travaillé en étroite collaboration avec le secteur médical de Kasane alors tenu par le Dr Duprat de la Coopération française.

5.4.1. Le Paludisme au Botswana

Le Botswana, ex Protectorat du Bechuanaland, est une cuvette où viennent se perdre les rivières issues des hauteurs voisines. Si le delta de l'Okavango, véritable oasis est célèbre pour sa flore et sa faune, il n'est pas un cas isolé de cours d'eau qui se perdent dans les sables. Au nord, le pays est bordé par la rivière Chobe qui rejoint le Zambèze en amont des Chutes Victoria.

Le climat est du même type qu'au Zimbabwe. La pluviométrie varie de 250 à 500 mm mais il y a de très grosses différences d'une année à l'autre avec des sécheresses catastrophiques qui mobilisent les médias.

La végétation est une steppe claire, allant jusqu'au désert. Le pays se partage entre des parcs nationaux, où subsiste une faune sauvage très riche et des zones d'élevage. Le cheptel bovin dépasse en nombre celui des habitants (deux millions contre un million cinq cent mille).

En dehors de la production de viande, la principale ressource du pays est le diamant qui fournit un apport très important de devises fortes.

Le paludisme est cantonné dans la moitié nord du pays (au nord de Francistown) ; il se présente en foyers dont les deux principaux sont celui de Maun (delta de l'Okavango) et celui de Kasane (Chobe).

Le vecteur de ce paludisme éminemment instable est *An. arabiensis*. *An. funestus* est une rareté et la présence d'*An. gambiae* s.s. est contestée (Ali, comm. pers.).

La lutte antipaludique est décentralisée au niveau de chaque province et dirigée par des assistants sanitaires. Toute la population à risque est censée être protégée par des traitements intradomiciliaires au DDT. Mais le semi-nomadisme de la majorité d'entre elle, sa faible densité, son éloignement des voies de communication, et l'absence d'évaluation jettent une incertitude quand au pourcentage de personnes réellement protégées.

5.4.2. L'épidémie de 1987 - 1988

En 1987 -1988 une épidémie meurtrière a déferlé sur le pays. Bien que l'OMS en fasse largement état, il n'a pas été possible de se procurer une information fiable, sur son déroulement.

PALUDISME EN NAMIBIE

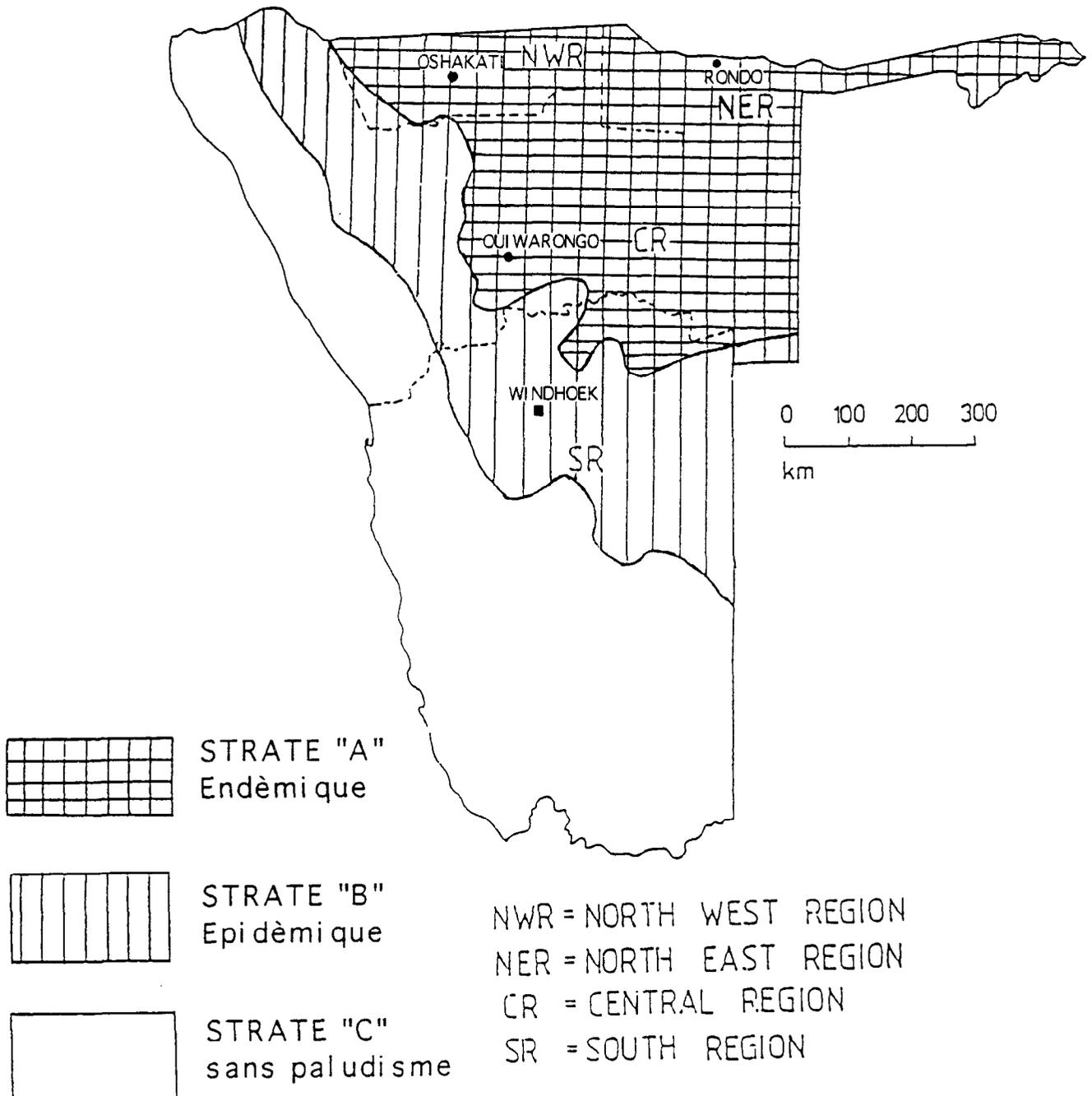


Fig. 4

Le Dr Duprat nous a confirmé le caractère très meurtrier de cet épisode. Au moins 70 personnes seraient décédées du paludisme à l'hôpital de Kasane qui couvre 5.000 personnes, entre décembre 1987 et janvier 1988.

L'hypothèse climatique est la plus vraisemblable. Une pluviométrie abondante a succédé à deux années de sécheresse. Les activités de lutte antipaludique n'avaient pas changé et aucune modification majeure de l'environnement n'était intervenue.

En 1995-96, une épidémie tout aussi meurtrière a ravagé le pays. Elle s'inscrivait dans le même scénario, des pluies très abondantes ont succédé à une période sèche (M. Coetzee, comm. pers.).

5.5 - LA NAMIBIE (Fig. 4)

La Namibie (ex Sud Ouest Africain) est un pays de 825.000 km² peuplée d'1,5 million d'habitants. C'est un plateau d'une altitude de 1000 à 2000 m bordé d'une étroite plaine côtière.

La pluviométrie varie de 20 mm au sud à 600 mm au nord. Elle est très faible sur la côte longée par le courant froid de Benguela. Leur régime est tropical austral, caractérisé par de très grandes différences d'une année à l'autre.

La végétation liée aux précipitations, désertique dans le sud et sur la côte, elle est constituée par une savane arborée dans le nord et l'est. C'est d'ailleurs dans cette partie que réside les deux tiers de la population.

Les premières informations sur le paludisme ont été fournies par De Meillon (1951). Il notait une situation hyperendémique dans le nord et dans l'enclave de Caprivi le long des frontières d'Angola et de Zambie. Puis l'endémicité diminuait rapidement en allant vers le sud pour laisser place à de larges zones sans risque épidémique dans le centre, puis sans paludisme au sud et à l'ouest. Les vecteurs étaient *An. gambiae* s.l. et *An. funestus*, localisé le long de la rivière Kawango. Suivant la pluviométrie la prévalence variait de 5 à 50% dans la même localité : le paludisme était particulièrement instable. Le parasite très largement dominant était *P. falciparum* mais on trouvait 1% de *P. vivax*, chez les Bushmen.

En 1966, la Namibie fut incorporée dans le programme de lutte antipaludique d'Afrique du Sud et des pulvérisations intradomiciliaires de DDT furent exécutées jusqu'en 1988. Le paludisme diminuait rapidement et fut maintenu à un niveau très bas, même dans le nord du pays, jusqu'en 1990.

Après 1990 une situation épidémique se développait dans le Nord. D'après Kassatsky (1994)¹², elle était due à l'importation massive de gamétocyte par les réfugiés de retour d'Angola et par la suppression de la lutte antivectorielle. La maladie revenait à son niveau d'avant 1966 mais il n'y avait aucun phénomène particulier à invoquer. Au plan entomologique *An. funestus* semble avoir disparu. Le complexe *An. gambiae* est surtout représenté par *An. arabiensis*. *An. gambiae* s.s. ne représentait que 3% des spécimens du complexe sur la bordure nord (frontière d'Angola).

La stratification du paludisme fait ressortir les 3 strates (fig. 4) : endémique, épidémique et sans paludisme, déjà vue par De Meillon (1951).

5.6 - AFRIQUE DU SUD (Fig. 6)

5.6.1. Historique

L'Afrique du Sud a une longue et brillante tradition d'étude et de lutte contre le paludisme qui sévit dans les deux provinces du Kwazulu/Natal et du Transvaal. Le South African Institute for Medical Research de Johannesburg en a été l'animateur permanent. Ses riches archives nous ont été ouvertes par le Dr Maureen Coetzee que nous remercions.

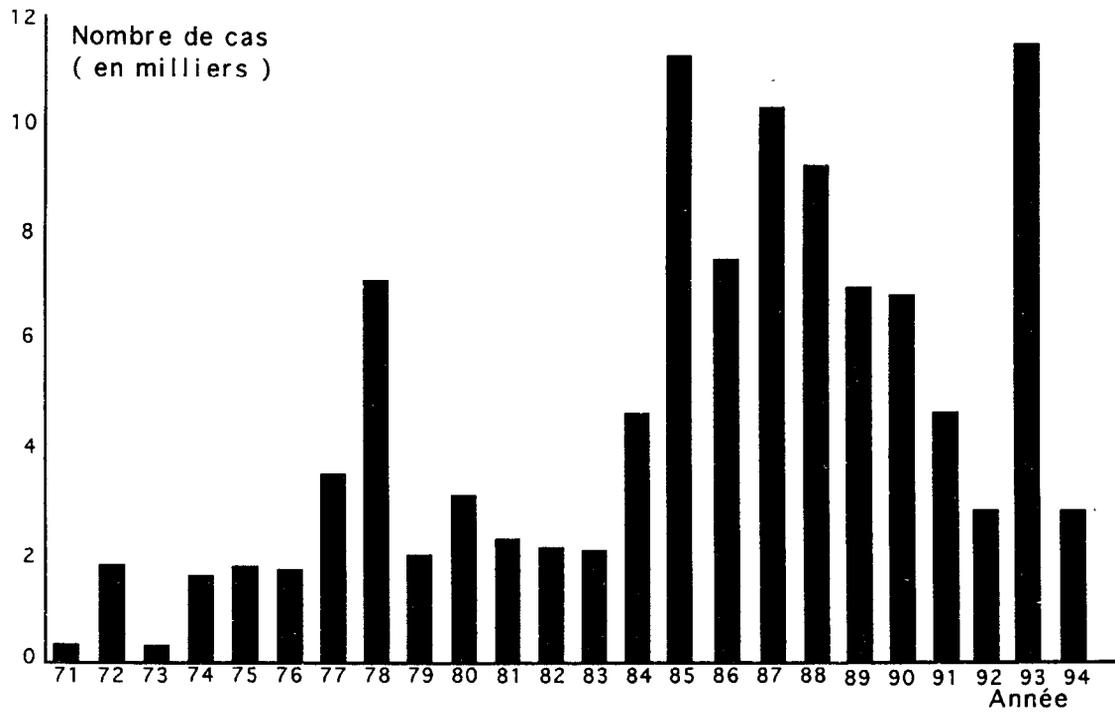
Les fermiers du XIX^e siècle connaissaient bien les zones impaludées et avaient même identifié un indicateur botanique, le «fever tree», *Acacia xanthophloea*.

La maladie était endémique dans le Natal et les basses terres du nord et de l'ouest du Transvaal. Les épidémies s'étendaient sur les hautes terres jusqu'au voisinage de Pretoria.

De 1927 à 1947 des épidémies plus ou moins graves selon les années se sont succédées. Deux types de situations étaient identifiées. Au Natal et dans les parties basses du Transvaal, le vecteur était *An. gambiae* s.l. (*An. arabiensis*), lié aux précipitations. Durant les années de forte pluviométrie, surtout si elles succédaient à des années sèches, éclataient de février à mai des épidémies très meurtrières (Le Sueur *et al.*, 1993). Dans les plantations de canne à sucre du Natal elles touchaient plus sévèrement les Indiens que les Bantous (Swellengrebel *et al.*, 1931). A ces foyers de plaine, s'opposaient les foyers des contreforts montagneux, des Drakensberg où le vecteur était *An. funestus* qui se développait dans les ruisseaux.

¹² National policy, Strategy, administrative and operational structures of the National Vector-Borne Disease control programme, Ministry of Health and Social Services - 1994 : 26p.

Figure 5 : INCIDENCE DU PALUDISME EN
AFRIQUE DU SUD DE 1971 À 1994



Extrait de : Report on malaria control programme. Dpt of Health, South Africa, August 1994.
(données incomplètes pour 1994)

La lutte antilarvaire préconisée par les auteurs précédents a certainement contribué à diminuer le poids de la maladie mais elle n'a pas empêché les épidémies.

De Meillon (1936), dans les foyers d'*An. funestus* du Transvaal notait que le site de contamination était la maison et proposait de lutter contre les anophèles adultes par des pulvérisations intradomiciliaire de pyréthrine. Le produit n'ayant pas de rémanence elles devaient être renouvelées toutes les semaines. Cette méthode resta localisée du fait de son coût et de ses exigences logistiques mais les résultats furent très bons.

Ce qu'il faut retenir de ces essais, c'est qu'ils furent un modèle pour les traitements domiciliaires au DDT qui devaient bouleverser la carte du paludisme dans le monde.

A partir de 1947 le DDT fut d'ailleurs utilisé en Afrique du Sud.

5.6.2. Situation actuelle

La lutte antipaludique basée sur les pulvérisations de DDT associées au traitement des cas et à une bonne surveillance épidémiologique, fut un succès.

En 1971 on ne recensait plus que 350 cas¹³.

Une première poussée de l'ordre de 3 500 cas fut observée en 1978 suivie d'une régression jusqu'en 1983. Puis en 1985 il y eut une explosion de 12 000 cas suivie d'une lente régression et d'une brusque poussée en 1993, analogue à celle de 1985 (fig. 5).

Les zones à risque se sont rétrécies depuis 1940 excluant le plateau du Transvaal. Si l'on parle toujours d'*An. arabiensis* comme responsable de transmission on ne mentionne plus *An. funestus* qui semble avoir disparu.

Les poussées de paludisme sont attribuées à des pluviométries élevées succédant à des périodes de sécheresse qui ont détruit la végétation herbacée, favorisant la création ultérieure de gîtes à *An. arabiensis*. Nulle part n'est invoquée une augmentation de température. De plus, l'arrivée de travailleurs mozambicains infectés a contribué à reconstituer le réservoir de parasites.

¹³ Report of Malaria control Programme. Dept. of Health - South Africa, August 1994.

5.7 - LE SWAZILAND (Fig. 6)

Nous nous sommes rendus au Swaziland, juste avant d'aller au Botswana en juin 1987, à la demande également du Bureau Régional de l'OMS pour l'Afrique¹⁴. La principale préoccupation des autorités sanitaires était alors l'épidémie ou plutôt la remontée du paludisme qui remplissait dispensaires et hôpitaux.

5.7.1. Paludisme et lutte antipaludique au Swaziland

Le Swaziland est un pays de 17.400 km², peuplé de 600.000 habitants, enclavé entre l'Afrique du Sud et le Mozambique. Il se divise en deux régions très contrastées, les montagnes au-dessus de 1000 m au climat rude (il neigeait à Mbabale, la capitale lors de notre arrivée) et le Lowveld, au-dessous de 500 m à climat tropical où le paludisme était hyper-endémique avant 1945 (60% I.P.). Dans cette zone à risque, vivent 300.000 personnes.

Les opérations de lutte antivectorielle débutèrent dès 1946, sous l'impulsion du Dr Mastbaum. Elles furent d'emblée un succès et en 1955, le Swaziland, était présenté comme un modèle, à la deuxième Conférence Africaine du Paludisme, à Lagos. Si l'éradication ne fut pas obtenue, en raison en particulier du voisinage du Mozambique, la maladie fut ramenée à un niveau très bas, de quelques cas par an, grâce à des traitements intradomiciliaires annuels de DDT à 2g/m². On notait quelques poussées, inférieures à une centaine de cas, les années de forte pluviométrie. Cette situation satisfaisante se maintint jusqu'en 1980.

5.7.2. La reprise épidémique

A partir de cette date, on nota une reprise sérieuse de la transmission : 3.000 cas étaient déclarés en 1984, 2.000 en 1985 et 1986. Il y a de bonnes raisons de penser que ces chiffres sont très sous-estimés. Dans un dispensaire couvrant 12.000 personnes, tenu par une infirmière compétente et motivée, plus de 1.000 cas avaient été diagnostiqués en 1986 - 1987 ; 70 d'entre eux étaient des paludismes cérébraux graves. Ils touchaient toutes les classes d'âge étant donné l'absence d'immunité de la population.

Le seul vecteur, actuellement identifié, est *An. arabiensis*, car *An. funestus* a disparu dès les années 1950, à la suite des traitements insecticides.

Un rapport de Fontaine et al.¹⁵, (1987), attribuait la remontée du paludisme à l'abandon des pulvérisations intradomiciliaires systématiques à

¹⁴Mouchet, J. - Report on a mission in Swaziland. 14 - 21 juin 1987 - OMS/AFRO : 19p.

¹⁵Fontaine R., Heyneman D. and Manba C. - Malaria in Swaziland, WHO Report, 1987.

Zones à risque palustre en Afrique du Sud et au Swaziland

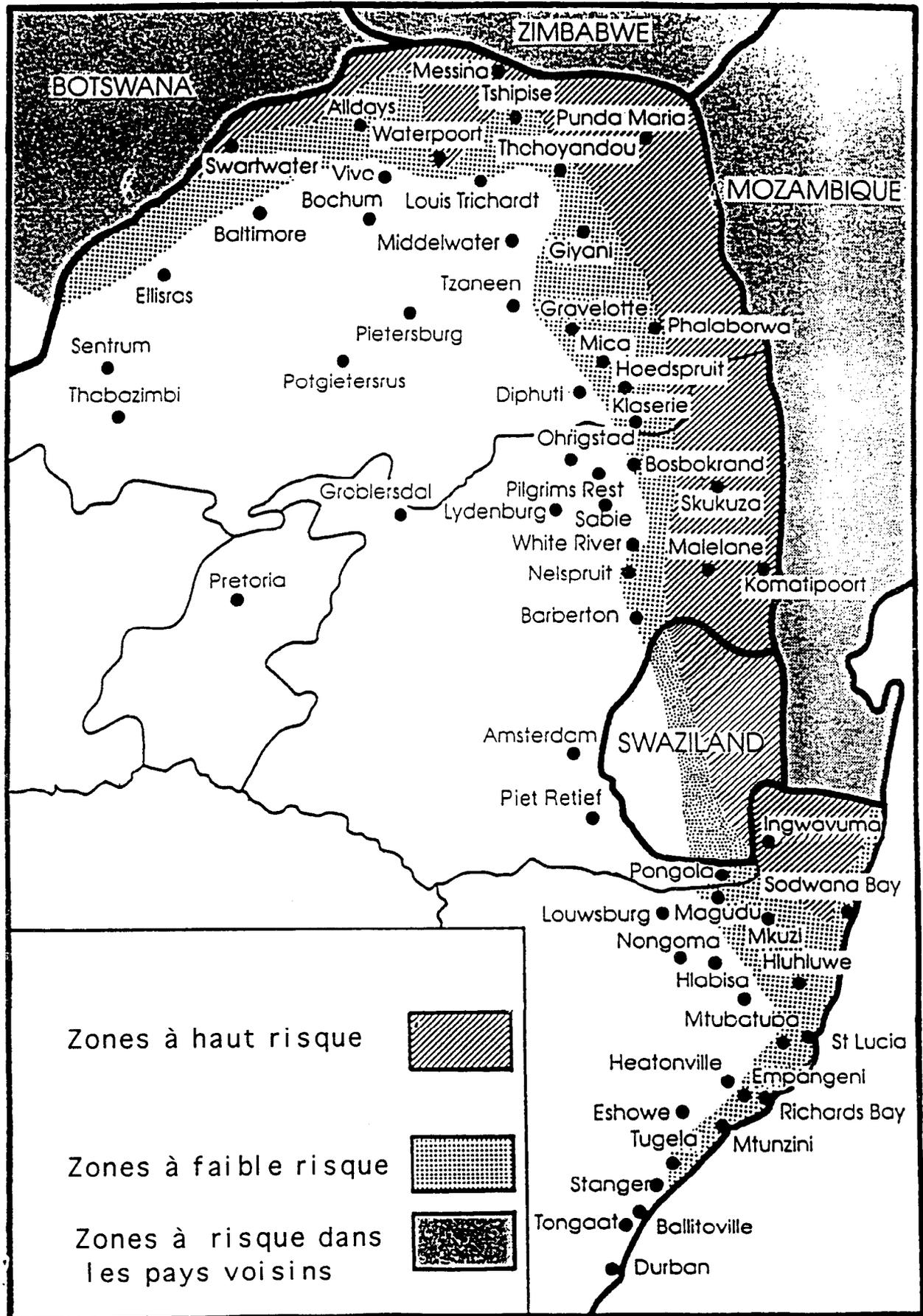


Fig. 6

partir de 1980. Les essais de décentralisation des traitements, exécutés par des agents cyclistes, à partir de 1980, semblent tenir du folklore. Quelques essais de suspension des traitements dans les années 1970 s'étaient déjà traduits par la reprise de la maladie.

La région à risque est couverte de plantations de canne à sucre qui ont leurs propres services médicaux. La recrudescence du paludisme et la résistance à la chloroquine du parasite, leur a posé de sérieux problèmes. Aussi en 1988, les pulvérisations intradomiciliaires furent-elles reprises avec l'aide de l'Afrique du Sud. Il semble que l'épidémie ait été jugulée (Hansford, comm. per.).

Ceci nous incite à faire nôtre les conclusions de Fontaine *et al.*, (1986) qui voyaient dans l'interruption des mesures de lutte antivectorielle les causes de la résurgence du paludisme.

6 - LES EPIDEMIES DANS LES HAUTES TERRES D'AFRIQUE CENTRALE (Fig. 7)

Depuis une quinzaine d'années une recrudescence du paludisme est rapportée de la plupart des pays d'Afrique Centrale. Au Rwanda, une étude de Loevisohn fait état d'une corrélation du paludisme avec une augmentation de la température. Du fait des événements dramatiques qui s'y sont déroulés nous avons dû annuler notre mission. Nous avons, par contre, pu faire plusieurs visites dans le sud-ouest de l'Ouganda qui présente des caractéristiques géographiques et climatiques très voisines du Rwanda. En Ethiopie, nous avons pu avoir accès aux données climatiques mais les renseignements épidémiologiques ont été très ténus.

6.1 - L'OUGANDA

6.1.1. Géographie

L'Ouganda, est un pays enclavé, qui s'étend sur 250.000 km², de part et d'autre de l'équateur, en fer à cheval, au nord du Lac Victoria. La population est de 15 millions d'âmes.

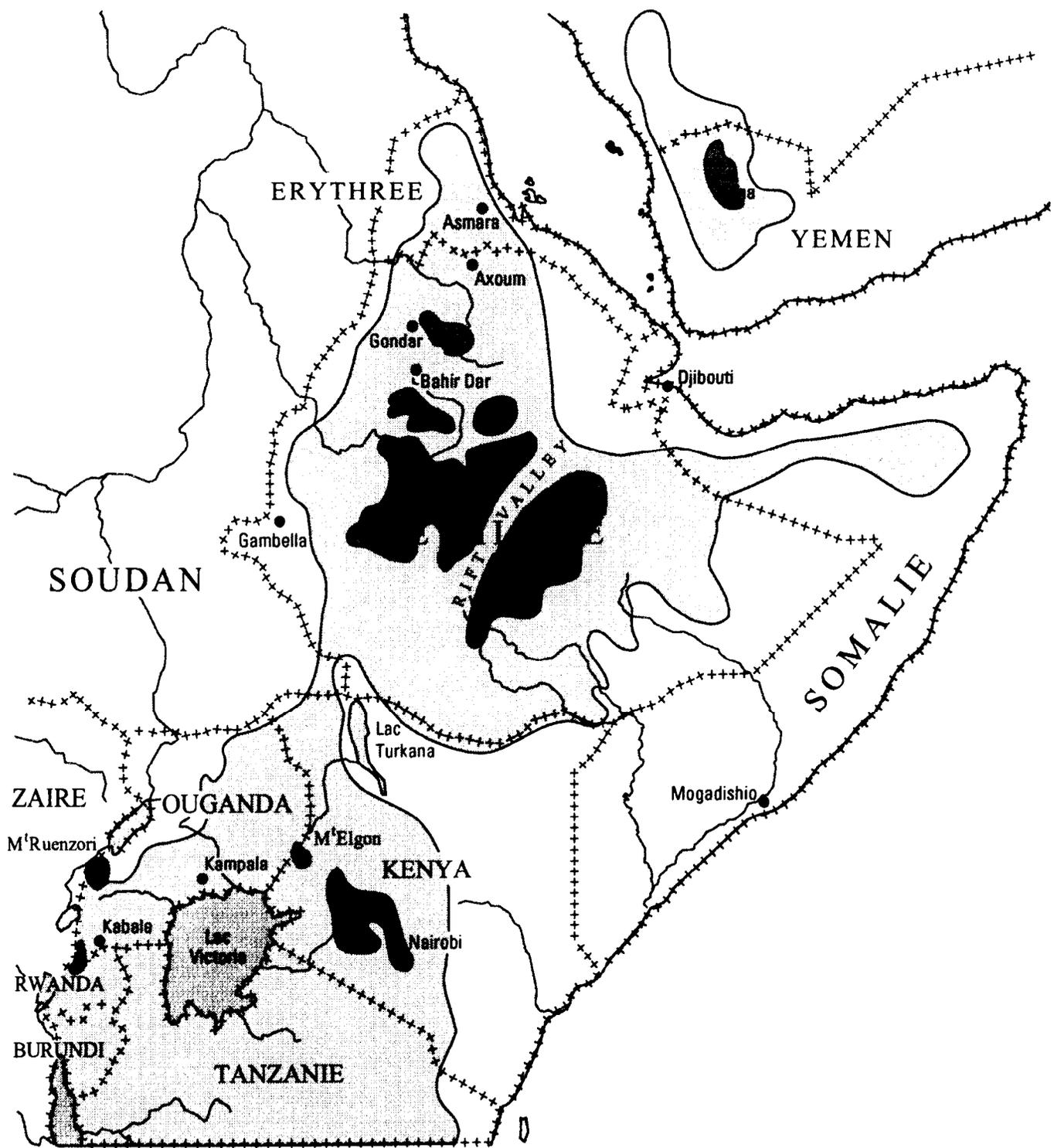
Il est constitué par un plateau très ancien, d'une altitude moyenne de 1000 à 1200 mètres, sur lequel se dressent des massifs volcaniques culminant à plus de 4000 m ; Mont Elgon à l'Est, Ruwenzori à l'Ouest, chaîne de volcans au Sud. Cette dernière se prolonge par une série de dégradés entre la frontière Rwanda - Zaïre et la région de Mbarara. Ils sont constitués de croupes atteignant plus de 2000 m entaillées de vallées très ouvertes qui s'étagent de 1500 à 2000 mètres.

Ces plateaux du Sud-Ouest de l'Ouganda, au sol volcanique fertile, sont très densément peuplés (comme le Rwanda voisin) surtout par l'ethnie bantou Bachinga. La croissance démographique est une des plus fortes du monde. Elle nécessite la mise en valeur de nouvelles terres et provoque une forte émigration de jeunes.

Les cultures vivrières occupent les fonds des vallées et tendent à remplacer les marais de papyrus. Les bananiers s'étagent sur les flancs des montagnes sur plusieurs centaines de mètres.

Le Mont Elgon et le Ruwenzori, au contraire, sont des massifs isolés qui tombent sur la plaine par de fortes pentes.

Le climat est de type équatorial avec de faibles amplitudes thermiques nyctémérales et saisonnières. Les précipitations se produisent toute l'année avec deux répits en décembre/janvier et juin/juillet pour la partie au Sud de l'Equateur. Nous reviendrons sur les facteurs climatiques dans le Sud-Ouest du pays dans le cadre de leur incidence sur le paludisme.



- Au dessus de 1000 mètres
- Au dessus de 2000 mètres

Fig. 7- L'AFRIQUE DE L'EST

6.1.2. Le paludisme en Ouganda et la mise en place de nos recherches

Les figures 8 et 9, tirées de McCrae (1975) montraient une hyperendémicité dans la majeure partie du pays. Par contre, au-dessus de 1500 mètres dans le Sud-Ouest, dans la région de Kabarole, autour du Ruwenzori et du Mt Elgon, l'endémicité était faible et le paludisme considéré comme instable, donc susceptible de provoquer des épidémies. Ce sont précisément les zones qui intéressent notre étude.

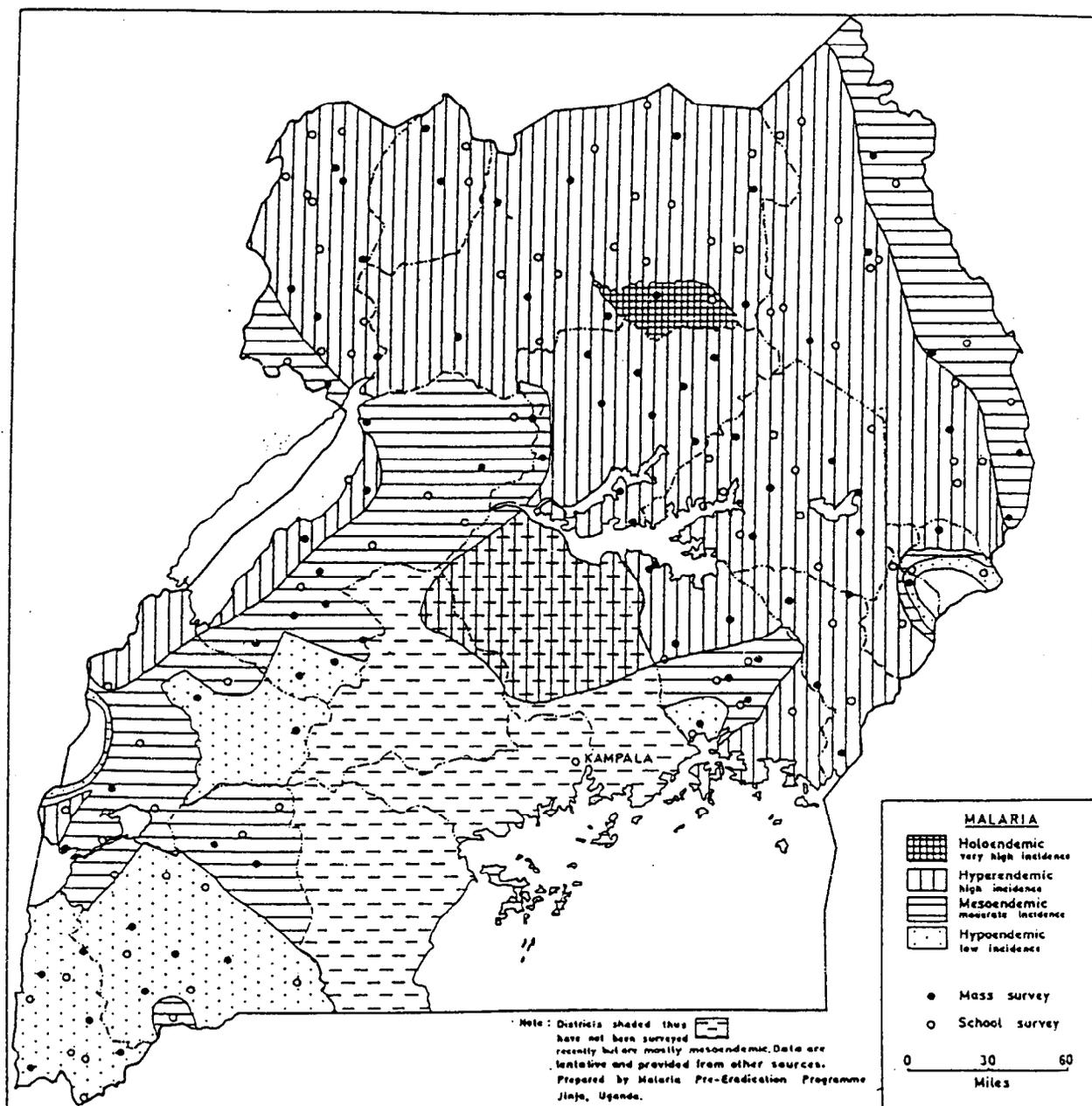
Entre la fin de la Deuxième Guerre mondiale et 1970, de nombreuses études ont été consacrées au paludisme en Ouganda mais la plupart intéressaient les zones hyperendémiques. Celles consacrées aux régions épidémiques se comptent sur les doigts d'une main. Garnham *et al.*, (1948), rapportaient une épidémie à Kabale. De Zulueta *et al.* en 1964, faisaient part des recherches dans la région du Lac Bunyonyi et des résultats des traitements intradomiciliaires. Aboul-Nasr (1969) interprétait avec beaucoup de liberté les observations entomologiques. McCrae (1975) synthétisait les données disponibles dans un panorama d'ensemble du paludisme en Ouganda.

Depuis quelques vingt ans, l'information fait défaut suite à une désaffection des services de santé pour le paludisme dont le traitement s'inscrit naturellement dans le cadre des systèmes de soins de santé primaires, objet de leur sollicitude. D'autre part, les troubles sanglants qui ont secoué le pays ont désorganisé les services publics ; les organismes de santé n'ont pas échappé à cette tornade. Un redressement spectaculaire est visible d'année en année. Le collationnement des données par les districts (District Medical Officer, DMO) a longtemps laissé à désirer mais s'améliore. Cependant le diagnostic du paludisme, porté seulement sur les signes cliniques, sans contrôle parasitologique est particulièrement sujet à erreur. Aussi, les statistiques officielles ne permettent-elles pas de suivre l'évolution de la maladie au cours des 30 dernières années, en particulier dans les zones instables de montagne.

Lors de notre première visite en août 1994 les dirigeants du Center for Disease Control (CDC) (Dr Mpigika, Dr B. Mpeka & Dr P. Langi) nous communiquèrent leurs informations les plus récentes qui faisaient état de deux épidémies, à Kapchorwa sur les pentes du Mt Elgon et à Kanungu, dans le district de Rukungiri. De plus, une visite à l'Office National de Météorologie nous appris que la seule station située en zone épidémique disposant de données complètes depuis 30 ans était Kabale. Nous avons pu obtenir ces données ultérieurement.

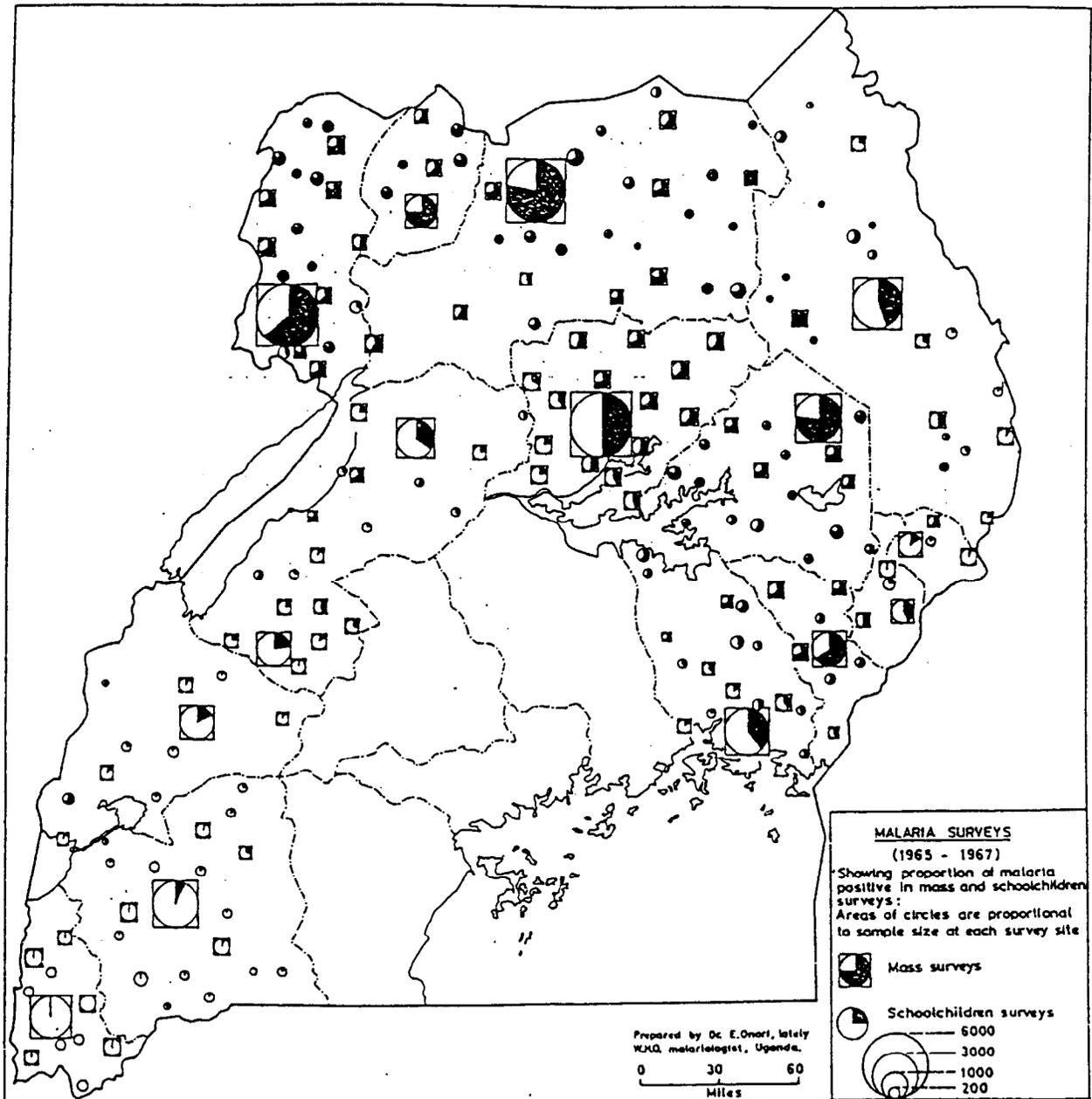
Nous avons visité les zones épidémiques de Kapchorwa et de Kanungu, où nous avons reçu un très bon accueil des D.M.O. et l'aide des "Health Inspectors". Au cours de cette visite, nous avons découvert l'Hôpital de Kisizi, où nous avons basé nos études ultérieures.

Fig.8 - Stratification du Paludisme en Ouganda



D'après McCrae, 1975

Fig.9 - Indices parasitaires en Ouganda



D'après McCrae, 1975

En décembre 1994, nous avons rencontré à Paris, M. A.W. Onapa, entomologiste, chef du Vector Control Unit, qui nous a fait part de son désir de reprendre les études. Trois missions furent exécutées avec lui dans le Sud Ouest de l'Ouganda en février et septembre 1995 ainsi qu'en juin 1996.

6.1.3. L'épidémie de Kapchorwa

Kapchorwa est un chef lieu de district sur le flanc Nord-Est du Mt Elgon, à une altitude de 2000 m. C'est une région très peuplée qui vit de la culture de la banane, de l'orge et du café.

La région est très arrosée et il pleut presque tous les jours (1.500 mm). La moyenne des températures maxima oscille entre 22°C et 25°C, celles de minima entre 10°C et 12°C. L'avis général est que la température s'est adoucie au cours des 20 dernières années. Ceci pourrait se vérifier à la petite station météorologique de Forest Camp, qui est tenue par l'Office des forêts.

A l'Hôpital de Kapchorwa, le Dr Darfoor s'est montré très coopératif. D'après la rumeur (car le médecin n'est arrivé qu'il y a un an) il n'y avait pas de paludisme à Kapchorwa.

Sur les six premiers mois de 1993, on note une progression de 13 cas en janvier à 181 cas en juin. Mais ceci n'est pas significatif car juin est toujours le mois où il y a le plus de cas. On note que 70% des cas sont des adultes de plus de 16 ans avec une majorité d'hommes. Ceci laisse à penser que la maladie est liée aux activités professionnelles. Effectivement, la plupart des cas viennent de Forest Camp où il y a une exploitation forestière. Le nombre de paludismes cérébraux est élevé : 61 pendant les six mois, et toutes les classes d'âge sont atteintes (un cas chez un homme de 70 ans) ce qui signe l'absence d'immunité.

Evidemment le diagnostic n'est pas confirmé parasitologiquement et il faut prendre cette information avec une extrême prudence comme le souligna le Dr Darfoor lui-même.

Forest Camp est à 35 km au Nord-Est de Kapchorwa, à la même altitude semble-t-il. C'est un centre d'exploitation de la forêt de cyprès (*Cupressus lusitanica*) plantée il y a une quarantaine d'années qui atteint son plein rendement. L'infirmier du dispensaire, en poste depuis plus de dix ans, dit que le nombre de cas de paludisme a beaucoup augmenté. Mais il n'a pas augmenté sur ses registres (très bien tenus) de 1988 à 1993. Sur 25 consultants, par jour, une dizaine seraient atteints de paludisme mais le diagnostic semble pour le moins léger.

D'après le District Officer, il y aurait une montée du paludisme mais la preuve est difficile à apporter en l'absence de documents antérieurs à 1993.

La présence de cas chez des enfants qui n'aurait pas quitté la région plaide en faveur d'une transmission locale. Mais peut-on confirmer qu'ils ne sont pas descendus avec leurs parents sur le Plateau, zone hyper-endémique. En effet, les échanges sont très importants entre Forest Camp et le Plateau d'où la plupart des ouvriers sont originaires.

En l'absence de toute information entomologique supportant l'hypothèse d'une transmission locale il est difficile de conclure. Les exemples du Rwanda (Gascon & Pluymaekers, 1983) et du Burundi (Van der Stuyft *et al.*, 1993) où la plupart des cas étaient importés, renforcent notre méfiance.

S'il semble possible d'obtenir des relevés météorologiques sur plus de 20 ans, il sera par contre impossible d'obtenir des statistiques sanitaires fiables sur les deux dernières décennies. Dans ces conditions toute étude serait entachée d'une grande part d'incertitude qui discréditerait les résultats.

6.1.4. Les épidémies du district de Rukungiri

Une épidémie a débuté autour du village de Kanungu en 1989 et a explosé en 1990. Elle a baissé en 1991, a eu une recrudescence en 1992. On a alors procédé à un traitement de masse de la population. En 1988, il y avait très peu de cas au dispensaire - trois pour l'année - mais il y avait aussi très peu de consultants car il n'y avait pas de médicaments. En 1989, il y a eu de 400 à 700 cas par mois et on a ouvert un registre spécial, 80% des cas étaient des adultes mâles.

On a pensé que le paludisme était liée à l'exploitation aurifère dans la vallée au pied du village. Les trous creusés par les chercheurs d'or se remplissent d'eau et forment de bons gîtes. De plus, comme cette activité est illégale, les mineurs travaillant de nuit sont directement exposés aux piqûres d'anophèles. Le fait que 80% des cas soient des adultes mâles soutient l'hypothèse d'une maladie professionnelle et d'une transmission extérieure. En effet, il y a peu de cas chez les enfants et les femmes qui ne sortent pas du village situé à une certaine distance au-dessus de la vallée.

Cette hypothèse d'une transmission exophile suppose que les anophèles se reposent à l'extérieur. Or, à cette altitude de plus de 1600 m, la température moyenne dépasse de peu les 18°C et est même souvent inférieure.

L'enquête entomologique menée par A.W. Onapa a permis de capturer un seul *An. gambiae* s.l. en 20 maisons ce qui plaiderait pour un comportement exophile de cette espèce. Avec les "light traps" seul *An. chrystyi*, une espèce non vectrice a été capturée.

Il faut rappeler qu'en 1960, une petite poussée de paludisme était signalée à Kanungu¹⁶ ; les étangs de pisciculture avaient alors été mis en cause.

En 1990, il y a eu aussi une épidémie à Kiziba, dans le sous-comté de Rutenga à une altitude supérieure à 1800 m. Cette région est considérée comme très froide. L'exploitation aurifère serait aussi responsable de cette explosion de paludisme.

A priori, aucun facteur climatique ne peut être invoqué dans ces deux épisodes épidémiques.

6.1.5. Le paludisme dans les régions de Kisizi et de Kamwezi

En 1995, nous avons décidé de travailler dans la région de Kisizi du fait de la présence d'un hôpital fonctionnant depuis 30 ans. Il se trouve à la limite des districts de Rukungiri et de Kabale.

En juillet 1994, une forte épidémie avait ravagé tout le sud des districts de Rukungiri et de Kabale. Evidemment, elle avait sa traduction dans les statistiques de l'hôpital (fig. 10). L'ampleur du phénomène nous a amené à étendre nos investigations au district de Kabale (Kamwezi) d'autant que des études y avaient déjà été menées par Garnham & Wilson en 1948, puis par l'équipe OMS dirigée par de Zulueta de 1958 à 1964.

6.1.5.1. Historique des travaux précédents

En 1919, des cas de paludismes étaient rapportées de la région du Lac Bunyonyi (in de Zulueta *et al.*) à 1900m d'altitude.

En 1948, Garnham *et al* signalaient une épidémie dans la vallée de Kabale. En 1959 et 1960, de Zulueta *et al.* (1964) ne trouvaient plus trace de paludisme puis en 1961 ils retrouvaient des porteurs de parasites.

Lorsque débuta le Programme d'éradication de l'OMS, le paludisme semblait focalisé autour des lacs Bunyonyi et Mutanda à plus de 1800 m d'altitude. Il était transmis par *An. funestus*, fortement endophile, ce qui expliquait que la transmission puisse se réaliser au-dessus de 2000 m. Le paludisme n'était pas limité par la température du fait du comportement du vecteur mais par la présence de gîtes larvaires adéquates. Après deux ans de traitements intradomiciliaires *An. funestus* et le paludisme disparurent ce qui n'était pas inattendu (Zulueta *et al.*, 1964).

Une troisième région avait été traitée autour du Lac Kimbugu aux environs de Kisizi. L'information sur cette troisième région est limitée aux

¹⁶ Rapport annuel du Programme OMS d'éradication du Paludisme, 1961.

rapports du Programme d'éradication du paludisme. Les vecteurs étaient *An. gambiae* et *An. funestus*. Le paludisme atteignait la méso-endémicité. La région fut protégée par des pulvérisations intradomiciliaires de DDT de 1963 à 1966. Après le traitement, *An. gambiae* s.l. restait abondant mais *An. funestus* aurait été remplacé par *An. rivulorum*, affirmation peu vraisemblable qui n'engage que son auteur (Aboul Nasr, 1969) (23).

Ainsi que le montre la figure 9, dressée par McCrae (1975), la majorité des plateaux du Sud Ouest Ouganda était libre de paludisme, celui-ci se concentrait dans des foyers, malheureusement mal délimités : l'un de ceux-ci était Kisizi

6.1.5.2. Le paludisme à travers les statistiques de l'hôpital de Kisizi

L'hôpital de la mission Anglicane de Kisizi a été fondé en 1964. Il est situé au fond d'une vallée à 1650 m d'altitude (5.500 pieds). Depuis sa fondation il n'a cessé de s'agrandir et d'élargir sa clientèle surtout à partir de 1975 lorsque les services sanitaires commencèrent à se dégrader. En 1992, il a assuré 22.344 consultations et 5.700 hospitalisations. On estime qu'il couvre une population d'environ 60.000 personnes. Mais à ses débuts il ne drainait probablement que 20.000 personnes, peut-être moins, d'après les soignants qui ont assisté à son évolution.

Aussi lorsqu'on se réfère au tableau 12, faut-il prendre en considération l'accroissement du nombre des consultants.

Les informations sur le nombre de cas notifiés par l'hôpital parmi les consultants externes sont colligés au tableau 12. Il manque la période 1977-1990 pendant laquelle les rapports au D.M.O. n'étaient pas exigés. Pour pallier cette lacune, de 1982 à 1994, nous avons noté le nombre de cas détectés au laboratoire (fig. 10) mais, devant l'ampleur de la tâche, nous nous sommes limités aux mois de juillet. Bien que cette information soit fragmentaire elle est néanmoins très parlante. Il serait possible d'améliorer les données en dépouillant les registres des consultants, des hospitalisés et des résultats du laboratoire. Nous n'avons pu le faire faute de temps et de logistique. Il est prévu de le faire si le programme de recherche envisagé se réalise. Cette recherche d'archive permettrait de détecter l'origine géographique des cas et de les cartographier, donc de déterminer l'éventuelle focalité de la maladie.

De l'examen de ces documents il ressort :

1/ une **augmentation constante** du nombre de cas

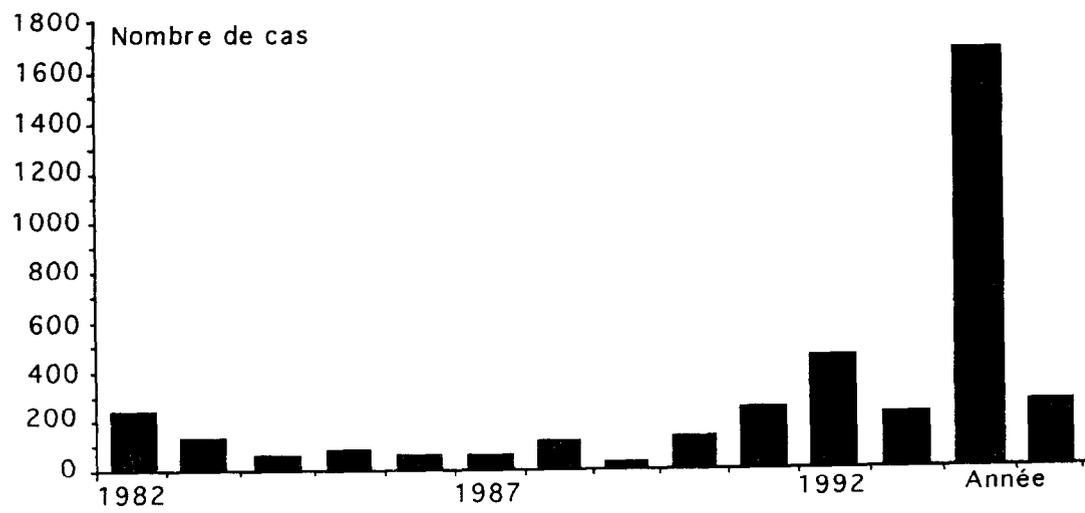
En 1968, le paludisme est diagnostiqué chez 0,2% des consultants
En 1969 sur 0,4%
En 1974 sur 1,2%
En 1992 sur 9,1%
En 1993 sur 8,4%
En 1994 sur 18%

Tableau 12

Cas de paludisme chez les consultants de l'Hôpital de Kisizi

	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Total Année	Nombre de consultants
1967							1	0	3	0	0	1		
1968	0	0	0	0	0	3	3	7	3	0	0	3	19	8580
1969	4	2	2	2	4	7	5	1	4	4	2	4	41	10559
1970	1	2	2	1	2	5	0	4	6	9	3	0	35	
1971	7	5	3	0	1	8	10	2	3	6	1	5	51	
1972			2	0	8	3	4	4	1	6	9	7		12675
1973	13	9	4	6	0	15	5	10	13	12	29	8	124	
1974	9	6	13	13	23	25	40	23	19	17	8	2	198	16219
1975	38	4	14	8	32	29	27	10	12	14	16	15	215	
1976	27	24	28	39	12	36								
Pas de rapports														
1992	93	103	74	83	142	584	526	381	100	129	131	407	2900	22344
1993	557	542	411	240	203	209	269	265	87	272	173	221	3449	40791
1994	221	236	261	201	352	734	1202	733	388	297	180	102	5055	27491
1995	209	429	322	301	288	232	225	230	300	280	180	110	3107	
Total par mois	1080	1179	1068	825	985	1759	2222	1610	875	978	674	890		

Figure 10
nombre de cas de paludisme identifiés au
laboratoire de l'hôpital de Kisizi durant le
mois de juillet



Ces chiffres restent très approximatifs surtout en ce qui concerne la population couverte. Ils ne représentent qu'une tendance. En aucun cas ils ne rendent compte de l'incidence réelle du paludisme qui est certainement beaucoup plus élevée, beaucoup de patients ne se rendant pas à l'hôpital qui est payant.

2/ Cette **augmentation du nombre de cas n'est pas régulière**. En 1982, (fig. 10) le laboratoire a diagnostiqué 240 cas en juillet, puis il a eu une baisse régulière avec un minimum de 25 cas en 1989, suivie d'une remontée en juillet 1991 : 233 cas, qui s'est poursuivie en 1992 : 429 cas, suivie d'une régression en 1993 : 198 cas, avant de présenter un pic épidémique de 1.684 cas en 1994 ; cette année, en juillet 1995, la situation a amorcé un retour à la normale avec 225 cas.

3/ Il y a des **cas pendant tous les mois de l'année** ce qui n'est pas étonnant dans cette région de climat équatorial. Cependant, deux périodes présentent davantage de cas, janvier - février et surtout juin - juillet, qui sont des périodes sèches faisant suite à des périodes de fortes pluies.

4/ Parmi les patients, les **adultes sont tout aussi fréquemment atteints que les enfants** et la distribution de la maladie correspond à la pyramide des âges.

Ces informations permettent de dégager le double aspect de l'épidémiologie du paludisme.

- Un **fond endémique, en expansion croissante** depuis 1969, avec une transmission pérenne. Il n'est pas exclu que les traitements intradomiciliaires de 1963-1966 aient déprimé les populations de vecteur à un point tel que leur effet se soit fait sentir jusqu'à la fin des années 1960 et même au-delà.

- Des **épisodes épidémiques** comme celui de 1994, viennent se greffer sur cette endémie. Ils sont d'autant plus dangereux que la population n'a pas d'immunité. Il s'agit, en somme, d'un **paludisme à deux vitesses**.

On ignore la répartition spatiale réelle du paludisme. Cependant il semble bien que les quartiers les plus touchés soient ceux situés au fond des vallées. C'est seulement dans ces quartiers que l'on trouve des vecteurs, *An. funestus* et surtout *An. gambiae* s.s.

6.1.5.3. Les vecteurs

Comme dans les prospections antérieures, les deux vecteurs retrouvés ont été *An. funestus* et le complexe *An. gambiae*. L'espèce du complexe a pu être identifiée comme *An. gambiae* s.s. à l'exclusion d'*An. arabiensis*. Or McCrae (1975) considérait que dans les montagnes d'Ouganda c'était l'espèce B (*An. arabiensis*) qui était présente sans fournir ses sources

d'identification. L'identification de l'espèce du complexe *gambiae* n'est pas un problème académique car *An. gambiae* s.s. est intrinsèquement bien meilleur vecteur qu'*An. arabiensis*. De plus il est plus anthropophile et plus endophile.

Ces caractéristiques se sont vérifiées en Ouganda :

En juin 1996 sur 180 *An. gambiae* traités, 24% étaient positifs (en tests ELISA) pour l'antigène circumsporozoïte ce qui correspond à un indice sporozoïte (I.S.) de 15%. Cette valeur, très élevée s'explique par la saison des captures. En effet, en juin, après les pluies, les gîtes larvaires ne produisent plus et les femelles dans les maisons sont âgées. Cet I.S. reste néanmoins impressionnant. Dans le cas d'*An. funestus* 1 sur 10 spécimens traités était aussi positif.

Sur les 180 *An. gambiae* testés tous étaient gorgés de sang humain. Enfin cet anophèle est très endophile et nous en avons récolté plus de 100 spécimens dans une seule maison (très près d'un gîte larvaire) à midi.

Ces caractéristiques font d'*An. gambiae* une victime de choix pour les traitements intradomiciliaires au DDT ou autre produit résiduel. C'est aussi vrai pour *An. funestus*. D'ailleurs au Kenya dans les Monts Naudi (région de Kericho), autre région où les vecteurs étaient aussi *An. gambiae* et *An. funestus* les résultats des traitements intradomiciliaires avaient été excellents et les vecteurs avaient disparu (White, 1973).

Nous n'avons récolté des vecteurs que dans les maisons situées au fond des vallées. Aucune de celles situées en bordure des marais à papyrus n'hébergeait d'anophèles. Ceci est conforme aux observations de McCrae (1975). Il constatait que ces plantes émettent une huile essentielle, formant un film iridescent, bien visible à la surface de l'eau qui empêche le développement des larves de culicidés.

Pour intéressantes que soient ces observations elles ne sont que ponctuelles. Elles ont été effectuées en juin au pic de la transmission ; mais celles effectuées en mars et en décembre, avec des moyens de fortune, il est vrai, avaient été négatives. D'autres part le nombre de maisons visitées, était faible, 25 seulement.

6.1.5.4. Les causes de l'augmentation de l'endémie

La lutte antipaludique menée de 1963 à 1966 peut expliquer les incidences très faibles observés jusqu'en 1970 dans la mesure où elle a déprimé la faune anophélienne. Mais les facteurs climatiques et écologiques sont susceptibles d'avoir une de responsabilité dans la recrudescence du paludisme.

Les facteurs climatiques

La **température** est le premier facteur à considérer. On sait en effet, qu'au-dessous de 18°C, le cycle de *Plasmodium falciparum* ne se réalise plus. Mais beaucoup d'anophèles dits endophiles restent pendant 24 à 48 heures après leur repas de sang dans les maisons où ils ont piqué. Or, la température dans les maisons est de 3 à 5°C supérieure à celle de l'extérieur au moins en ce qui concerne les minima. C'est ainsi qu' *An. funestus* au Lac Bunyonyi peut transmettre à plus de 2.000m d'altitude, même lorsque la température moyenne dans les maisons est inférieure à 18°. Zulueta *et al.*, concluaient d'ailleurs que la température n'était pas un facteur limitant de transmission mais que celle-ci dépendait de la surface des gîtes larvaires, donc de la production d'anophèles. L'endophilie d'*An. gambiae* s.s. entraîne les mêmes conclusions.

D'après les données de la station météorologique de Kabale située à 50 km au Sud à une altitude de 1 870 m, de 1969 à 1974, il y a eu une grande stabilité de la température et néanmoins une augmentation constante du nombre de cas. De 1979 à 1984, il y a un léger réchauffement avec deux années remarquables 1982 et surtout 1983. En juillet 1982, on constate effectivement un nombre important de cas (mais il n'y a pas de comparaison possible avec 1981) peut-être une légère épidémie et en 1983 le nombre baisse. De 1984 à 1989, il y a stabilité de la température à des valeurs inférieures ; elles coïncident avec une baisse en juillet, du paludisme puis viennent les années 1990 - 1995 où le nombre de cas de paludisme est monté en flèche non seulement du fait des épidémies mais par une augmentation constante tous les mois de l'année. En 1992, la température moyenne a été 17,3°C, en 1993 de 17,7°C, en 1994 de 17,8°C ce qui est supérieur à la moyenne sur 30 ans de 17,1°C. Ces valeurs sont extrapolable à Kisizi (tableau 3), en ajoutant 1°,5 à 2° pour tenir du dénivelé de 200 m.

Les habitants interviewés déclarent qu'il faisait beaucoup plus froid autrefois, c'est-à-dire, il y a 20 ou 30 ans. Une augmentation de seulement 0,6°C peut-elle justifier ce sentiment ?

Il semble difficile d'attribuer la progression du paludisme à la seule augmentation de la température même si elle a pu jouer un rôle. On constate en effet qu'il n'y a aucune corrélation entre le nombre des cas de paludisme chaque mois et la température moyenne du mois. C'est d'octobre à novembre, pendant les mois chauds qu'il y a moins de paludisme et en juin-juillet les mois les plus frais qu'il y en a le plus.

La **pluviométrie** est très irrégulière dans le temps et dans l'espace, des années pluvieuses succèdent à des années sèches. D'une vallée à l'autre, la quantité des précipitations varie de 1 à 4 (tableau 13). Les résultats recueillis à Kabalae ne sont pas extrapolables à toute la région et, en particulier pas à Kisizi. Cependant on peut voir qu'il n'y a pas de changement de tendance (tableau 3) susceptible d'avoir influer sur la courbe ascendante de l'endémie

palustre bien que les variations annuelles de la pluviométrie aient eu une influence déterminante sur les épidémies (cf. infra).

Les facteurs écologiques anthropiques

La croissance démographique dans le Sud-Ouest de l'Ouganda dépasse 3% par an. Une partie de l'excédent émigre vers les villes mais la plupart recherchent de nouvelles terres.

Au bord du lac Bunyonyi, l'expansion agricole s'est faite sur le flanc des montagnes puisque le lac créait un obstacle naturel. Dans les vallées l'expansion s'est aussi faite sur les flancs de collines mais surtout par la mise en culture des fonds de vallées naguère occupés par des marais avec des peuplements denses de papyrus.

De nombreux villages d'où sont originaires les patients de l'hôpital de Kisizi n'existaient pas sur la carte dressée avant 1960. A leur place figuraient des zones marécageuses. Cette colonisation des vallées a profondément changé l'environnement et ses rapports avec l'homme.

- La suppression des peuplements de papyrus a permis la création de gîtes larvaires pour les anophèles. Au contraire, les surfaces ouvertes sont favorables à la création de gîtes à *An. gambiae* s.l. pendant les pluies. La création de bassins de pisciculture a entraînée une production d'Anophèles, notée dès 1963 à Kanugu.

- L'établissement des villages dans les fonds des vallées met leurs occupants en contact direct avec les anophèles.

- Enfin à défaut de barrages ou autres travaux de génie civil on a construit beaucoup d'étangs de pisciculture, impliqués dès 1962 dans l'endémie palustre.

Bien que nous pensions que ces changements écologiques aient été déterminants dans l'augmentation du paludisme nous ne sommes pas encore en mesure de le prouver par suite de l'absence d'informations sur l'importance des défrichements et sur la dynamique de l'occupation des vallées. Ces deux points constituent des objectifs du programme de recherche envisagé par le Vector Control Unit du Ministère de la Santé avec le concours de la CEE.

Enfin, le retour, temporaire ou définitif, des migrants établis dans des zones hyper ou holo-endémiques contribue à un apport exogène de parasites, donc à l'accroissement du réservoir malarique.

Tableau 13

Pluviométrie comparée à Kabale, à Kissizi et à Mparo de 1992 à 1995

	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Total Annuel	Total Mensuel 1 à 6
1992														
Kabale	17.5	49.4	158.	76.2	44.2	53.8	26.9	15.6	148.6	204.6	81.2	101.9	978.	399.
Kissizi	4.5	8.3	74.5	64.4	34.9	58.7	22.8	37.5	101.4	225.9	66.	77.8	806.	245.3
1993														
Kabale	95.6	28.4												
Kissizi	26.9	38.2	176.3	86.5	159.7	33.3	0	60.8	9.7	58.9	94.6	76.6	880.4	579.8
Mparo	13.5	5.5	95.7	60.3	111.3	90.8	0	78.8	72.8	145.3	46.2	167.1	933.4	423.2
			71	44.1	44.4	49.5	6.9	26.5	70.	110.	60.7	38.8	540.9	228.
1994														
Kabale	58.	70.	125.6	149.9	87.1	2.1	1.9	78.	145.6	125.5	134.5	93.1	1071.4	492.7
Kissizi	7.2	72.	99.2	485.9	319.8	20.5	7.	143.3	143.	145	140	104.6	1687.5	1004.6
Mparo	13.7	9.5	105.5	75.5	73.9	pas de données	9.7	26.	53.2	53.3	86.7	58.6	565.6	278.
1995														
Kabale	1.4	4.6	3.4	2.9	4.2	4.1	4	0.17						24.8
Kissizi	10.7	50.4	106.3	76.2	129.7	129.7	6.8	38.9						509.8
Mparo	38.3	23.2	89.5	100.	49.5	92.9	1.	10.5						393.4

6.1.5.5. Les épidémies

De juin à août 1994, une épidémie sévère a frappé la région de Kisizi, où l'hôpital était débordé (plus de 1.200 cas chez les seuls consultants externes, en juillet). A la même période en 1995, l'incidence du paludisme était revenue à la normale avec 225 cas en juillet à l'hôpital de Kisizi ce qui montre le caractère saisonnier de l'épidémie. En même temps dans le district de Kabale les vallées de Mparo, Rubane, Kamwezi ont été très touchées. Au dispensaire de cette dernière localité les cas graves (surtout cérébraux) furent nombreux dans toutes les classes d'âge. Un notable de la vallée qui jouxte le Rwanda nous a déclaré que presque toutes les familles avaient perdu au moins un des leurs, déclaration confirmée par le Health Inspector. Malheureusement, les statistiques des centres de santé ne sont pas fiables.

D'autres épidémies d'une ampleur moindre semblent s'être produites à la même période de l'année en 1992 et peut-être en 1982 autour de Kisizi. (fig. 10)

Le seul événement remarquable est la pluviométrie anormalement élevée (tableau 13) à Kisizi, pendant le premier semestre 1994, dépassant les 1.000 mm (alors qu'à Kabale la pluviométrie était normale). Les vallées de la région de Kamwezi furent aussi inondées. Ces pluies sont susceptibles d'avoir multiplié les gîtes pour *An. gambiae*.

On constate qu'en 1992, comme en 1994, l'acmé de l'épidémie a eu lieu à la fin de la saison des pluies en juillet qui est le mois le plus froid. Ceci suggère que, plus que la température, le facteur majeur des épidémies est la productivité des gîtes anophéliens, liée à la pluviométrie.

6.1.6. Conclusions pour l'Ouganda

. En 1958, le paludisme était focalisé dans le Sud-Ouest de l'Ouganda autour de quelques lacs avec des roselières et présentait quelques flambées épidémiques. Actuellement c'est une pathologie importante dans tous les centres de santé.

. A l'hôpital de Kisizi on a pu suivre la progression constante du paludisme de 1967 à 1995 (malgré les lacunes de l'information).

. Les cas sont observés tout au long de l'année. Ils semblent localisés dans le fond des vallées où se développent les vecteurs *An. gambiae* s.s. et *An. funestus*. Le paludisme se présente comme une endémie sur laquelle viennent se brancher des épisodes épidémiques sévères comme juin - août 1994. On pourrait parler d'un paludisme à deux vitesses.

. Les causes de l'augmentation de l'endémie palustre ne sont probablement pas univoques. Si l'augmentation de température de 0,6°C en

30 ans ne semble pas un facteur majeur, la mise en valeur des vallées avec ses changements d'environnement et son apport de population doit retenir au premier chef l'attention.

. Dans les foyers des fonds de vallées, le taux d'infection très élevé des vecteurs fait penser à un paludisme stable très localisé. Les précipitations très abondantes comme en 1994, étendraient la distribution de la maladie hors des foyers permanents, provoquant des épidémies d'autant plus meurtrières que la population n'a pas d'immunité. Mais ceci n'est qu'une hypothèse qui demande à être vérifiée.

. L'épidémie de Kanungu est probablement due à l'exploitation aurifère, nocturne parce qu'illégale, en bordure du village. D'autres épidémies du même type ont été signalées dans le district de Rukumgiri.

. L'absence de données sur la région de Kapchorwa limite les possibilités d'analyse bien qu'il y ait eu effectivement une croissance très nette du paludisme.

Pour transformer en probabilités sinon en certitudes les hypothèses qui émaillent trop fréquemment ce texte, les recherches suivantes seraient nécessaires :

- Compléter l'information recueillie à l'hôpital de Kisizi par l'examen des registres des consultants et des hospitalisés.

- Déterminer l'étendue des zones impaludées et à l'intérieur de celles-ci positionner les cas en fonction de la situation écologique des habitations.

- Etablir la prévalence parasitaire dans les zones impaludées.

- Etudier rétrospectivement l'évolution chronologique du processus d'occupation du sol dans les vallées et sur les flancs des côtes.

- Comblent le vide de la connaissance entomologique, à savoir : identification des vecteurs, dynamique de leurs populations, gîtes larvaires, comportement vis-à-vis de la population et des habitations.

Il apparaît très probable que des pulvérisations intradomiciliaires de DDT (ou d'autre insecticide résiduel) serait de nature à réduire très sérieusement, voire à éliminer le paludisme dans la région intéressée (Kisizi, Kamwezi). Les zones à traiter sont probablement de faible superficie du fait de la focalisation de la maladie au fond des vallées, donc le coût serait abordable. On peut espérer une réduction durable des vecteurs qui, après une phase d'attaque, permettrait d'espacer les traitements. Ce traitement des foyers permanents préviendrait les épidémies dont ils sont les sources.

6.2. LE RWANDA

Le Rwanda est un petit pays enclavé de 26.000 km², au sud de l'Ouganda entre 1° et 3° de latitude sud. La presque totalité du pays est située entre 1.400 et 2.500 mètres d'altitude, à part la chaîne des volcans (Birunga) à la frontière avec le Zaïre et l'Ouganda, qui culmine à 4.500 mètres. Les reliefs de cette pénéplaine érodée sont analogues à ceux du Sud Ouest de l'Ouganda décrits plus hauts. Avec sept millions d'habitants, le Rwanda présente une densité de population de 250 h/km², l'une des plus élevées d'Afrique, avec un taux de croissance annuel de 3,6%.

6.2.1. Le Paludisme au Rwanda

Le paludisme est connu depuis le début du 19^{ème} siècle, en particulier dans les zones au-dessous de 1.500 m, mais il était très inégalement réparti suivant l'altitude. Là où il existait il était hypo-endémique avec de petites flambées épidémiques. Vincke & Jadin (1946) pensaient déjà qu'elles étaient dues au défrichement des marais.

A partir de 1982, l'incidence du paludisme s'est accrue de 35 pour 1.000 à plus de 160 pour 1.000 en 1988. De 1988 à 1992, elle est restée stable, en légère augmentation jusqu'à 180 pour 1000. L'incidence atteint 280 p. 1.000 dans les districts au-dessous de 1500m : Kigali, Butaré, Gitarama. Elle est plus faible dans les districts plus élevés, 50 p. 1.000 à Gisenyi et Ruhengeri, 80 p. 1.000 à Kibuye. L'accroissement du paludisme a été général dans toutes les préfectures. En 1992, on recensait 1.385.000 cas pour l'ensemble du pays soit 42% de l'ensemble des pathologies. Avec 2.653 décès le paludisme était la première cause de mortalité au Rwanda, loin devant les affections respiratoires¹⁷.

Shapira et Ravaonjanahary¹⁸ ont considéré que ces données provenant du Programme National de Lutte Antipaludique reflétaient assez bien la situation. Les diagnostics présomptifs, comme partout, seraient entachés de 50% d'erreur en excès qui compenseraient la "perte" de malades ne se rendant pas aux centres de santé, par négligence ou par choix d'autres options, comme l'autotraitement ou la médecine traditionnelle.

Pour intéressant qu'ils soient, ces relevés épidémiologiques se limitent au traitement des informations fournies par le Programme National de Lutte Antipaludique qui a colligé les rapports des formations médicales. Il n'y a pas

¹⁷ Information du Programme National de Lutte antipaludique, colligées par l'Ambassade de France.

¹⁸ Shapira, A. et Ravaonjanahary, C.. Rapport préliminaire sur une mission au Rwanda, 3-14 juin, 1993. OMS Brazzaville et OMS Genève.

eu d'effort pour délimiter les zones à risques et encore moins à les stratifier en fonction de l'importance du risque.

Deux questions émergent :

1/ Quelle est la part des cas importés dans les cas rapportés dans les centres de santé, en particulier en altitude. La situation décrite par Gascon & Pluymaekaers (1984) est à cet égard exemplaire. Dans l'hôpital de Nemba, dans la commune de Nyararatova, entre 1.800 et 2.650 m, on a relevé 182 cas de paludisme en 1982. Or, un examen splénique et parasitologique de 1.000 enfants a montré qu'il n'y avait pas de paludisme autochtone dans la commune. Les cas provenaient de sujets ayant séjourné à plus basse altitude, dans des zones endémiques. Un cas analogue a été rapporté par Van Der Stuyft *et al.* (1993) au Burundi voisin.

2/ Quelle est la distribution exacte du paludisme. Il semble se présenter en foyers plus ou moins coalescents dans le fond des vallées. Mais on ignore l'extension des aires de transmission, à partir de ce que l'on pourrait considérer comme l'épicentre du foyer. De même, on ignore jusqu'où remonte ces foyers dans les vallées. A cet égard la situation au Rwanda n'est pas plus claire que celle de l'Ouganda.

Il y a donc un besoin urgent d'une stratification écologique du paludisme. Mais celle-ci ne peut se faire sans une information entomologique sérieuse. Or, les informations entomologiques disponibles sont anciennes : Vincke & Jadin (1946), Jadin & Fain (1949 et 1951), Meyus *et al.* (1962), Vermylen (1967). Elles doivent être revues et complétées en fonction des profondes modifications de l'environnement au cours des 30 dernières années.

On sait que les deux vecteurs sont *An. funestus* et *An. gambiae* s.l. ; on ignore quelles sont les espèces du complexe *An. gambiae* au Rwanda. Certains auteurs ont avancé *An. arabiensis* mais les récentes observations en Ouganda incitent à la prudence car nous avons capturé en nombre élevé *An. gambiae* s.s. à quelques mètres de la frontière rwandaise. Les deux espèces ont été trouvées infectées, mais avec des indices sporozoïtiques très différents suivant les localités. Par exemple, pour *An. funestus* ; Jadin & Fain (1949) ont rapporté un I.S. de 11% alors que Gueye *et al.* (1976)¹⁹ ont trouvé un I.S. de 0,63%.

Les deux espèces restent dans les maisons (Shapira & Ravaonjanahary, 1993, loc. cit. ; Pajot²⁰, 1991). Jadin (1962) avait observé la disparition d'*An. funestus* dans les régions traitées au DDT.

¹⁹Gueye I. *et al.*, Programme de lutte antipaludique du Rwanda. Rapport final 1974-1975 - Rapp. OMS/AFRO/Mal/149, 1976.

²⁰Pajot, F.X.- Rapport sur une mission concernant les vecteurs de paludisme au Rwanda. 4-22 nov. 41991 - Rapp. ORSTOM et Univ. Bordeaux.

6.2.2. Paludisme au Rwanda et réchauffement de la planète.

Loevinsohn (1993) a fait une étude sur le "réchauffement" et l'augmentation du paludisme au Centre de Santé de Mugasa dans la préfecture de Gikondo pendant la période 1984 - 1990. Les informations météorologiques provenaient de la station voisine de Rubane.

Le nombre d'admission pour paludisme est passé de 100 en 1984, à 200 en 1986, puis à 600 en 1987. Il s'est maintenu entre 300 et 400 de 1988 à 1990.

La température a augmenté de $0,9^{\circ}\text{C}$ entre 1984 et 1987, en ce qui concerne les minima et de $0,7^{\circ}\text{C}$ pour les maxima. L'écart entre les minima les plus faibles de ces 30 dernières années en 1964 et les plus élevés en 1987 est de $1,4^{\circ}\text{C}$.

Après une étude statistique très sophistiquée et en s'appuyant sur des modèles mathématiques du paludisme, l'auteur lie l'augmentation du paludisme à celle de la température et donc au "global warming".

Cette étude, la seule qui conclue dans ce sens, prête le flanc à de nombreuses critiques.

Tout d'abord, la période d'étude est courte (6 ans) et il est difficile de dire si l'augmentation de température correspond à un réchauffement de la planète ou s'il s'agit d'une fluctuation limitée dans le temps.

Pendant la période qui a précédé (1977 - 1984), les températures (minima) ont aussi été élevées (à peine $0,2^{\circ}\text{C}$ de moins qu'en 1987) et néanmoins le paludisme était resté à un niveau très bas dans la préfecture de Gikondo. Par contre, il y avait eu dans cette préfecture (d'après les figures de Loevinsohn) une poussée de paludisme en 1976, année médiocre pour les températures.

Le facteur pluie a été signalé mais ne semble pas avoir été pris en compte, alors qu'il joue un rôle probable dans les épidémies en Ouganda, comme créateur de gîtes larvaires. Or, la pluviométrie a été très élevée à Rubane en 1987 et 1988.

Loevinsohn appuie sa démonstration sur des modèles mathématiques de transmission établis d'après des données de laboratoire, en ce qui concerne les relations entre la température et la durée du cycle sporogonique. Or, une grande partie du cycle s'effectuant dans des maisons où la température est de 3°C à 5°C supérieure à l'ambiance extérieure, tous les calculs sont à revoir. Mieux même, l'abri que constitue la maison peut gommer les écarts extérieurs en ce qui concerne les minima. Ceux-ci se produisent la nuit lorsque la maison est occupée par des familles, en général nombreuses, qui dégagent une forte "chaleur animale".

Partant du principe qu'une augmentation de 6 fois du nombre des accès nécessitent au moins une augmentation de 12 fois de la transmission (dans le cas le plus favorable) nous avons pratiqué des simulations à partir du modèle de Macdonald (1957). En aucun cas une augmentation de 0,6°C ne peut augmentée par un facteur 12 la transmission.

Enfin l'auteur affirme qu'il n'y a pas eu de changement dans l'environnement mais n'en donne aucune preuve. Ce serait la seule région d'Afrique où la poussée démographique n'aurait pas eu d'impact sur le milieu.

Dans ces conditions, cette étude ne peut être acceptée, comme une démonstration de l'influence du réchauffement de la planète sur le paludisme en montagne. L'auteur a eu grand mérite de l'entreprendre mais il aurait eu intérêt à s'entourer de paludologues de terrain et à ne pas se cantonner dans des formules mathématiques.

6.3 - L'ETHIOPIE

L'Ethiopie est un pays de 51 millions d'habitants dominé par un plateau central, morcelé, d'une altitude de 1.800 mètres. C'est aussi la région avec la plus forte densité de population, noyau historique du pays. Il s'abaisse assez brutalement sur la plaine soudanaise, beaucoup plus graduellement sur la mer Rouge, la Somalie et le Kenya, à l'ouest et au sud. Depuis l'indépendance de l'Erythrée, l'Ethiopie n'a plus d'accès à la mer. (fig. 7)

Les Plateaux ont un climat tétraorique modifié par l'altitude avec deux saisons des pluies de septembre à novembre et en mars - avril. En bordure du Sud-Soudan (région de Gambella) le climat est tropical ; sur les frontières du Soudan, de l'Erythrée, de la Somalie et du Kenya, il est aride, voire désertique.

Le paludisme suit les strates climatiques. 17 millions d'habitants des Plateaux vivent dans des zones salubres. A l'opposé les plaines frontalières du Sud-Soudan sont holo-endémiques. Entre ces extrêmes, le paludisme est modulé à la fois par l'altitude et les précipitations. Il est en général instable et les épidémies ont jalonné l'histoire du pays. En 1958, l'une d'entre elles a touché 3 millions de personnes et fait 150.000 morts (Fontaine *et al.*, 1961).

La gravité du paludisme a justifié la mise en place d'un service de lutte dès les années 1950. Il est resté très performant jusqu'à la fin des années 1980, sauf là où les troubles politiques ont interdit toute activité, dans le Tigré au nord, l'Erythrée à l'est et l'Ogaden au sud. A partir de 1980, une partie de ses activités a été transférée aux soins de santé primaires. En 1994, il a été décentralisé et dévolué aux provinces lorsque celles-ci sont devenues autonomes. L'organisation centrale au Ministère n'a plus qu'un vague rôle de coordination et de conseil.

La plupart des épidémies relatées par Teklehaimanot²¹ (1994) résultent soit de la cessation des traitements (dans le Tigré, notamment) soit du transfert de populations, venant des Plateaux, dans des zones de peuplement, à paludisme holo-endémique comme la région de Gambella.

Le Dr Desta Alamerew, nouveau chef du Service de Lutte contre les maladies transmissibles, nous a fait part d'une épidémie dans la région de Zwai dans la Rift Valley à une altitude de 1.800 mètres (100 km au sud d'Addis Abeba). Le paludisme existait depuis toujours dans la région qui était de ce fait, et est encore, protégée par des traitements intra- domiciliaires au DDT. En 1992, s'est produit une épidémie qui a touché 91.000 personnes sur les 300.000 de la région, entraînant 700 décès. La région est parsemée de lacs qui naguère s'asséchaient et seraient devenus permanents à partir de 1991. La qualité des traitements insecticides pendant la période de flottement qui a suivi les changements politiques n'est garantie que du bout des lèvres.

Plus proche de nos centres d'intérêt est l'observation d'Assafer Nega Tulu (1992) dans un village à 2000 m d'altitude (50 km à l'Est d'Addis Abeba) où le nombre annuel de cas de paludisme a augmenté entre 1984 et 1988. Il suggère qu'il pourrait y avoir un lien avec le fait que les six années les plus chaudes sur les registres météorologiques, se placent dans la décennie 1980. Mais il n'a pas pris en compte les autres facteurs de variation. L'auteur m'a confirmé que l'on observait couramment des cas de paludisme au dessus de 2000 m.

L'absence de collaboration des dirigeants du Programme National de Lutte Antipaludique, malgré les stimulations du Représentant de l'OMS, le Dr Wedson C. Mwambazi, ne nous a pas permis d'aller plus loin dans nos investigations, malgré tout l'intérêt que présente l'Ethiopie.

²¹Awash Teklehaimanot. Report on a mission to Ethiopia. 4/8-13/9, 1994 - OMS Genève.

7 - CONCLUSIONS GENERALES

Notre étude a été axée sur les épidémies ou les recrudescences du paludisme sur les Hautes-Terres de Madagascar et d'Ouganda. Nous l'avons complétée par les informations obtenues au Rwanda et en Ethiopie. Nous y avons inclus les épidémies du Cône Sud (Botswana, Zimbabwe, Swaziland, Afrique du Sud, Namibie) qui font ressortir certains phénomènes responsables du déclenchement des épidémies.

Les principales conclusions de ces études se résument en quatre points.

1 - Augmentation du paludisme dans toutes les Hautes-Terres d'Afrique et à Madagascar au cours des années 1980 et 1990.

Elle se traduit à la fois par l'augmentation du nombre des cas dans un site donné et par l'extension des zones impaludées. A Madagascar, cette recrudescence a intéressé toutes les localités des Plateaux au-dessous de 1.500 m. En Ouganda, au Rwanda, en Ethiopie, l'aire exacte des zones de transmission n'a pas été délimitée. Nulle part nous n'avons pu trouver de preuve concluante de la présence de paludisme dans des régions où il n'avait jamais existé, bien que cette assertion figure dans de nombreux rapports. Dans toutes ces régions le paludisme est instable et l'immunité de la population est très faible voire nulle.

Cette situation contraste avec celle des zones holo et hyperendémiques du continent où le paludisme est resté stable depuis 40 ans et encore plus avec le Sahel où l'endémie a diminué depuis 1970 suite au déficit pluviométrique (Mouchet *et al.*, 1996).

2 - Deux processus ont été observés.

a) La montée lente et constante de l'endémie tendant vers un plateau qui est le potentiel paludogène de la région. Cette recrudescence peut devenir exponentielle et prendre un aspect épidémique. Comme la population a peu d'immunité, la morbidité est très élevée et la mortalité dépend de la capacité des formations sanitaires à maîtriser la situation. C'est ce qui s'est passé à Madagascar en 1980 et surtout de 1985 à 1988. A cette époque le paludisme a atteint le niveau d'endémicité qu'il avait avant 1949 et n'a régressé qu'en 1993 avec la généralisation des mesures de lutte antivectorielle. Mais dès 1988, la disponibilité de chloroquine avait permis de juguler les effets letaux de l'endémie.

En Ouganda, dans la région de Kisizi, la progression de l'incidence du paludisme chez les consultants de l'hôpital croît régulièrement depuis 1970.

b) Sur ce fond d'endémie se surajoute des épisodes épidémiques, comme celui de juin - août 1994 en Ouganda. Les poussées suivies d'un retour à la

normale, répondent aux descriptions des épidémies de montagne données par Garnham en 1945.

Pour décrire la dualité des processus nous avons utilisé le terme, quelque peu médiatique, de paludisme à deux vitesses qui définit un processus endémo-épidémique.

3 - Les causes de ces recrudescences ne sont pas univoques.

Non seulement elles diffèrent suivant les cas mais plusieurs facteurs interviennent probablement dans chaque cas. On peut distinguer :

a) Les facteurs climatiques

La température qui s'est élevée jusqu'à 0,6° suivant les régions au cours des 30 dernières années avait été considérée comme un possible déterminant. C'était une de nos hypothèses de départ mais rien n'est venu la confirmer. A Madagascar, la température est restée stable pendant 30 ans. En Ouganda, il y a eu localement une augmentation, inférieure à 1°C, mais elle ne peut à elle seule expliquer l'augmentation de l'endémie, ni les épidémies. En effet, on a observé dès 1950, une transmission importante entre 1.900 et 2.000 m d'altitude (Lac Bunyonyi), où la température est de 2 à 3°C inférieure à celle de notre zone d'étude de Kisizi. De plus, les poussées épidémiques se produisent en juin - juillet, les mois les plus frais de l'année.

La pluviométrie est un facteur essentiel bien connu dans le cas des épidémies de plaine. Au Nord du Botswana en 1988, de fortes pluies succédant à deux années de sécheresse ont provoqué une épidémie dramatique en multipliant les gîtes d'anophèles. En Ouganda, on a observé une pluviométrie très excédentaire (2,5 fois la normale) dans les mois de mars à mai qui ont précédé l'épidémie de 1994. A Madagascar, les rizières qui constituent les gîtes des anophèles sont relativement indépendantes des pluies.

b) Les facteurs écologiques anthropique

La poussée démographique a été considérable (3,6% par an au Rwanda) dans les zones d'altitude d'Afrique. Les parties cultivables, en particulier les vallées, ont été intensément utilisées. Les marais à papyrus qui occupaient le fond de nombre de vallées en Ouganda (cartes de 1958) étaient impropres au développement des vecteurs. Ils ont été remplacés par des espaces cultivés, quelquefois des étangs de pisciculture, beaucoup plus propices à l'établissement de gîtes pour les vecteurs. De plus, ceux-ci se trouvent directement au contact des cultivateurs établis dans les vallées. Ce pourrait être une cause de la montée de l'endémie dans la région de Kisizi. La présence et la productivité des gîtes larvaires plus que la température avaient été considérées comme le facteur limitant du paludisme de montagne en Ouganda par Zulueta *et al* (1964). Nous ne pouvons que le suivre sur ce terrain. Il est toutefois possible que l'élévation de la température accélère le développement larvaire et

augmente le nombre annuel de génération. Mais ceci reste à étudier dans les situations évoquées.

Au Rwanda, depuis 1946 (Wincke & Jadin), on considère la mise en culture des vallées et notamment la riziculture comme un des facteurs responsables du paludisme d'altitude.

A Madagascar, les grands changements écologiques se sont produits il y a plus d'un siècle avec le développement de la riziculture irriguée qui a été à l'origine du paludisme sur les Plateaux. Depuis le paysage n'a pas fondamentalement changé.

Indissociables de l'occupation de l'espace sont les mouvements de populations, facilités par le développement des transports. Des travailleurs saisonniers ou de simples voyageurs se rendent dans les zones de haute endémicité où leurs parents ont émigré. Ils rapportent des parasites qui peuvent faire croire à une fausse transmission ou être à l'origine de micro-foyers.

Il faut aussi rappeler les épidémies qui se sont abattues, en Ethiopie, sur les populations des Plateaux, déplacées dans les zones holo-endémiques de plaine.

L'habitat joue un rôle considérable dans le paludisme des régions fraîches. Les minima de température dans les maisons sont de 3°C à 5°C supérieurs à l'ambiance extérieure. Pendant la durée de leur cycle gonotrophique les anophèles y trouvent un microclimat favorable qui, jusqu'ici, n'a pas été pris en compte dans les modèles mathématiques bien que l'observation ait été faite de longue date. La stabulation du bétail dans les maisons, a été de plus en plus fréquente sur les Plateaux de Madagascar à partir de 1980. Elle peut avoir amené au contact de l'homme des espèces habituellement plutôt zoophiles (*An. arabiensis*) et augmenté leur capacité vectorielle.

Enfin, des facteurs occupationnels sont à l'origine d'épidémies "spécialisées" pourrait-on dire. En Ouganda, les chercheurs d'or, travaillant de nuit, dans la région de Kanungu ont été particulièrement touchés. Au Zimbabwe, une épidémie s'est déclarée chez les braconniers, actifs également la nuit, de la région de Mberangeva. Ces épisodes ne touchent qu'une partie de la population pendant un certain temps.

c) Facteurs opérationnels

Beaucoup de pays ou de régions concernés par l'étude avaient été protégés par des opérations de lutte antivectorielle qui avaient beaucoup diminué l'endémie, quelquefois près de l'élimination (faussement qualifiée d'éradication). Beaucoup de ces traitements ont été abandonnés soit parce que la situation ne semblait plus l'exiger, soit par suite des changements de

politique sanitaire, soit par simple négligence ou suite à des perturbations politiques. Dans tous les cas, le paludisme a eu tendance à revenir à la case départ, plus ou moins vite suivant que l'impact des traitements sur les vecteurs avait été plus ou moins marqué.

A Madagascar, le principal vecteur *An. funestus* avait été sérieusement éradiqué par les traitements insecticides. Lorsqu'ils furent interrompus en 1962, on a observé successivement la recolonisation des villages par le vecteur, puis la recrudescence de la maladie lorsque les centres de nivaquinisation ont été dénués de ressources. Le processus inverse s'est déroulé à partir de 1988 lors de la reprise des opérations de lutte.

Au Swaziland, une situation épidémique s'est graduellement développée à partir de 1982, lorsque les traitements au DDT ont été négligés voire abandonnés.

Au Zimbabwe, la plupart des épidémies, en général de portée limitée, résultent de failles dans les traitements.

En Ethiopie, l'abandon de la lutte pour des raisons politiques et/ou économiques aurait été responsable des épidémies du Tigré et peut-être de celle de Zwai.

d) Facteurs économiques

Il faut retenir la recherche de l'or, et le braconnage des lacs.

Cette revue des facteurs responsables des épidémies n'est pas exhaustive mais elle fait ressortir :

- la diversité des causes
- la nécessité d'études au coup par coup
- un besoin de recherches entomologiques pour déterminer les causes de l'augmentation de la transmission ; depuis une vingtaine d'années ce type d'étude a été singulièrement négligé du fait de la formation des épidémiologistes.

4) La prévention des épidémies.

C'est une des priorités retenues au Sommet de Brazzaville (1991) et à celui d'Amsterdam (1991). Jusqu'ici, la plupart des mesures prises dans ce sens se sont limitées à la mise en place de médicaments. En fait, on s'est contenté de gérer les épidémies, lorsqu'elles se sont présentées, par le traitement des malades, voire le traitement de masse de la population. Cependant à Madagascar, au Swaziland, au Botswana, au Zimbabwe, on a repris ou amélioré les traitements intradomiciliaires au DDT ou avec d'autres insecticides. Ces opérations ont été des succès puisque les zones épidémiques sont, par essence,

des zones de paludisme instable qui pourraient être totalement protégées. Il est très probable que la situation pourrait être facilement améliorée en Ouganda.

A leur rencontre, on a objecté leur coût et le risque d'épidémies nouvelles lors de l'arrêt des traitements. Le coût n'est pas exorbitant, 1 US \$ *per capita* à Madagascar, si on limite les traitements à un seul cycle par an. Pour ce faire, il faut déterminer avec précision la période d'application de l'insecticide.

L'étendue des zones à traiter pourrait être réduite, dans bien des cas, si l'on connaissait les limites des foyers où la transmission est effective. Cet ajustement technique exige une bonne connaissance de l'épidémiologie (autrement que par la compilation de statistiques) et des vecteurs. C'est ce que nous tenterons de réaliser en Ouganda si nos projets se concrétisent.

Le deuxième point concerne la durée des opérations et les risques d'épidémie lors de la cessation des traitements. Les expériences passées à Madagascar, au Swaziland, au Zimbabwe et en Afrique du Sud montrent que l'arrêt des traitements n'est pas suivi d'une reprise immédiate du paludisme si l'on a eu une action réelle sur le vecteur et à cet égard *An. funestus* est particulièrement complaisant.

L'arrêt des traitements, lorsque le paludisme ne sera plus un problème de santé publique devra s'accompagner de la mise en place d'un système de surveillance qui détectera précocement, la remontée des vecteurs et de la transmission. L'alerte étant donnée on fera des traitements focalisés aux zones concernées. Le système avait été appliqué avec succès dans les foyers résiduels des Plateaux de Madagascar de 1960 à 1975. Mais pour ce faire, il faut disposer d'un groupe d'entomologistes et d'épidémiologistes de terrain, pas seulement de gentlemen de l'ordinateur.

Remerciements

Nous tenons à remercier toutes les personnes qui ont facilité la réalisation de cette recherche.

OMS - Genève

Dr P. De Raadt - Chef de la division des maladies tropicales

Dr P. Carnevale - Division des maladies tropicales

Dr V. Kondrashin - Division des maladies tropicales

OMS - Brazzaville

Dr D.G. Barakamfityié - Chef de la division des maladies transmissibles

Dr Ch. Ravaonjanahary - Entomologiste régional

Madagascar

Pr J. Roux, Directeur de l'Institut Pasteur de Madagascar

Dr S. Blanchy, Unité de surveillance épidémiologique USEPI, DLMT

Dr B. Andriamahejazahaly, ex-chef Division de lutte contre les maladies transmissibles (DLMT)

Dr D. Radriantsimaniry, ex-chef DLMT

Dr D. Rabeson, Chef, DLMT

Dr A. Rakotonjanabelo, Chef service Paludisme, DLMT

Dr G. Ranaivoson, USEPI, DLMT

Soeur (Dr) Rossella Maria Fioramonti, Médecin chef du centre médical des Ursulines d'Analaroa et tous les membres de sa Communauté.

M.E. Rajaonarivelo, entomologiste, ami fidèle et dévoué depuis plus de 30 ans que les circonstances ont privé de la carrière qu'il méritait.

M. Ranjana, mémoire de la lutte antipaludique à Madagascar dont les renseignements ont été inestimables.

Dr L. Marrama, Institut Pasteur de Madagascar

Dr P. Rabarison, Entomologiste, Institut Pasteur de Madagascar

Zimbabwe

Dr Arevshatian, Représentant OMS
Dr Mgeni, Epidémiologiste OMS
Dr Sheva, Directeur, Epidémiology and Disease Control. Ministère de la Santé.
M. Manga, Chief, Disease Control, Ministère de la Santé
Dr P. Taylor, Université d'Harare (Ex Blair Research Laboratory).
Mrs Martins, Service météorologique national

Botswana

Dr Duprat, Coopérant français en charge du secteur médical du Kasane
M. Ali, Entomologiste national, Maun

Swaziland

M. P. Mathews, Ingénieur sanitaire
M. C. Mamba, Ingénieur sanitaire

Namibie

Dr P. Kassatsky, Consultant OMS

Ouganda

Dr Bouchet, Ambassade de France, Kampala
Dr Mbulembere, Center for Disease Control, Ministère de la Santé Entebbe
Dr Mpijika, Center for Disease Control, Ministère de la Santé Entebbe
Dr Mpeka, Center for Disease Control, Ministère de la Santé Entebbe
Dr P. Langi, Center for Disease Control, Ministère de la Santé Entebbe
Dr Darfoor, DMO, Kapchorwa
Dr P. Wood, Médecin-chef, Hôpital de Kisizi

Kenya

M. Jouve, Ambassade de France, Nairobi
M. Colombani, Représentant de l'ORSTOM, Nairobi

Afrique du Sud

Dr M. Coetzee, SAIMR, Johannesburg
Dr R. Hunt, SAIMR, Johannesburg

Rwanda

Dr Melliliri, Ambassade de France

Ethiopie

M. J. Trouillet, Ambassade de France

Dr W.C. Mwachazi, Représentant de l'OMS

Dr Desta Alamewe W., Chef Service de lutte contre le paludisme

Dr Assafa Nega Tulu, Service de lutte contre le paludisme

M. Tesfay, Service national de la météorologie

Belgique

Pr M. Coosemans, Professeur d'Entomologie, Institut de Médecine Tropicale, Anvers.

ORSTOM

Valérie Delplanque et Marinette Teppaz, sans lesquelles ce manuscrit n'aurait pu être édité

Dr D. Fontenille, Dakar, qui a étudié les anophèles du complexe *An. gambiae*

Dr B. Antheaume, Mission ORSTOM en Afrique du Sud

M. Peltre et M. Opigeys de Bondy qui ont exécuté les cartes

Enfin nous remercions toute la population enquêtée dont nous avons apprécié l'aimable collaboration à Madagascar, en Ouganda, au Swaziland et au Botswana.

Bibliographie

1. Aboul Nasr, A.E. - Entomological problems facing malaria eradication in Africa (Uganda). *Bull. Soc. Ent. Egypte*, 1969, **53** : 97-107.
2. Almendares, J., Sierra, M., Anderson, P.K., Epstein, P.R. - Critical regions, a profile of Honduras. *The Lancet*, 1993, **342** : 1400-1402.
3. Barnola, J.M. et al. (1987) *Vostok ice core provides a 160,000 year record of atmospheric CO₂*, *Nature*, Vol. 329, 408-414.
4. Baudon, D., Gazin, P., Galaup, B., Pelletier-Guinard, E., Picq, J.J. - Fiabilité de l'examen clinique dans le diagnostic des fièvres palustres en zone d'endémie ouest-africaine. *Médecine Tropicale* (Marseille), 1988, **48** : 123-126.
5. Chauvet, G. et Rajaonarivelo, E. - Modification de comportement d'une espèce et variation de la composition d'une population appartenant au complexe *An. gambiae* pendant et après les pulvérisations d'insecticides domiciliaires dans les environs de Tananarive, Madagascar. *Cahiers ORSTOM, ser. Ent. méd. Parasitol.* , 1973, **11** : 155-167.
6. De Meillon, B. - The control of malaria in South Africa by measures directed against the adult mosquitoes in habitations. *Q. Bull. Hlth. L. of N.S.*, 1936 : 134-137.
7. De Meillon, B. - Malaria survey in South West Africa. *Bull. Org. mond. Santé*, 1951, **4** : 333-417.
8. Dettwiller, J. (1970) *Evolution séculaire du climat à Paris. Influence de l'urbanisation*, in *Mémorial de la Météorologie Nationale*, Paris, n°52, 83p.
9. Dobson, A. and Carper, R. - Biodiversity. Health and climatic change : *The Lancet*, 1993, **342** : 1096-1099.
10. Dupré, C. - *Trois mois de séjour à Madagascar*, 1863, Lahure Imp. Paris : 281p.
11. Escourrou, G. (1991) *Le climat et la ville*, in *Géographie d'Aujourd'hui*, Coll.Nathan Université, 191 p.
12. Estrade, F. - Bilan de 10 années de lutte antipalustre ; problèmes actuels. *3ème Congrès de la P.I.O.S.A.*, 1957 : 75-76.
13. Folland, C.K. et al. (1990) *Observed climate variations and change*. In *Climate Change, the IPCC Scientific Assessment*, J.T. Houghton, G.J. Jenkins and J.J. Ephraums (eds) . Cambridge University Press, 195-238.

14. Fontaine, R.E., Najjar, A.E. and Prince, J.D. - The 1958 malaria epidemic in Ethiopia. *Am. J. trop. Med. Hyg.*, 1961, **10** : 795-803.
15. Fontenille, D. et Rakotoarivony I. - Reappearance of *Anopheles funestus* as a malaria vector in the Antananarivo region of Madagascar. *Trans. Roy. Soc. trop. Med. Hyg.*, 1988, **82** : 644-45.
16. Fontenille, D., Lepers, J.P., Campbell, G.H., Coluzzi, M., Rakotoarivony, I., Coulanges, P. - Malaria transmission and vector biology in Manarintsoa, High Plateaux of Madagascar. *Am. J. trop. Med. Hyg.*, 1990, **43** : 107-115.
17. Garnham, P.C.C., Wilson, D.B., Wilson, M.E. - *J. trop. Med. Hyg.*, 1948, **51**: 156-159.
18. Gascon, J. et Pluymaekaers, J. - Changing pattern of malaria in Nyarutovu (Rwanda). *Trans. Roy. Soc. trop. Med. Hyg.*, 1984, **78** : 421-22.
19. Haines, A., Epstein, P.R., McMichael, A.J. - Global health watch : monitoring impacts of environmental changes. *The Lancet*, 1993, **342** : 1464-69.
20. Hastenrath, S. (1993) *Toward the satellite monitoring of glacier changes on Mount Kenya* in *Annals of Glaciology* 17, 245-249.
21. Ingram, A. and De Meillon, B. - Efficacy of certain reagents as destructors of flies when used in the form of a spray. *J. med. Ass. S. Afr.*, 1927, **1** : 366-369.
22. IPCC, (1990) *Climate Change, The IPCC Scientific Assessment*. J.T.Houghton, G.J. Jenkins and J.J. Ephraums (eds). Cambridge University Press, 364 p.
23. IPCC, (1992) *Climate Change, The Supplementary Report to the IPCC Scientific Assessment*. J.T. Houghton, B.A. Callendar and S.K. Varney (eds). Cambridge University Press , 198p.
24. Jadin, J.B. - Disparition d'*An. funestus* au Rwanda après les traitements insecticides. *Ann. Soc. belge Med. trop.*, 1962.
25. Jadin, J.B. et Fain, A. - Paludisme en altitude. *Ann. Soc. belge Med. trop.*, 1951, **31** : 353-356.
26. Jadin, J.B. et Fain, A. - *Anopheles funestus* à Astrida. *Ann. Soc. belge Med. trop.*, 1949, **29** : 145-150.
27. Jäger, J. and Ferguson, H.L. (eds) (1991) *Climate Change : Science, Impacts and Policy. Proceedings of the second world climate conference* , Geneva october 90. Cambridge University Press , 578p.

27. Joncour, G. - La lutte contre le paludisme à Madagascar. *Bull. Organ. mond. Santé*, 1956, **15** : 711-723.
28. Jones, P.D. and Briffa, K.R. (1992) Global surface air temperature variations during the twentieth century, Part 1: Spatial, temporal and seasonal details, *The Holocene* **2**(2):165-179.
- 29 Laventure, S., Mouchet, J., Blanchy, S., Marrama, L., Rabarison, P., Andrianaivolambo, L., Rajaonarivelo, E., Rakotoarivony, I. et Roux, J. - Le riz source de vie et de mort sur les Plateaux de Madagascar. *Cahiers Santé*, 1996, **6** : 79-86.
30. Leeson, H.S. - Anopheline mosquitoes in Southern Rhodesia (1926-1928). *Memoir Series, N°4 of the London School of Hygiene and Tropical Medicine*.
31. Le Sueur, D., Sharp, B.L., Appleton, C.C. - Historical perspective of the malaria problem in Natal with emphasis on the period 1928-1932, *Sth. Afr. J. Sc.*, 1993, **89** : 232-39.
32. Loevinsohn, M.E. - Climatic warming and increased malaria incidence in Rwanda. *The Lancet*, 1994, **343** : 714-718.
33. Mc Crae, A.W.R. - Malaria. *Uganda Atlas 7- Diseases distribution SA*. Hatt and B.M. Langlands ed. Afr. Publ. House, 1975.
34. Marrama, L., Rajaonarivelo, E., Rabarison, P. et Laventure, S. - *Anopheles funestus* et la riziculture sur les Plateaux de Madagascar. *Cahiers Santé*, 1995, **5** (6) : 415-421.
35. Meyus *et al* : *Ann. Soc. belge Med. trop.*, 1962, **42** : 771-782.
36. Mouchet, J., Blanchy, S., Ranaivoson, G., Rakotonjanabelo, A., Rajaonarivelo, S., Laventure, E., Rossella, M., Aknouche, F. - Stratification épidémiologique du paludisme à Madagascar. *Arch. Inst. Pasteur Madagascar*, 1993, **60** : 50-59.
37. Mouchet, J., Faye, O., Julvez, J. et Manguin, S. - Drought and malaria retreat in the Sahel, West Africa. *The Lancet*, 1996, **348** : 1735-36.
38. Mouchet, J., Laventure, S., Blanchy, S., Fioramonti, R., Rakotonjanabelo, A., Rabarison, P., Sircoulon, J. et Roux, J. - La reconquête des Hautes Terres de Madagascar par le Paludisme. *Bull. Soc. Path. exot.*, 1997, **90** (accepté).
39. OMS/AFRO - *Séminaires inter pays de lutte antivectorielle dans les zones de paludisme instable - Bujumbura 11-15 Déc. 1989, Addis-Abeba, 21-25 Janvier 1991*.

40. OMS/AFRO - *Stratégies de lutte contre le paludisme dans la Région Africaine. Rapp. Conf. Interrégionale Paludisme, Brazzaville, 21-25 octobre 1991*².
41. Raison, J.P. - *Les Hautes Terres de Madagascar*. ORSTOM/Karthala ed. Paris, 1984.
42. Rakoto, B. - *La lutte antipaludique sur la Haute Région de Madagascar*. Thèse Univ. Tananarive n°75, 1979.
43. Rakotonjanabelo, A. - *Situation du paludisme à Madagascar. Cahiers Santé*, 1995, 5 (6) : 358-362.
44. Randriantsimaniry, D. - *Lutte antivectorielle dans l'épidémie des Plateaux de Madagascar. Cahiers Santé*, 1995, 5 : 392-397.
45. Santer, B.D. et al. (1990) *Developing climate scenarios from equilibrium GCM results*. Max Planck Institut für Meteorologie Rep.47, Hamburg.
46. Swellengrebel, N.H., Anneke, S., De Meillon, B. - *Malaria investigations in Transvaal and Zululand. Publ. S. Afr. Inst. Med. Research*, 1931, XXVIII, Vol. IV : 245-276.
47. Tulu, A.N. - *Malaria transmission in the Highlands of Ethiopia. Trans. Roy. Soc. trop. Med. Hyg.*, 1992.
48. Van der Stuyft, P., Manirankunda, L. et Delacollette, C. - *L'approche du risque dans le diagnostic du paludisme - maladie en régions d'altitude. Ann. Soc. belge Med. trop.*, 1993, 73 : 81-89.
49. Vermylen, M. - *Répartition des anophèles de la République du Rwanda et de la République du Burundi. Rivista di Malariologia*, 1967, 46 : 13-22.
50. Vincke, I. et Jadin, J.B. - *Contribution à l'étude de l'anophélisme en pays d'altitude. Ann. Soc. belge Med. trop.*, 1946, 26 : 483-500.
51. White, G.B. - *The Anopheles gambiae complex and malaria transmission around Kisumu, Kenya - Trans. Roy. Soc. trop. Med. Hyg.*, 1972, 66 : 572-581.
52. WMO (1979) *Proceedings of the World Climate Conference Geneva 12-23 February-N°537*, 791p.
53. WMO (1989) *Statistics on Regional Networks of Climatological Stations (based on the INFOCLIMA World Inventory)*, vol. II: Region I, Africa, WCDP-7, WMO/TD 305.

54. Zulueta, J. de, Kafuko, G.W., Mc Crae, A.W.R., Cullen, J.R., Pederson, C.K. and Wasswa, D.F.B. - A malaria eradication experiment in the Highlands of Kigezi, Uganda. *East Afr. med. Journal*, 1964, **41** : 103-120.

Liste des figures

1. Stratification du paludisme à Madagascar	p.26
2. Les Plateaux de Madagascar	p.29
3. Le Zimbabwe	p.40
4. Namibie	p.43
5. Evolution du paludisme en Afrique du Sud	p.45
6. Afrique du Sud et Swaziland	p.47
7. Afrique Centrale	p.49
8. Ouganda - Stratification (McCrae)	p.50
9. Ouganda - Indices parasitaires (McCrae)	p.50
10. Kisizi : Nombre de cas de paludisme confirmés au laboratoire en Juillet (1982-1994).	p.54

Liste des tableaux

1. Evolution des températures en Ethiopie	p.15
2. Evolution des températures à Ivato-aéroport	p.18
3. Evolution des températures pentadaires à Kabale	p.20
4. Information aux cinq stations choisies au Zimbabwe	p.21
5. Précipitation au Zimbabwe - Années excédentaires	p.21
6. Précipitation au Zimbabwe - Années déficitaires	p.22
7. Températures extrêmes aux cinq stations du Zimbabwe	p.22
8. Evolution des températures moyennes au Zimbabwe	p.23
9. Nombre mensuel des cas de paludisme, présumés et confirmés au dispensaire d'Analaroa, de 1971 à 1981.	p.32
10. Suivi des cas de paludisme au dispensaire d'Analaroa de 1985 à 1995.	p.32
11. Les épidémies au Zimbabwe	p.39
12. Cas de paludisme chez les consultants de l'hôpital de Kisizi	p.54
13. Pluviométrie 1993-1995 dans le Sud Ouest de l'Ouganda	p.58

Sommaire

Avant propos	p.1
1. Objectifs	p.2
2. Méthodes et sites d'étude	p.5
2.1. Données météorologiques	p.5
2.2. Données épidémiologiques	p.5
2.3. Sites d'étude	p.6
3. Les observations météorologiques et le "Global Warning"	p.9
3.1. Le réchauffement est-il une réalité ?	p.9
3.2. Les stations étudiées	p.12
3.2.1. Considérations générales	p.12
3.2.1.1. Quelques anomalies possibles	p.13
3.2.1.2. Etat des stations utilisées pour l'étude	p.14
3.2.2. Ethiopie	p.14
3.2.2.1. Stations utilisées	p.14
3.2.2.2. Constatations générales	p.15
3.2.3. Madagascar	p.16
3.2.3.1. Stations utilisées	p.16
3.2.3.2. Remarques sur la pluviométrie	p.16
3.2.3.3. Remarques sur la température	p.17
3.2.4. Ouganda	p.18
3.2.4.1. Stations utilisées	p.18
3.2.4.2. Remarques sur la pluviométrie	p.18
3.2.4.3. Remarques sur la température	p.19
3.2.4.4. Années particulières	p.20
3.2.5. Zimbabwe	p.20
3.2.5.1. Stations utilisées	p.20
3.2.5.2. Etudes des précipitations	p.21
3.2.5.3. Etudes des températures	p.22
3.3. Conclusions sur la climatologie	p.23
4. L'Epidémie des Plateaux de Madagascar	p.25
4.1. Les événements de 1987-1988	p.25
4.2. Historique du Paludisme et de la lutte antipaludique sur les Plateaux	p.26
4.3. Les Plateaux de Madagascar et les vecteurs du paludisme	p.29
4.4. Les observations au dispensaire d'Analaroa	p.31
4.4.1. Le fonctionnement du dispensaire	p.32
4.4.2. La période 1971-1981	p.32
4.4.3 La période 1985-1995	p.32
4.5. Hypothèses sur les causes de l'épidémie de Madagascar	p.33
4.6. Conclusions pour Madagascar	p.36
5. Les Epidémies dans le Cône Sud de l'Afrique	p.37
5.1. Le Cône Sud	p.37
5.2. Le Paludisme et la lutte antipaludique dans le Cône Sud	p.37
5.3 Le Zimbabwe	p.38
5.3.1. Géographie et climat	p.38
5.3.2. Le paludisme au Zimbabwe	p.39
5.3.3. La lutte antipaludique	p.39
5.3.4. Les épidémies	p.40
5.3.5. L'épidémie de Mberengwa	p.40
5.3.6. Conclusions sur l'origine des épidémies du Zimbabwe	p.41
5.4. Le Botswana	p.41
5.4.1. Le Paludisme au Botswana	p.42
5.4.2. L'épidémie de 1987-88	p.42

Sommaire suite

5.5. La Namibie	p.43
5.6. L’Afrique du Sud	p.44
5.6.1. Historique	p.44
5.6.2. Situation actuelle	p.45
5.7. Le Swaziland	p.46
5.7.1. Paludisme et lutte antipaludique au Swaziland	p.46
5.7.2. La reprise épidémique	p.46
6. Les Epidémies dans les Hautes Terres d’Afrique Centrale	p.48
6.1. L’Ouganda	p.48
6.1.1. Géographie	p.48
6.1.2. Le Paludisme en Ouganda et la progression de nos recherches	p.49
6.1.3. L’épidémie de Kapchorwa	p.50
6.1.4. Les épidémies du district de Rukunguri	p.51
6.1.5. Le paludisme dans les régions de Kisizi et de Kamwezi	p.52
6.1.5.1. Historique des travaux précédents	p.52
6.1.5.2. Le paludisme à travers les statistiques de l’Hôpital de Kisizi	p.53
6.1.5.3. Les vecteurs	p.54
6.1.5.4. Les causes de l’augmentation de l’endémie	p.55
6.1.5.5. Les épidémies	p.58
6.1.6. Conclusions pour l’Ouganda	p.58
6.2. Le Rwanda	p.60
6.2.1. Le paludisme au Rwanda	p.60
6.2.2. Paludisme au Rwanda et réchauffement de la Planète	p.62
6.3. L’Ethiopie	p.63
7. Conclusion générales	p.65
Remerciements	p.70
Bibliographie	p.73
Liste des figures	p.78
Liste des tableaux	p.78
Sommaire	p.79

RESUME

A partir de 1983 des épidémies ou des recrudescences du paludisme ont été signalées dans les régions d'altitude d'Afrique orientale et australe ainsi qu'à Madagascar. En même temps des climatologues faisaient état d'un réchauffement de la planète dû à l'effet de serre provoqué par l'augmentation du CO₂ dans l'atmosphère suite au déstockage du carbone fossile.

Plusieurs conférences réunies sous l'égide de l'OMS avaient dressé un pronostic très sombres des conséquences de cette augmentation de température sur les maladies à vecteurs et en particulier le paludisme. N'étant pas convaincu par une argumentation qui manquait d'assises concrètes nous avons entrepris cette étude dans la région afrotropicale.

Tout d'abord nous rappelons l'évolution du climat en Afrique au cours des 50 dernières années, marquée par une augmentation de 0.6 degré des températures moyennes avec cependant des fortes différences locales elles obligent à ne prendre en compte que les données météorologiques relevées dans les régions même où ont été exécutées les études épidémiologique.

Sur les Plateaux de Madagascar il est apparu que la température était restée stable durant les 30 dernières années. L'épidémie de 1987-88 était due à la suppression graduelle des mesures de lutte antipaludique à partir de 1975. Les populations d'*Anopheles funestus* le principal vecteur, lié aux rizières, s'étaient reconstituées et le paludisme était revenu à son niveau de 1949, avant les traitements. Ce retour s'était fait à travers une épidémie meurtrière.

Dans l'Afrique australe, des épidémies plus ou moins importantes se sont produites dans les pays qui avaient été protégés par des traitements insecticides, lorsque ceux-ci ont été arrêtés ou négligés. Elles ont intéressé le Swaziland, l'Afrique du Sud, le Zimbabwe et la Namibie. Au Botswana, les épidémies de 1988 et 1995 ont fait suite à des précipitations excédentaires.

Dans les montagnes du Sud-Ouest de l'Ouganda, où le paludisme était rare au dessus de 1500 m, il a gagné le fond des vallées et a provoqué une forte épidémie en juillet 1994. Cette situation résulte, au moins en partie du défrichement des marais à papyrus qui occupaient le fond des vallées. Ces plantes sécrètent une huile qui forme un film iridescent à la surface de l'eau, incompatible avec la survie des larves de culicidés. Les cultures maraîchères ou les étangs de pisciculture qui leur ont été substitués ont permis le développement d'*An. gambiae* s.s., excellent vecteur (jusqu'à 15% des spécimens infectés) très endophile et très anthropophile. En 1994, des pluies de printemps, plus de 2 fois supérieure à la moyenne, ont entraîné une épidémie très meurtrière.

Dans tous les cas investigués, le réchauffement planétaire n'a pas été à l'origine de la recrudescence, éventuellement épidémique, du paludisme. Le seul cas rapporté au Rwanda ne supporte pas l'analyse critique.

Les causes de ces phénomènes ne sont pas univoques : elles sont d'origine climatique : pluviométrie et peut-être accessoirement température, anthropique : modification de l'environnement et de l'occupation de l'espace, ou opérationnelle : suppression ou laxisme dans les mesures de lutte. On ne peut donc faire de prévisions en tenant compte d'un seul paramètre. L'Afrique de l'Ouest en fournit un exemple typique : la sécheresse, bien qu'elle soit accompagnée d'une augmentation de températures de 0,5°, a entraîné une baisse de 80% du paludisme au nord du Sénégal et au Niger.