

EPIDEMIOLOGIE DU PALUDISME DANS LA PLAINE DE LA RUZIZI, BURUNDI

par

M. COOSEMANS¹, M. WERY², B. STORME¹, L. HENDRIX² & B. MFISI¹

¹Mission d'Assainissement de la Plaine de la Ruzizi (MAPR), B.P. 704, Bujumbura, Burundi

²Laboratoire de Protozoologie, Institut de Médecine Tropicale Prince Léopold,
Nationalestraat 155, B-2000 Antwerpen, Belgique

Résumé — Huit localités, chacune représentative d'un certain type de paysage et d'activité humaine, ont fait l'objet d'une enquête épidémiologique ponctuelle dans le temps.

Les indices entomologiques, parasitologiques, spléniques et séro-immunologiques permettent de définir la situation d'endémicité dans chacune des localités.

De très grandes différences ont été observées d'un point à l'autre sur un territoire d'une surface d'à peine 1 000 km² : la prévalence au sein du groupe d'âge de 0 à 20 ans varie de 4 à 56 p. cent et l'indice splénique pris chez les enfants de 0 à 8 ans peut aller de 4 à 26 p. cent. La présence de culture irriguée ou de zone inondée semble jouer un rôle déterminant dans l'importance de l'endémicité du lieu.

Plusieurs auteurs ont fait état d'un indice sporozoïtique inférieur à 1 p. cent dans la Plaine. Cette mauvaise transmission est compensée par une densité anophélienne très importante (58 anophèles par homme et par nuit) dans les villages à proximité des rizières.

L'évolution des indices en dents de scie avec l'âge pourrait être le résultat d'une chimio-prophylaxie ou résider dans l'intensité fort différente de la transmission d'une année à l'autre.

Ces différentes observations tendent à démontrer le caractère instable de la malaria dans la plaine et sa stabilisation par des projets de cultures irriguées. Des études longitudinales sont cependant indispensables pour confirmer cette instabilité paludéenne, phénomène assez rare en savane africaine de basse altitude (800 m).

Les mesures de contrôle proposées insistent d'avantage sur les méthodes dites physiques, considérant la chimio-prophylaxie et les traitements intradomiciliaires d'insecticides comme complémentaires. Nous insistons sur la nécessité d'améliorer et de renforcer les soins curatifs.

KEYWORDS : Malaria, Epidemiology; Burundi.

1. Introduction

L'épidémiologie du paludisme a fait l'objet d'un grand nombre de recherches intensives dans des biotopes très caractéristiques de l'Afrique au Sud du Sahara comme les savanes soudaniennes et guinéennes de l'Afrique de l'Ouest, les savanes de l'Afrique de l'Est et leurs vallées humides, le sahel et la forêt équatoriale et la forêt dégradée.

L'étendue très vaste de ces régions d'une frontière naturelle à l'autre et la présence d'un paludisme généralement stable rendent tout essai de lutte même à l'échelle d'une zone pilote extrêmement difficile.

Jusqu'à présent peu d'intérêt a été consacré à des biotopes plus particuliers et bien délimités par des barrières naturelles offrant plus de chances dans la réussite du contrôle de cette endémie. La plaine de la Ruzizi parfaitement isolée par des hautes montagnes et par le lac Tanganyika est,

comme l'avait déjà souligné Vincke *et al.* (1966) un terrain d'étude privilégié. Bien qu'il s'agisse d'une région de basse altitude, la transmission y est faible.

La lutte contre le paludisme entreprise durant les années 1920 à 1950 était limitée au dépistage passif et au traitement des malades. Il en résultait une diminution de la morbidité.

Vers les années '50 le paludisme persistait et menaçait de s'aggraver à la suite de l'introduction des cultures irriguées et l'apport de populations non immunisées. Les premiers essais de DDT-isation furent entrepris en 1950 dans la partie zaïroise de la plaine entre Uvira et la petite Ruzizi (Lambrecht, 1954).

De 1952 à 1957 sept cycles de traitements intradomiciliaires au DDT couvrant la quasi totalité de la plaine, ainsi que le mazoutage des marais ont permis de réduire considérablement la transmission. L'indice parasitaire chez les nourrissons est passé de 19 p. cent en 1952 à 2,5 p. cent en 1957 (Meyus & Bervoets, 1958).

La chimioprophylaxie était limitée aux nourrissons qui se présentaient aux consultations ainsi qu'aux immigrants provenant des hauts plateaux (deux distributions par semaine à raison de 2 g de chlorhydrate de quinine pour un adulte). En 1956 la désinsectisation des habitations confiée par adjudication à une firme privée et sous contrôle du Service d'Hygiène s'étendait à tout le territoire du Ruanda-Urundi (1.000.000 d'habitations en dessous de l'altitude de 2.000 mètres). Le nombre recensé de décès liés au paludisme a diminué par rapport à l'année précédente de 10 p. cent en 1956 et de 30 p. cent en 1957 (226 cas). En 1958 la chimioprophylaxie à la pyriméthamine (DARAPRIM) a été entreprise avec succès dans la région rizicole de l'Est Mpanda (village de Mubone) où une forte augmentation de l'indice plasmodique avait été observée. Les mesures entreprises à cette époque visaient, ici comme partout ailleurs, l'éradication du paludisme, concept qui a dû, dans la suite, être abandonné pour diverses raisons (Hamon *et al.*, 1963, Janssens, 1980).

Les états ont alors abandonné progressivement la lutte antipaludique. En 1966, la création de la Mission d'Assainissement de la Plaine de la Ruzizi (MAPR) permettait à nouveau la réorganisation de la lutte contre le paludisme, non pas dans le but d'obtenir l'éradication mais d'arriver à un contrôle satisfaisant de cette endémie. La désinsectisation et la chimioprophylaxie ont été reprises, mais de manière empirique, sans étude préalable de la situation et sans évaluation du travail effectué.

Or, dans la Plaine de la Ruzizi, le paludisme est encore à l'heure actuelle une des entraves principales qui s'oppose à un développement agricole harmonieux.

L'étude épidémiologique actuelle de cette endémie devra permettre d'orienter les économistes et les agronomes dans la réalisation et le fonctionnement des projets agricoles. Une réduction importante de certains types de cultures pourrait avoir pour résultat une rentabilité augmentée et faciliter la tâche des responsables de la Santé chargés d'élaborer une stratégie de lutte adaptée à chaque biotope, en l'intégrant dans les activités de soins de santé primaires.

Cette première étude se limite à la prospection géographique du paludisme dans la Plaine (Imbo-Nord et Imbo-Centre).

La description détaillée d'un tel biotope constitue en outre une base privilégiée pour l'essai de nouvelles méthodes de lutte contre la malaria, telles que la vaccination.

2. Matériel et méthodes

2.1. Topographie, hydrologie, végétation

L'Imbo est une région naturelle délimitée par la courbe hypsométrique des 1.000 m, enclavée entre la Crête Zaïre-Nil et la chaîne de montagnes des Monts Mitumba (Fig. 1), et constitue la partie septentrionale du Graben Tanganyika, appartenant au Rift Valley occidental.

La Plaine de la Ruzizi comprend l'Imbo-Nord, large d'environ 10 km et l'Imbo-Centre pouvant atteindre une largeur de 35 km, l'Imbo-Sud étant les rives Est et Ouest du lac Tanganyika. Cette plaine à pente douce d'environ deux pour cent est traversée par la rivière Ruzizi, déversoir du lac Kivu (1.460 m) dans le lac Tanganyika (775 m). D'Est en Ouest on distingue trois terrasses qui correspondent aux anciens lits de la Ruzizi. De nombreux affluents avec des cours torrentiels se jettent d'une façon presque perpendiculaire dans la Ruzizi. Les sols sont généralement des alluvions récentes, sableuses ou argileuses, à faible teneur en humus. Par endroits la forte imperméabilité du sol est à l'origine de zones marécageuses en saison des pluies. Ces terres sont souvent mises à profit pour la culture irriguée. La présente étude se limite à la rive Est de la Ruzizi (Burundi).

Du point de vue botanique, les formations naturelles, forêts sclérophyles à *Strychnos potatorum* et à *Euophorbia dawei* (Germain, 1952; Lewalle, 1972; Reekmans, 1980) ont largement disparu par défrichement pour faire place à des cultures vivrières ou industrielles (coton principalement). A l'Ouest de l'axe Bujumbura-Cibitoke, s'étend une vaste région à palmier *Hyphaene benguellensis* var. *ventricosa* favorisé par des conditions édaphiques particulières : sol gorgé d'eau en saison des pluies alternant avec une sécheresse prolongée. Ces étendues sont réservées au pâturage.

2.2. Climatologie

La faible pluviométrie (850-950 mm par an), un pouvoir évaporant de l'air élevé, sols très filtrants, une insolation intense caractérisent une xérophilie quasi permanente. Il existe une saison sèche de 4 mois (mi-mai à la mi-octobre) et une saison des pluies s'étalant sur le reste de l'année, avec une brève interruption se situant habituellement vers la fin janvier.

La figure 2 nous donne la répartition mensuelle des pluies en 1981 et 1982 dans les différentes stations choisies à proximité des lieux d'enquêtes. On y voit que la pluviométrie est fort variable d'une station à l'autre. La zone de Gihanga (Imbo-Centre) est particulièrement sèche, avec une pluviométrie mensuelle inférieure à 50 mm durant 7 mois. Les faibles précipitations s'expliquent par la position de la vallée : la crête Zaïre-Nil et les versants des Mirwa retiennent les pluies entraînées par l'alizé du sud est. L'interaction complexe des vents et de la pluviométrie est bien résumée par Lebrun (1956) : « La dépression du Tanganyika et de la Plaine de la Ruzizi

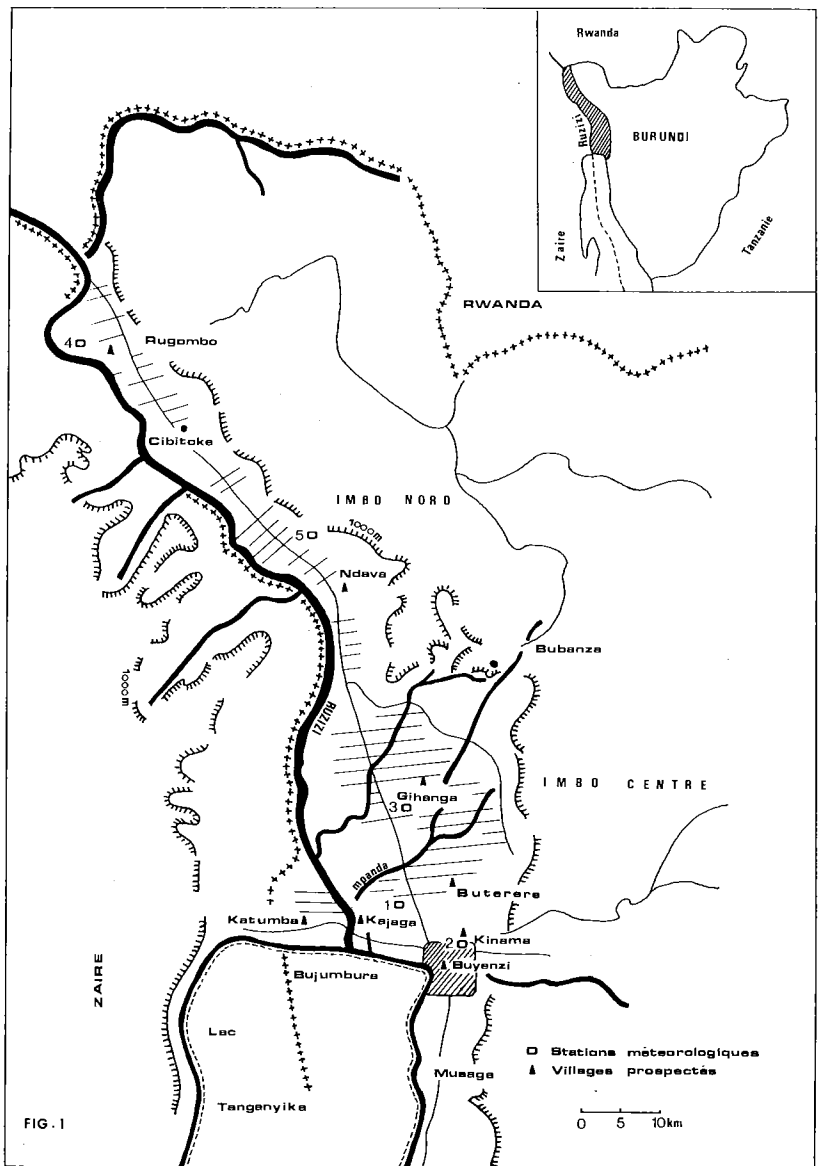


Figure 1.

Aire géographique étudiée : localités prospectées et emplacement de stations météorologiques.

sont balayées par une branche déviée de cet alizé du S.-E., soufflant dans une direction presque S.-N., et qui, par effet de couloir, y acquiert une vive accélération avec une influence desséchante très marquée ».

Les températures minimales oscillent autour de 19 °C et les températures maximales autour de 30 °C. Les températures moyennes varient peu au cours de l'année.

2.3. Peuplement et ressources

La population dans la Plaine est approximativement de 120.000 personnes (recensement 1979). Elle est essentiellement constituée d'immigrants et leurs descendants, qui sont venus s'installer dans la Plaine dans les années '50 lors de la création des paysannats. En effet en 1920 il y avait moins de 6.000 habitants.

La moitié de la population a moins de 15 ans et la scolarité (enseignement primaire) atteint 23 p. cent. La densité est généralement importante dans la plupart des communes, mais certaines zones dépeuplées font tomber cette densité à une moyenne relativement basse (109 habitants/km²). Une immigration est actuellement favorisée par les nombreux projets agricoles qui se développent dans cette région. Dans le cadre du paysannat, chaque famille dispose d'un « rugo » situé au long d'un chemin-transversal perpendiculaire à l'axe de la route Bujumbura-Rugombo. Ce rugo comprend une série d'habitations en pisé et 4 ha de terres cultivées en bandes devant permettre la mécanisation. Il y a environ 6 personnes par rugo. Le nombre d'habitants peut être plus important dans certaines parties plus fertiles de la plaine.

Les projets agricoles comprennent la promotion des cultures du coton, maïs, riz, café, manioc, bananiers, soja, tournesol. D'importants aménagements hydroagricoles ont été effectués et se poursuivent à l'heure actuelle. Une réactivation des paysannats de l'Imbo-Nord est entreprise par la mise en place d'infrastructures et l'encadrement intensif des paysans. L'extension de l'élevage, à l'ouest de l'axe Bujumbura-Cibitoke est basée sur l'introduction des pâtures artificielles.

2.4. Activités antipaludiques récentes

La MAPR a poursuivi la chimioprophylaxie dans les écoles (scolarisation \pm 23 p. cent) jusqu'en 1982. La distribution des médicaments au rythme d'une fois toutes les deux semaines est interrompue de juillet à septembre. Les enfants de 6 à 9 ans et de 10 à 17 ans reçoivent à chaque visite respectivement 1 et 2 comprimés de *Daraclor*^R (150 mg base de chloroquine et 15 mg de pyriméthamine).

La distribution des médicaments a été limitée au quatrième trimestre dans les communes de Kinama, Buyenzi et Katumba. Dans l'Imbo-Centre (région de Gihanga) cette prophylaxie s'applique à toutes les classes d'âge de la population, mais elle est faible et probablement inefficace.

En 1981, 17.200 comprimés de *Daraclor*, 1.020 comprimés de chloroquine (100 mg) et 2 l de solution chloroquine à 10 p. cent ont été distribués à titre prophylactique à la population du village Il de Gihanga.

2.5. Description des endroits prospectés

Imbo-Nord

— RUGOMBO (29° 05 E - 2° 50 S) 8 octobre 1981. Il s'agit d'un centre de négoce et agricole (coton). Environ 6.000 habitants. Altitude 900 m. Notre étude s'est limitée au quartier Swahili, dans lequel les rues se coupent à angle droit.

— NDAVA (29° 16 E - 3° 02 S) novembre 1981. Les champs de coton alternent avec les cultures vivrières (bananiers, maïs, manioc) et les jachères. Cultures irriguées par endroit. Environ 8.000 habitants.

Imbo-Centre

— GIHANGA — village Il Mulira (29° 18 E - 3° 11 S) 7 septembre 1981. Ce village de 2.000 habitants fait partie d'un groupe de six villages (13.000 habitants) qui entourent les 2.000 ha de bacs riziers. Ils sont alimentés par un canal principal apportant l'eau de la Mpanda. Le village est situé le long du canal de drainage. Ces rizières ont été aménagées en 1972. Deux variétés de riz sont cultivées sur des parcelles à peu près égales en surface : une variété à cycle court (100 à 110 jours) et une variété à cycle long (160 à 170 jours). Le calendrier de ces cultures est illustré à la figure 3.

— BUTERERE (29° 23 E - 3° 18 S) 15 novembre 1982. En pleine saison des pluies, le village, qui regroupe 2.000 habitants environ, est entièrement entouré de rizières. Les rizières sont entretenues par la technique semi-irriguée, semi-pluviale. Les bacs riziers servent à la culture du haricot durant la première moitié de la saison des pluies. Un vaste projet de culture irriguée avec réorganisation des cultures existantes est envisagé.

— KAJAGA (29° 18 E - 3° 20 S) 12 août 1981. Une vaste région marécageuse alimentée par les eaux de la Mpanda s'étend autour du village. Ces eaux sont douces à pH neutre. La végétation semi-aquatique est caractérisée par une association de *Cyperus difformis* (Cyperaceae), de *Aeschynomene elatroxylon* (Fabaceae) et de *Sesbania pubescens* (Fabaceae) (Reeckmans, comm. pers.). Le sol est du type sablonneux. Les villageois vivent essentiellement de la pêche sur le lac Tanganyika.

— KATUMBA (29° 15 E - 3° 20 S) 30 mars et 18 mai 1981. Situé dans le delta de la Ruzizi à environ 1 km d'une lagune alimentée par les eaux du Lac Tanganyika et de la Ruzizi. Ces eaux sont très alcalines (pH 9) et fort chargées en sel de magnésie, en carbonates et bicarbonates (Symoens, 1968). La teneur en oxydes et en sels non volatils est cependant très faible et entraîne une légère réaction d'halophilie chez les végétaux (Germain, 1952). Les espèces dominantes de cette lagune sont *Cyperus laevigatus* (Cyperaceae) et *Diplachne fusca* (Poaceae) avec, dans l'eau *Utricularia inflexa* (Lentibulariaceae). Une vaste plaine à *Panicum repens* et *Panicum ruziziense* (Poaceae) entoure cette lagune et est exploitée comme zone de pâturage (Reeckmans, comm. pers.). Vers l'intérieur de la Plaine et juste derrière les habitations de la première avenue s'étendent les cultures (coton, maïs, sorgho). Une population d'environ 4.000 habitants est essentiellement agricole.

Bujumbura

— KINAMA, 28 octobre 1981. Cité située en bordure de la ville qui connaît une extension très importante (15.000 habitants). Les avenues sont bordées de nombreux jeunes eucalyptus. Des champs (polyculture) avoisinent la zone.

— BUYENZI, 1^{er} décembre 1981. Cité située au cœur de la ville le long de la rivière Ntahangwa (30.000 habitants). La zone est parsemée de coco-

tiers. Nous avons examiné les habitants de la 20^e à la 25^e avenue. C'est dans ce quartier, le bas de la zone, que nous avons trouvé le plus grand nombre de larves d'*A. gambiae*.

2.6. Méthodologie

2.6.1. Enquêtes entomologiques

La collecte des moustiques se faisait lors des captures de nuit sur appât humain. La capture a lieu en position assise devant la maison de 18 h à 20 h et dans la maison (intradomiciliaire) de 20 h à 6 h du matin. Une rotation du personnel a lieu à 0.00 h. Les captures ont lieu dans 4 à 5 maisons choisies au hasard dans un rayon de 500 m. Les moustiques sont récoltés toutes les heures par le chef d'équipe.

2.6.2. Echantillonnage

A certains endroits les personnes de tout âge ont été examinées, à d'autres endroits par contre nous nous sommes limités aux personnes de 0 à 20 ans.

2.6.3. Prélèvement de sang

Deux gouttes épaisses et un frottis ont été confectionnés pour chaque personne. De plus, 25 μ l de sang, prélevé à l'aide d'un tube capillaire hépariné, étaient absorbés aussitôt sur un papier filtre (Whatman n° 1) pour l'analyse sérologique.

2.6.4. Examen parasitologique

La méthode d'examen parasitologique est semblable à celle utilisée par Molineaux et Gramiccia (1980) soit l'examen de 200 champs microscopiques (microscope Leitz HM Lux binoculaire 10 \times , objectif immersion 100 \times). Selon l'endémicité 10 à 20 p. cent des lames étaient réexaminées sur 400 champs. L'espèce de plasmodium était déterminée sur frottis.

2.6.5. Palpation de la rate

La palpation de la rate a été faite en position verticale suivant le classement de Hackett II.

2.6.6. Examen sérologique

Les réactions d'immunofluorescence indirecte (IFI) ont été effectuées sur un antigène provenant de cultures de *P. falciparum* et qui est en grande partie constitué de schizontes. Chaque prélèvement a été élué dans de l'eau physiologique tamponnée pour donner une dilution de départ de 1/80. Des dilutions subséquentes étaient pratiquées de 2 en 2 jusqu'à extinction de la fluorescence pour les réactions positives à 1/80.

Le conjugué fluorescent anti Ig d'homme (Institut Pasteur de Paris) a été dilué à 1/100 dans une solution de bleu d'Evans à 1/10.000 en eau physiologique tamponnée. L'étude sérologique n'a pas été effectuée à Ndava et Buterere.

3. Résultats

3.1. Observations entomologiques

Le tableau 1 donne le nombre de piqûres par homme et par nuit (φ /H/N). Ces résultats ne peuvent être interprétés qu'en présence des données climatologiques (fig. 2) et les dates de mises en eau des bacs riziers (fig. 3).

TABLEAU 1
Densité anophéllenne estimée à partir des captures de nuit sur sujets humains dans différentes zones de la Plaine de la Ruzizi

Nombre moyen de piqûres d'anophèles par homme et par nuit (φ /H/N)						
Communes	Date	<i>A. gambiae</i> (s. l.)	<i>A. funestus</i>	<i>A. pharoensis</i>	<i>A. ziemani</i>	
Katumba I	(1) (*)	31.03.81	7.25	1	45.25	0.75
	(1)	2.05.81	15.50	0	107.75	13.75
Katumba II	(1) (*)	14.04.81	25.0	4.25	111.5	3.25
Kajaga	(1)	8.09.81	0.50	0.25	1.0	0.25
Gihanga		15.09.81	0	0	0	0
	(2)	6.01.82	58.6	2.5	0.25	9
Rugombo	(1)	16.10.81	0	4.0	0	0
Ndava	(2)	16.11.81	0	0	0.4	0.2
Kinama	(2)	26.11.81	4.4	0.6	0	0.2
Buyenzi	(2)	3.12.81	0.6	0	0.2	0
Buterere	(2)	19.01.83	8.8	1.40	2.0	1.6

(1) Moyenne sur 4 hommes/nuit.

(2) Moyenne sur 5 hommes/nuit.

(*) Katumba I et Katumba II = première moitié et deuxième moitié de la première avenue.

A Katumba en pleine saison des pluies (tableau 1), la densité moyenne de *A. gambiae*, (*sensu lato*) et de *A. funestus*, varie respectivement de 7,25 à 25 φ /H/N et de 0 à 4,25 φ /H/N. Par contre *A. pharoensis* atteint des densités très importantes (tableau 1).

Les marécages entourant Kajaga étaient à sec au mois d'août ce qui expliquerait la faible densité anophéllienne.

A Gihanga, la présence ou l'absence d'anophèles semble être plus liée à la mise en eau des rizières qu'à la pluviosité. Au mois de janvier 1982, la densité moyenne atteint 58 *A. gambiae* φ /H/N et 2,5 *A. funestus* φ /H/N. Aucun anophèle n'a été capturé au mois de septembre, alors que toutes les rizières sont asséchées (voir fig 3).

A Buterere les rizières du type semi-pluvial sont entièrement inondées à partir du mois de février ce qui doit logiquement entraîner une augmentation de la densité anophéllienne. En janvier 1983 le nombre de piqûres *A. gambiae* par nuit et par personne, variait entre 1 et 16 selon les maisons (moy. 8,8).

A Ndava, Rugombo et Buyenzi, nous observons une faible densité anophéllienne.

Notons la présence de *A. ziemani* dans la plupart des captures. De rares spécimens d'*Anopheles implexus* ont également été capturés.

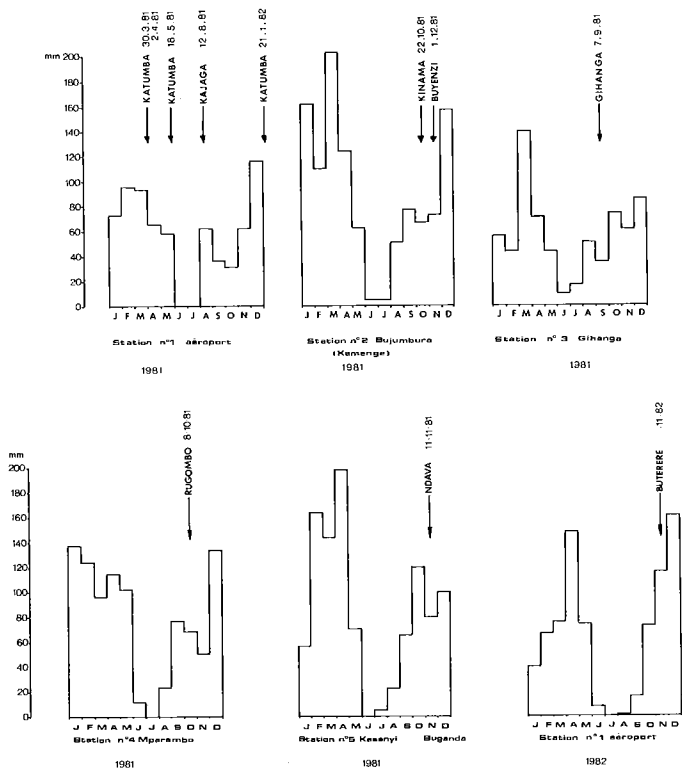


Figure 2.

Précipitations annuelles dans les différentes stations météorologiques situées à proximité des lieux d'enquêtes.

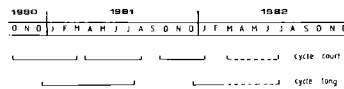


Figure 3.

Calendrier agricole 1980-1981 pour les deux variétés de riz cultivées.

3.2. Observations parasitologiques, spléniques et immunologiques

3.2.1. Espèces rencontrées

Plasmodium falciparum est largement prédominant. *P. ovale* et *P. malariae* sont présents dans respectivement 2,4 et 2,9 p. cent des prélèvements positifs et dans 60 p. cent des cas, ce sont des infections mixtes avec *P. falciparum*.

3.2.2. Variations des indices paludométriques selon les localités

Le tableau II nous montre qu'il existe des niveaux d'endémicité très différents d'un endroit à l'autre de la plaine.

Il est vrai que les enquêtes ont été faites à différents moments de l'année. Cependant l'influence saisonnière ne peut expliquer une telle variation.

Les villages situés à proximité des rizières sont les plus touchés par le paludisme, comme Gihanga et Buterere.

C'est à Katumba, village examiné à deux reprises, en mars et en mai, que l'on trouve la plus faible endémicité palustre (respectivement 3,4 et 3,0 p. cent).

A Bujumbura, la zone peri-urbaine de Kinama présente une prévalence plus importante que celle enregistrée dans la zone urbaine de Buyenzi où nous nous trouvons dans une situation d'hypoendémicité.

TABLEAU 2
Relation entre indice plasmodique et splénomégalie

Prévalence Plasmodique et Splénomégalie			
Localité	Indice Plasmodique (0 à 20 ans)	Indice Splénique (0 à 8 ans)	Caractère principal du biotope
Katumba (avril 81)	4 %	9 %	Paysannat
Buyenzi (décembre 81)	7 %	4 %	Quartier urbain
Kinama (octobre 81)	14 %	7 %	Quartier semi-urbain
Rugombo (octobre 81)	16 %	14 %	Centre de négoce rural
Ndava (novembre 81)	27 %	15 %	Paysannat
Kajaga (août 81)	37 %	16 %	Marécages
Gihanga (septembre 81)	50 %	26 %	Rizières irriguées
Buterere (novembre 81)	56 %	24 %	Rizières semi-pluviales

3.2.3. Variations des indices paludométriques selon l'âge

PREVALENCE (Indice plasmodique, fig. 4 à 11). L'allure générale de la courbe est la suivante : augmentation de l'indice dès la première année de la vie jusqu'à quatre ans; diminution de 5 à 8 ans; deuxième poussée, plus forte, entre 9 et 14 ans; diminution importante et stabilisation entre 15 et 20 ans.

Les principales exceptions sont : un délai d'apparition d'enfants impaludés, de 18 mois environ, à Katumba et Buyenzi; la stabilisation ou la diminution du nombre de sujets positifs dès l'âge de 8 ans à Rugombo et Kajaga et seulement après 29 ans à Ndava.

INDICE GAMETOCYTAIRE (fig. 4 à 11). Les variations des indices gamétocytaires sont parallèles à celle des indices plasmodiques (coefficient de corrélation variant, selon la localité, de 0,75 à 0,97) sauf à Katumba où la prévalence est très faible (coeff. cor. 0,55). Les indices gamétocytaires les plus élevés ont été observés à Buterere chez les enfants de 1 à 2 ans (29,2 p. cent) et à Gihanga chez les enfants de 2 à 4 ans (22 p. cent).

DENSITE PARASITAIRE. Les porteurs de formes asexuées ont été regroupés en trois classes de densité : moins de 10 p. cent, moins de 100 p. cent et 100 p. cent des champs microscopiques examinés reconnus positifs (infections faibles, moyennes et fortes). La figure 12 représente les résultats pour l'ensemble des huit villages examinés. La moitié des nour-

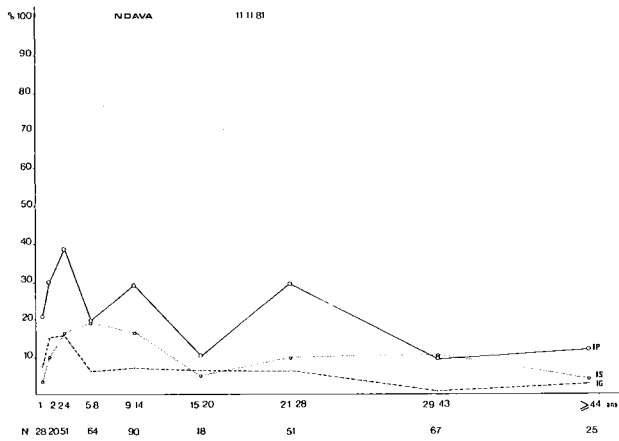


Figure 4.

Village de Ndava (partie Nord de la Plaine).
Indices parasitaire, splénique, gamétocytaire, de la naissance à l'âge adulte.

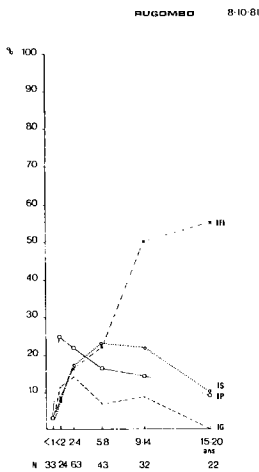


Figure 5.

Village de Rugombo (partie Nord de la Plaine).
Indices parasitaire, splénique, gamétocytaire,
pourcentage de positifs en immuno-
fluorescence, de la naissance à 20 ans.

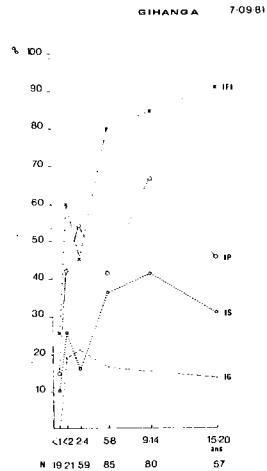


Figure 6.

Village de Gihanga (rizières).
Indices parasitaire, splénique, gamétocytaire,
pourcentage de positifs en immuno-
fluorescence, de la naissance à 20 ans.

rissons positifs (47,8 p. cent) de moins d'un an présentent au moins un parasite par champ microscopique. Cette proportion diminue quelque peu à partir d'un an. Néanmoins plus de 20 p. cent des enfants impaludés continuent à présenter de fortes infections jusqu'à l'âge de 8 ans. Au-delà de 9 ans les fortes densités parasitaires n'apparaissent pratiquement plus. La réaction immunitaire se manifeste pleinement à partir de 15 ans où subsiste une majorité d'infections légères.

L'indice de densité parasitaire positif (Molineaux et Gramiccia, 1980) (IDPP : proportion des champs microscopiques positifs pour les formes asexuées de *P. falciparum* chez les sujets trouvés positifs) a été calculé à partir des données recueillies dans le village de Buterere en novembre 1982 (fig. 7). Les mécanismes immunitaires ne semblent pas jouer un rôle très important durant les deux premières années de la vie. Entre 2 et 14 ans l'IDPP diminue plus rapidement que l'indice parasitaire tandis qu'à partir de 15 ans l'IDPP suit une évolution plus ou moins semblable à l'IP.

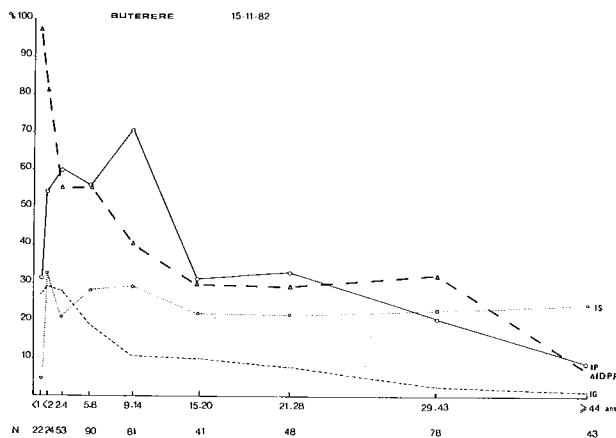


Figure 7.

Village de Buterere (rizières). Indices parasitaire, splénique, gamétocytaire et de densité parasitaire de la naissance à l'âge adulte.

SEROLOGIE

La moyenne géométrique des titres (fig. 13) dans les différentes localités augmente généralement jusqu'à l'âge de 15 ans puis se stabilise.

Les principales différences entre localités sont les suivantes :

- la hauteur du plateau atteint varie en fonction de l'endémicité, les deux localités les plus infectées étant Gihanga et Kajaga;
- le plateau est atteint dès l'âge de 9 à 14 ans à Kajaga et à Buyenzi tandis qu'il ne l'est que dans le groupe de 15 à 20 ans dans les autres localités;
- Katumba, village de basse endémie, ne fait pourtant pas exception, le titre moyen se trouvant dès l'âge de 9 ans à la troisième place, en dessous des deux villages les plus infectés.

La distribution des titres parmi les classes d'âge (fig. 14) montre à Katumba une brusque apparition de titres positifs dans le groupe d'âge de 9 à 14 ans. Dans tous les autres villages le virage sérologique est plus progressif, vers des titres d'autant plus élevés que l'endémicité est plus forte.

3.2.4. Splénomégalie et positifs en IFI (fig. 5, 6, 8, 9, 10, 11)

A Katumba (fig. 8) l'indice splénique, supérieur à l'indice parasitaire, suit une évolution plus ou moins identique à ce dernier (coeff. corr. : 0,72).

La synthèse des anticorps détectés en IFI s'amorce réellement entre 9 et 14 ans lors de la deuxième poussée parasitaire (coefficient de corrélation IP-IFI, de 0 à 14 ans : 0,95). L'IFI et l'IS suivent une évolution parfaitement parallèle de 0 à 14 ans (coeff. corr. : 1,00).

A Gihanga, Buterere, Kajaga (fig. 6, 7, 9) l'indice splénique atteint un premier maximum chez les moins de deux ans. Une diminution suit entre deux et quatre ans correspondant au premier pic parasitaire. Le contact hôte-parasite déclenche à nouveau une augmentation de la splénomégalie entre 5 et 14 ans.

A Gihanga (fig. 6) la première baisse de l'indice splénique correspond également à une diminution du pourcentage de positifs en IFI. Ce dernier tend à se stabiliser à partir de 5 ans (coeff. corr. IFI splénomégalie de 0 à 14 ans : 0,97).

A Kajaga et à Rugombo le nombre de porteurs d'anticorps augmente avec l'âge sans trop de discontinuité et se traduit par une diminution peu importante de l'indice parasitaire. A Rugombo et Ndava l'indice splénique passe par un maximum entre 5 et 8 ans.

En zone urbaine (Buyenzi) le faible contact hôte-parasite explique la présence peu importante de la splénomégalie et une quasi absence d'anticorps IFI chez les adultes (8,8 p. cent positifs au titre 1/80).

En zone semi-urbaine (Kinama) il semble que l'indice splénique et plus encore le pourcentage de positifs en IFI continuent à fluctuer avec l'âge.

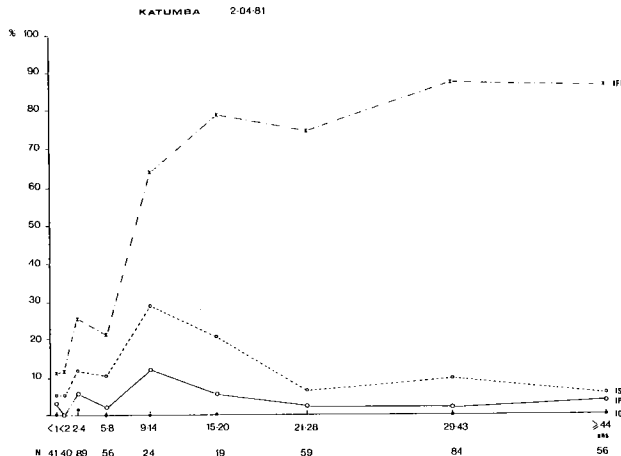


Figure 8.

Village de Katumba (bord du lac). Indices parasitaire, splénique, gamétocytaire et pourcentage de positifs en immunofluorescence de la naissance à l'âge adulte.

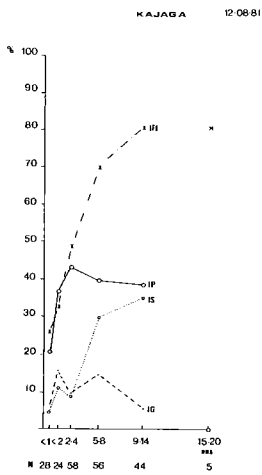


Figure 9.

Village de Kajaga (bord du lac). Indices parasitaire, splénique, gamétocytaire et pourcentage de positifs en immunofluorescence de la naissance à 20 ans.

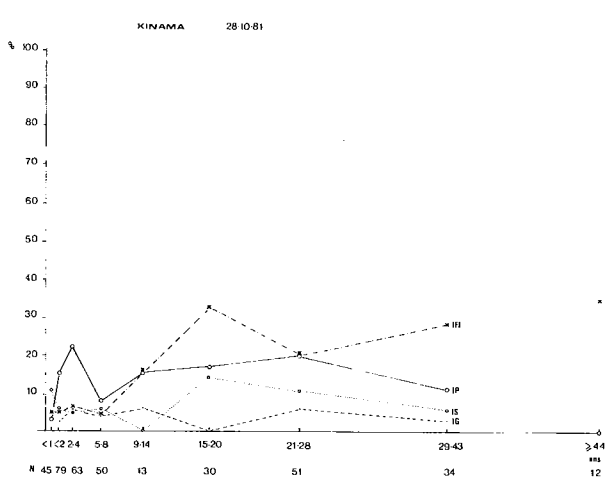


Figure 10.

Cité de Kinama (ville de Bujumbura). Indices parasitaire, splénique, gamétocytaire et pourcentage de positifs en immunofluorescence de la naissance à l'âge adulte.

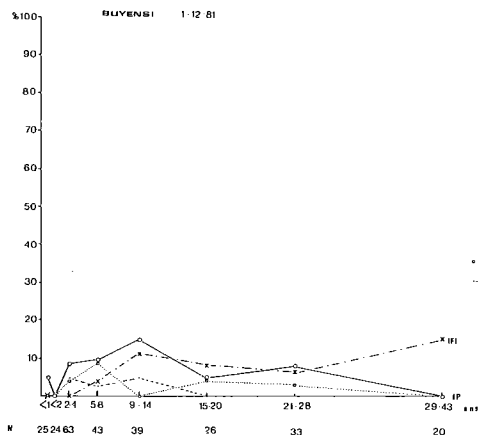


Figure 11.

Cité de Buyensi (ville de Bujumbura). Indices parasitaire, splénique, gamétocytaire et pourcentage de positifs en immunofluorescence de la naissance à l'âge adulte.

3.2.5. Les indices en relation avec le sexe

L'analyse des différents indices a été examinée selon le sexe chez les enfants, chez les adolescents et jeunes adultes, et chez les adultes. Il n'y a pas de différences significatives.

3.2.6. Etude des rapports sérologie-parasitémie, sérologie-splénomégalie, splénomégalie-parasitémie chez le même individu

La figure 15 nous montre la distribution chez les enfants, adolescents et adultes des titres obtenus en IFI suivant le résultat de la G.E. et suivant la présence ou l'absence d'une rate hypertrophiée. La splénomégalie est également étudiée séparément chez les personnes sans parasitémie apparente et les personnes parasitologiquement positives.

La fréquence de la détection d'anticorps IFI à 1/80 est significativement plus importante chez les enfants et adolescents (0 à 20 ans) parasitologiquement positifs, que chez les individus trouvés indemnes de plasmodium ($X^2 = 262,79$). Ces différences disparaissent chez les adultes positifs et négatifs ($X^2 = 0,71$).

L'analyse des moyennes géométriques des titres va dans le même sens : association positive jusqu'à 20 ans, c'est-à-dire les sujets impaludés manifestent un niveau d'anticorps IFI plus important (tableau 3).

TABLEAU 3
Moyenne géométrique des titres comparée au résultat de la goutte épaisse et à l'hypertrophie de la rate

	Moyennes géométriques des titres			
	Gouttes épaisses positives	épaisses négatives	Rates hypertrophiées	Rates normales
0 à 8 ans	82,1	16,4	84,8	16,4
9 à 20 ans	278,9	49,2	324,9	60,9
≥ 21 ans	45,6	60,2	223,2	53,2

Au-delà de 20 ans la relation semble s'inverser : la moyenne géométrique du titre est légèrement plus élevée chez les parasitologiquement négatifs que les parasitologiquement positifs.

A tout âge, la splénomégalie va de pair avec la présence des anticorps anti *P. falciparum* (présence d'anticorps à 1/80 significativement différente selon une parasitémie positive ou négative. Enfants $X^2 = 122,1$; adolescents $X^2 = 44,14$ et adultes $X^2 = 10,79$).

Les titres moyens sont également moins élevés chez les personnes ayant une rate normale que chez les individus ayant une rate hypertrophiée (tableau 3). Ce phénomène est plus accentué pour la classe d'âge 9-20 ans.

Les parasitémies patentes ont plus facilement une rate positive que les parasitologiquement négatifs. Ces différences sont moins marquées après 20 ans. (Enfants $X^2 = 136,17$; adolescents $X^2 = 35,83$; adultes $X^2 = 8,8$).

4. Discussion

4.1. Vecteurs

Les vecteurs majeurs du paludisme dans la Plaine sont *A. gambiae sensu lato* et *A. funestus*. Rappelons que *A. gambiae sensu lato* constitue un complexe de six espèces morphologiquement identiques et ne pouvant

être identifiées que par l'étude des chromosomes polytènes (White, 1974). Une étude cytotaxonomique qui sera reprise dans un autre article nous a révélé une prédominance d'*Anopheles arabiensis* (97 p. cent) et quelques rares exemplaires d'*Anopheles gambiae* (3 p. cent) (Coosemans & Lambin, travail en cours).

Les dissections des glandes salivaires de 173 *A. gambiae* ne nous ont pas permis de voir des sporozoïtes. Lambrecht (1954) avant toute pulvérisation n'a trouvé en 1950 que 1 *A. gambiae* s.l. positif sur 479 et aucun *A. funestus* sur 558 dissections. En 1956 Vincke (1965) n'obtient guère de meilleurs résultats avec un indice sporozoïtique de 0,58 p. cent (46/7918). Par contre il observe une montée rapide de cet indice lorsqu'il procède à des dissections retardées (13,74 p. cent le 14^e jour après la capture). Au Kenya, Highton *et al.* (1979) trouvent un indice sporozoïtique chez *A. arabiensis* de 0,33 p. cent, plus de dix fois moindre que l'indice observé chez *A. gambiae sensu stricto* (5,33 p. cent) vivant en sympatrie. Le même phénomène est décrit par White *et al.* (1972) en Tanzanie. En zone sahélienne à Dori (Haute Volta) l'indice sporozoïtique de *A. funestus* est également inférieur à 1 p. cent (Hamon *et al.*, 1965).

On peut donc penser que les vecteurs trouvés dans la Plaine de la Ruzizi caractérisée par un microclimat relativement sec, sont soumis aux mêmes conditions écologiques que ceux observés dans les régions arides d'Afrique. Cette mauvaise transmission par les vecteurs explique la faible prévalence observée dans la plupart des localités.

Par contre à proximité des rizières, la densité anophélienne élevée compense ce handicap. Un exemple de l'effet de densités anophéliennes élevées est fourni par les observations de 1950 dans la partie zaïroise de la Plaine où une prolifération fantastique d'*A. funestus* et *A. gambiae* (plus de 1.000 anophèles par chambre capturés de jour sur les parois) était à l'origine d'indices splénique et parasitologique peu communs dans la Plaine : respectivement 57 p. cent et 98 p. cent pour 296 enfants examinés (Vincke, *loc. cit.*, Chardome *et al.*, 1953).

D'autre part, l'observation isolée de Lambrecht en février 1951, faisant état d'un indice sporozoïtique de 9,23 p. cent dans le village de Kasenga, entre Kavimvira et Uvira au Zaïre, doit attirer notre attention sur les risques d'épidémie de malaria pouvant survenir à tout instant.

A Katumba, situé sur le delta de la Ruzizi, le long du lac Tanganyika, les piqûres d'*A. pharoensis* dépassent en nombre celles d'*A. gambiae* et *A. funestus*. Son importance comme transmetteur du paludisme est négligeable si pas nulle (Gillies et de Meillon, 1968). Lambrecht (1954) n'a pas trouvé un seul moustique infecté sur les 597 *A. pharoensis* capturés dans cette même localité en 1950, et ce malgré une très nette anthropophilie.

Les vecteurs secondaires *A. moucheti* et *A. nili* mentionnés par M. Vermylen (1967) dans la région de Bujumbura n'ont jamais été observés dans la présente étude.

4.2. Les espèces plasmodiques rencontrées

L'espèce *P. falciparum* présente un grand nombre de formes inhabituelles qui sont signalées par plusieurs auteurs (Schwetz, 1943; Field et Shute,

1956). Les trophozoïtes âgés, contenant des taches de Maurer de taille parfois importante, ne sont pas rares. Les cellules hôtes à ce stade sont souvent crénelées et parfois plus petites que les érythrocytes non parasités. Le noyau se trouve parfois au centre de la vacuole donnant l'aspect d'un œil d'oiseau « bird's-eye forms ». Cette forme peut être confondue avec *P. malariae*. La présence de trophozoïtes *P. malariae* chargés de pigment malarien était pratiquement toujours accompagnée de schizontes.

P. ovale laissait peu de doute quant à sa détermination et correspond probablement au *P. vivax* décrit dans la région par plusieurs auteurs (Schwetz, 1944; Chardome *et al.*, 1953; Vincke, 1965; Ivorra Cano, 1983).

4.3. Endémicité palustre en fonction du biotope

L'endémicité palustre est relativement faible dans la Plaine de la Ruzizi comparée aux régions de savane de l'Afrique de l'Ouest ou de l'Est, où les indices parasitologiques chez les enfants atteignent 85 à 95 p. cent (Carnevale et Mouchet, 1980). Nous avons vu que cela tenait essentiellement aux vecteurs. Ce paludisme peu stable dans la Plaine était déjà signalé par Vincke *et al.* en 1966. Pour cette raison, et l'aspect bien délimité de la Plaine par des barrières naturelles, ces mêmes auteurs proposaient cette région comme zone pilote idéale en matière de lutte contre le paludisme. Cependant l'endécimicité est très variable d'un point à l'autre (IP compris entre 4 et 56 p. cent pour des échantillons de 0 à 20 ans) et dépend essentiellement de l'aménagement du milieu. Les villages proches des rizières, qu'elles soient du type semi-pluvial ou entièrement irriguées, sont caractérisés par une très forte prévalence (entre 50 et 60 p. cent).

En 1952, l'indice plasmodique dans l'Imbo-Centre était de 20 p. cent. Des poussées épidémiques étaient enregistrées et attribuées aux travaux d'irrigation entrepris à cette époque pour la mise en valeur des terres. C'est cependant à la même époque que 9.000 familles venant de régions non endémiques se sont installées dans cette partie de la Plaine pour y exploiter les nouvelles terres.

D'autres exemples de l'influence des inondations ou irrigations dans la Plaine ne manquent pas : à Ndava (IP 27 p. cent) il existe de petites surfaces de terre irriguée; la transformation de marais en terrain de culture irriguée à Bugarama (Rwanda) dans le Nord de la Plaine est à l'origine d'une forte prévalence (IP 47 p. cent et IS 42 p. cent; Ivorra Cano, 1983); à Kajaga, un marécage est apparu suite à la rupture d'une digue sur la rivière Mpanda en 1976 et depuis lors la population est fortement touchée par le paludisme.

L'influence de l'irrigation est cependant très locale, car à trois kilomètres à peine de Kajaga, dans le village de Katumba situé sur le delta de la Ruzizi, nous observons l'indice plasmodique le plus faible de toute la Plaine (4 p. cent). Meyus et Bervoets (1958) y observaient avant la campagne de désinsectisation de 1952 à 1957, un IP de 12 p. cent alors qu'ailleurs les IP oscillaient entre 30 et 50 p. cent. Les gîtes larvaires rencontrées (lagunes avec végétation) conviennent surtout à *A. pharaensis*. Schwetz 1940, 1944, décrit une situation similaire au Kivu où suite à une éruption volcanique la baie de Bobandana a été recouverte de plantes aquatiques. Une prolifération fantastique de *A. pharaensis* en résulta,

sans augmentation de l'indice plasmodique qui était très faible et auquel contribuait d'ailleurs bon nombre de cas importés.

Dans la ville de Bujumbura comme en périphérie, les indices spléniques et plasmodiques suggèrent un paludisme hypodémique.

4.4. Les indices paludométriques en fonction de l'âge (fig. 4 à 11)

Nous sommes frappés par l'évolution en dents de scie des paramètres (IP, IS, IFI). L'indice parasitaire passe généralement par des maxima successifs d'une part entre 2 et 4 ans, d'autre part entre 9 et 14 ans, pour se stabiliser au-delà de 15 ans.

Dans plusieurs localités où la transmission est relativement importante on assiste à un phénomène ressemblant à de l'immuno-dépression chez les enfants entre 2 et 4 ans. Il se manifeste par une chute de l'indice splénique, une baisse du pourcentage de positifs en IFI et une augmentation de l'IP. Cette constatation est assez inattendue. En 1952 dans l'Imbo-Centre, l'indice plasmodique demeurait pratiquement invariable de 0 à 19 ans (40 à 48 p. cent) pour diminuer à 20 ans (23 p. cent). La chimioprophylaxie n'est peut-être pas étrangère à ce phénomène, comme l'a suggéré Onori (1982) en Tanzanie. Cependant, la chloroquinisation touche surtout les écoliers et les nourrissons, de plus, elle est peu importante et il n'est pas rare d'observer de fortes densités parasitaires chez les nourrissons soumis à cette prophylaxie. Une autre explication résiderait dans une transmission d'intensité variable dans le temps conférant aux nourrissons une expérience hôte-parasite différente d'une année à l'autre. Ces différences se maintiendraient au cours de la croissance, ce qui reviendrait à admettre que l'intensité de la stimulation antigénique du nourrisson est déterminante pour la suite du développement immunitaire.

Le rôle protecteur de l'immunité n'a d'effet sur les densités parasitaires qu'à partir de l'âge de 9 ans où les fortes charges parasitaires diminuent au profit d'infection moyenne ou légère. Ce sont les nourrissons qui font le plus souvent des infections graves (fig. 12).

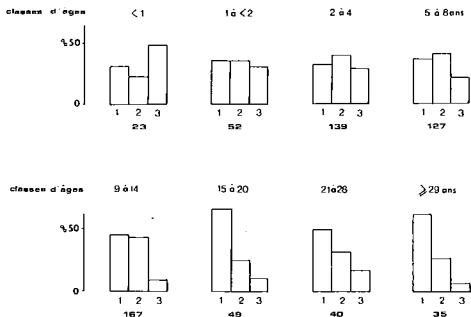


Figure 12.

Distribution des prélèvements positifs pour les formes asexuées de *P. falciparum* par classe de densité (1 : < 10 %, 2 : < 100 %, 3 : 100 % des champs microscopiques positifs).

4.5. Séro-immunologie

La technique IFI largement utilisée en séroépidémiologie, s'est révélée être un test à la fois sensible et spécifique pour dépister des anticorps antimalariens (Voller et Draper, 1980), surtout lorsqu'on utilise comme antigène des schizontes de cultures (Targett, 1970).

Les faibles dilutions de 1/20 et 1/40 n'ont pas été testées à cause du problème technique de l'éluion des prélèvements séchés. Les moyennes géométriques des titres sont par conséquent légèrement inférieures aux moyennes mentionnées par d'autres auteurs. Les comparaisons sont néanmoins possibles et autorisées.

Le développement, en fonction de l'âge, des anticorps IFI résultant d'une immunité acquise, atteint entre 15 et 20 ans un plateau dont le niveau varie suivant l'endémicité du lieu et donc l'intensité de la stimulation antigénique (fig. 12 et 13). Remarquons qu'en zone holo-endémique comme au Nigeria, le titre moyen géométrique atteint très rapidement ce plateau (entre 5 et 8 ans) et dès l'âge d'un an plus de 90 p. cent des enfants ont une réaction positive à 1/60 (Molineaux et Gramiccia, 1980) alors que dans la zone la plus fortement infestée de la Plaine, seulement 26 p. cent des nourrissons sont positifs à 1/80. Cependant, même à Katumba où l'endémicité est très faible (4 p. cent) près de 90 p. cent des personnes au-delà de 15 ans ont une réaction positive à la dilution 1/80 et la moyenne géométrique du titre s'élève considérablement à partir de 9 ans.

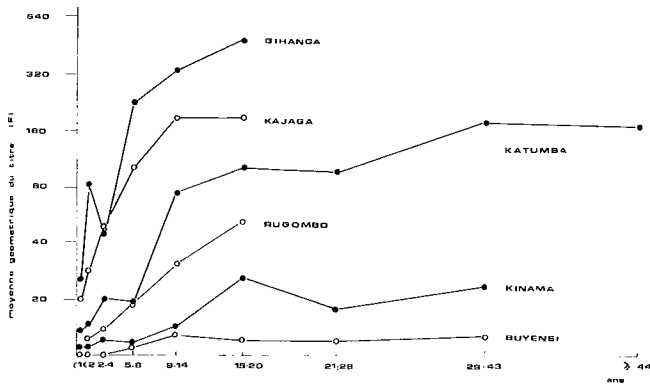


Figure 13.

Moyennes géométriques de titres obtenus en immunofluorescence indirecte (*P. falciparum*) par classe d'âge et par localité.

Bien qu'il soit difficile d'associer le niveau des anticorps IFI à une protection réelle, la relation observée entre la sérologie et la parasitologie chez un même individu permet de distinguer deux phases dans le développement de l'immunité : — une première phase où l'immunité augmente progressivement avec l'âge; la montée des anticorps dépend de l'intensité de la stimulation antigénique; c'est donc chez les parasitologiquement positifs que l'on trouvera le plus d'anticorps (association posi-

tive : cette phase se prolonge dans la Plaine de 0 à 20 ans); — une deuxième où la prémunition installée est entretenue par la présence de quelques parasites et en limite la multiplication; autrement dit, les personnes ayant des titres d'anticorps élevés sont moins parasitées (association négative).

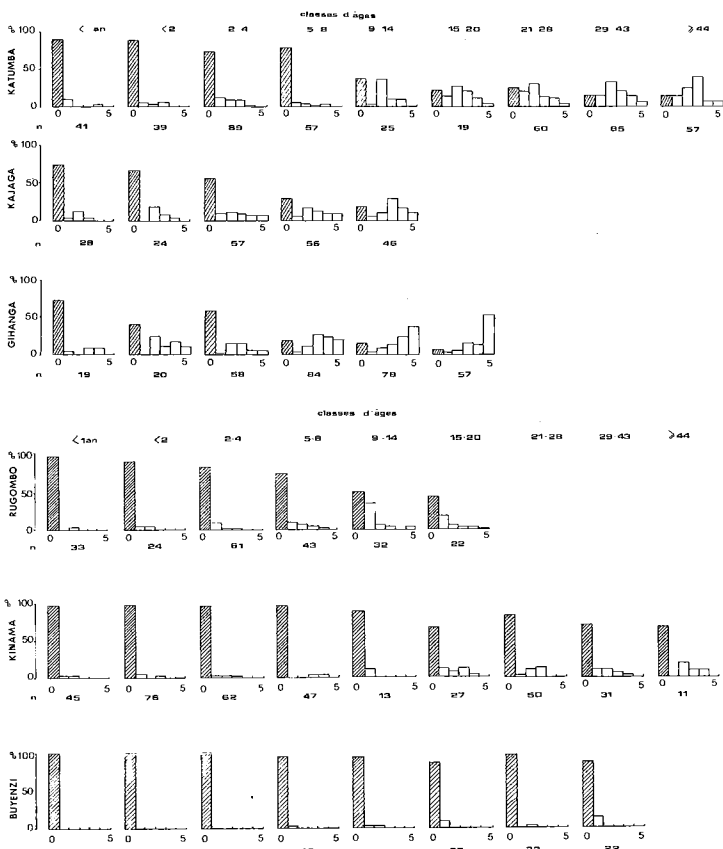


Figure 14.

Distribution des titres obtenus en immunofluorescence indirecte (*P. falciparum*) par classe d'âge et par localité. (O : neg., 1 : 1/80, 2 : 1/160, 3 : 1/320, 4 : 1/640, 5 : > 1/640).

Nos observations (fig. 15) ne font pas état de cette association négative : néanmoins l'association positive disparaît au-delà de 20 ans ce qui suggère une certaine protection. Il faut cependant rappeler que les adultes des régions à forte transmission comme Gihanga et Kajaga ne sont pas repris dans nos résultats à la figure 15 (plus de 21 ans).

A Garki au Nigeria l'association positive entre titre et parasitémie disparaît au-delà de 4 ans (Molineaux et Gramiccia, 1980). En Tanzanie, Onori (1982) n'observe pas d'association positive entre la parasitémie et la sérologie chez des personnes soumises à une chimioprophylaxie intense et suggère que la pression médicamenteuse exercerait une influence négative sur la réponse immunitaire de l'hôte.

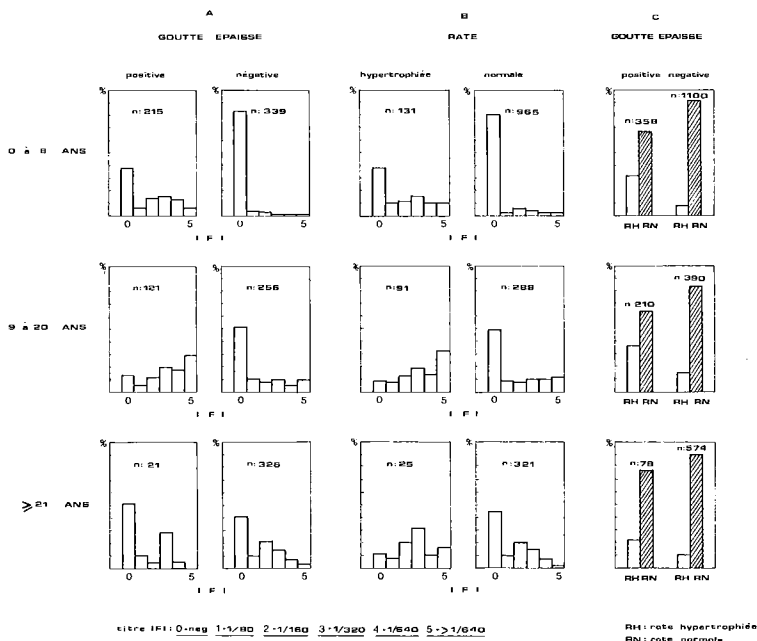


Figure 15.

Distribution des titres IFI en fonction du résultat parasitologique (A) et de la présence ou de l'absence d'une rate hypertrophiée (B). Proportion des rates hypertrophiées et des rates normales en fonction du résultat de la goutte épaisse (C).

4.6. Splénomégalie

L'utilisation de l'indice splénique, de plus en plus abandonnée dans la paludologie contemporaine, « reste une méthode épidémiologique très précieuse et très commode, puisqu'elle se passe des services de laboratoire, que l'on peut partout calculer cet indice en peu de temps et qu'elle fournit une indication stable, ne variant pas beaucoup au cours de l'année » (OMS, 1975).

Dans la Plaine de la Ruzizi on peut penser que la splénomégalie est principalement liée au paludisme. En effet les titres des anticorps IFI *P. falciparum* sont nettement plus élevés chez les individus ayant une rate hypertrophiée. On trouve également plus de grosses rates chez les individus parasitologiquement positifs que chez les individus négatifs. Ces deux phénomènes sont moins accentués au-delà de 20 ans. D'autre part Gryseels (1983) n'observe dans la Plaine aucune corrélation entre la splénomégalie et la présence des œufs à *Schistosoma mansoni* dans les selles chez les personnes de moins de 40 ans. Au-delà de 40 ans il observe nettement plus de splénomégalies chez les bilharziens.

Conclusions pratiques

1. Mesures préventives

Le paludisme dans la Plaine, contrairement à d'autres régions d'Afrique, est une endémie peu stable dont l'importance varie d'un endroit à l'autre. Il faudra donc connaître parfaitement chaque endroit pour choisir judicieusement les différentes mesures à appliquer.

Puisqu'il semble que le paludisme dans la Plaine résulte avant tout de l'action de l'homme sur le milieu, il faut donner priorité aux méthodes dites physiques : régularisation des eaux, drainage, remblayage, travaux hydrauliques, etc. Ces mesures peuvent être appliquées à l'échelle de l'habitant, d'un projet, d'une zone, d'une région.

La chimioprophylaxie et la pulvérisation d'insecticides doivent être considérées comme moyens de lutte *complémentaires* n'ayant un sens que si quelque chose est réalisé en matière d'assainissement.

2. Soins curatifs

Les soins curatifs doivent par contre attirer toute notre attention. Ils nécessitent avant tout une bonne formation du personnel de santé, l'éducation sanitaire, l'amélioration du diagnostic parasitologique (beaucoup de lames s'avèrent être faussement positives), l'application des schémas thérapeutiques corrects, et l'approvisionnement régulier des dispensaires en médicaments.

Remerciements — Nous remercions les membres du Ministère de la Santé de la République du Burundi pour l'intérêt manifesté tout au long de cette étude, et en particulier le Docteur P. Mpitabakana, Directeur Général, et Monsieur L. Sibandumwe, Directeur du Service d'Hygiène de la ville de Bujumbura.

Ce travail n'aurait vu le jour sans l'appui et le soutien financier du FOMETRO, de l'AGCD, et de l'Institut de Médecine tropicale d'Anvers. Que le Docteur Kivits, le Dr Burke et le Professeur Eyckmans trouvent ici notre plus vive reconnaissance.

Cette étude a bénéficié d'un appui financier du Groupe de Recherche appliquée sur le paludisme du PNUD/Banque Mondiale/OMS — Programme Spécial de Recherche et de Formation concernant les maladies tropicales.

Nous tenons également à remercier le Professeur Janssens, le Dr Goriup, le Dr Onori et le Docteur Molineaux qui par leurs avis et leurs critiques ont contribué à l'élaboration de ce projet.

Nous remercions le Docteur C. Perrin pour sa participation au démarrage du projet et Madame S. Desager pour la dactylographie du présent article.

Enfin nous tenons à adresser nos plus vifs remerciements au Docteur Gryseels qui a su joindre son amitié à ses conseils pratiques, base de tout travail d'équipe.

Epidemiology of malaria in the Ruzizi valley, Burundi.

Abstract — Eight localities, each of them representative of a given type of landscape and human activities were surveyed for the determination of malaria point prevalence.

Entomological parameters, parasite and spleen rates, and antimalarial antibody titers were used to define the epidemiological situation in each locality.

Very great differences were observed between different places in an area of less than 1,000 sq. km : the parasite rate in the age groupe 0.20 varies from 4 to 56 percent and the spleen rate among children 0 to 8 years old is from 4 to 26 percent. The vicinity of irrigated cultures or of flooded areas seems to play a determinant role in the level of endemicity in the considered place.

Several authors mentioned a sporozoite rate lower than 1 percent in the valley. This poor transmission is compensated by a very high anopheline density (58 anopheles per man and per night) in the villages situated near the rice fields.

The up and down evolution of the rates with age could be the result of chemoprophylaxis, or of a different intensity of transmission from one year to another.

These observations suggest that malaria in the whole area is of an instable type, but also that the development of irrigated cultivation may cause a process of stabilization.

Longitudinal studies are however necessary to assess the character of instability which is a rare feature in low altitude (800 m) African savannah.

Proposed control measures give priority to the use of so-called physical methods and consider chemoprophylaxis and spraying of insecticides in houses as complementary. The necessity of improving and reinforcing the curative approach is emphasized.

Epidemiologie van malaria in de Ruzizi vallei, Burundi.

Samenvatting — Acht plaatsen, ieder representatief voor een bepaald type van landschap en menselijke bedrijvigheid, vormden het onderwerp van een epidemiologische studie, ter evaluatie van malaria prevalentie.

De entomologische, parasitologische, sero-immunologische en milt-index laten toe op ieder van deze plaatsen de endemiciteit te definiëren.

Op een gebied met een oppervlakte van nauwelijks 1 000 km² werden grote verschillen vastgesteld van de ene plaats tot de andere : binnen de leeftijdsgroep van 0 tot 20 jaar varieert de prevalentie van 4 tot 56 ten honderd, terwijl bij kinderen van 0 tot 8 jaar de milt-index kan oplopen van 4 tot 26 ten honderd. De aanwezigheid van irrigatie kanalen voor de landbouw en onder water gelopen land lijkt een beslissende rol te spelen in de graad van de endemiciteit op een bepaalde plaats.

Meerdere auteurs hebben reeds melding gemaakt van een sporozoit-index lager dan 1 ten honderd in de Ruzizi-vlakte. Deze lage transmissie wordt echter gecompenseerd door een zeer hoge densiteit van de anopheles in de dorpen in de nabijheid van de rijstvelden (58 anopheles per man en per nacht).

De schommelingen van de indexen in functie van de leeftijd kunnen het gevolg zijn van chemoprophylaxis of gebaseerd zijn op de intensiteit van de transmissie, die zelf sterk verschilt van het ene jaar tot het andere.

Deze verschillende waarnemingen schijnen te wijzen op het labiel karakter van malaria in de vlakte enerzijds, en anderzijds op een stabilisatie ervan door projecten van geïrrigeerde landbouw. Om dit labiel karakter van de malaria, dat in de Afrikaanse savanne op geringe hoogte (800 m) een eerder zeldzaam fenomeen is, te bevestigen, zijn longitudinale studies echter onontbeerlijk.

De voorgestelde controle-maatregelen leggen eens te meer de nadruk op de zogenaamde fysische methodes, terwijl chemoprophylaxis en het gebruik van insecticiden binnenshuis als complementair worden beschouwd. We beklemtonen de noodzaak de curatieve zorgen op te drijven en te verbeteren.

Reçu pour publication le 2 décembre 1983.

REFERENCES

- Carnevale, P. & Mouchet, J. (1980) : Le paludisme en zone de transmission continue en région afro-tropicale. Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. et Parasitol., **18**, 149-186.
- Chardome, M., Peel, E. & Lambrecht, F. (1953) : La malaria dans la vallée de la Ruzizi. Ann. Soc. belge Méd. trop., **33**, 371-375.
- Field, J. & Shute, P. (1956) : The microscopic diagnosis of human malaria. II. A morphological study of the erythrocytic parasites. Studies from the Institute for Medical Research Federation of Malaya, n° 24, 243 p.
- Germain, R. (1952) : Les associations végétales de la Plaine de la Ruzizi (Congo belge) en relation avec le milieu. Publ. Inéac. Sér. scientif., **52**, 322 p.
- Gillies, M. & de Meillon, B. (1968) : The *anophelinae* of Africa south of the Sahara. Publications of the South Institute for Medical Research, n° 54, 343 p.
- Gryseels, J. (1983) : Projet Bilharziose Burundi : études épidémiologiques préliminaires dans la Plaine de la Ruzizi. En préparation.
- Hamon, J., Mouchet, J., Chauvet, G. & Lumaret, R. (1963) : Bilan de quatorze années de lutte contre le paludisme dans les pays francophones d'Afrique tropicale et à Madagascar. Bull. Soc. Path. exot., **56**, 933-971.
- Hamon, J., Coz, J., Sales, S. & Ouedraogo, L. (1965) : Etudes entomologiques sur la transmission du paludisme humain dans une zone boisée de la région de Dori (Haute Volta). Bull. I. F. A. N., **27**, 1115-1150.
- Highton, R. B., Bryan, J., Boreham, P. & Chandler, J. (1979) : Studies on the sibling species *Anopheles gambiae* Giles and *Anopheles arabiensis* (Patton) in the Kisumu area, Kenya. Bull. ent. Res. **69**, 43-53.
- Ivorra Cano, V. (1983) : Paludisme, pages 427-447. dans : Santé et Maladies au Rwanda, ed. Meheus A. et al., A. G. C. D. — Bruxelles, 782 p.
- Janssens, P. G. (1980) : Malaria : quousque tandem ... ? Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. et Parasitol., **18**, 149-186.

- Lambrecht, F. (1954) : Notes sur l'anophélisme dans la vallée de Ruzizi (Kivu — Congo Belge) et des essais de DDT-isation. Ann. Soc. belge méd. trop., **34**, 931-961.
- Lebrun, J. (1956) : La végétation et les territoires botaniques du Ruanda-Urundi. Naturaliste belge, **1956**, 22-47.
- Lewalle, J. (1972) : Les étages de végétation du Burundi Occidental. Bull. Jard. Bot. Nat. Belg. **42**, 1-247.
- Meyus, H. & Bervoets, W. (1958) : La lutte antipaludique dans la Plaine de la Ruzizi. Riv. parassitologia, **19**, 29-45.
- Molineaux, L. & Gramiccia, G. (1980) : Le projet Garki. Recherches sur l'épidémiologie du paludisme et la lutte antipaludique dans la savane soudanienne de l'Afrique occidentale. OMS, Genève, 354 p.
- Onori, E., Grab, B., Ambroise-Thomas, P. & Thelu, J. (1982) : Incipient resistance of *Plasmodium falciparum* to chloroquine among a semi-immune population of the United Republic of Tanzania. 2. The impact of chloroquine used as a chemosuppressant on the immune status of the population. Bull. Wld. Hlth. Org., **60**, 899-906.
- O. M. S. (1975) : Manuel de la protection individuelle et collective contre le paludisme. Publication offset, n° 10, 58 p.
- Reekmans, M. (1980) : La flore vasculaire de l'Imbo (Burundi) et sa phénologie. Lejeunia, Rev. de Bot., n° 100, 53 p.
- Schwetz, J. (1940) : Sur une invasion des rives de la baie de Bobandana (Lac Kivu) par de nombreux moustiques et provoquée par l'éruption du volcan Nyamtagira. Bull. Inst. r. col. belge, **11**, 204-211.
- Schwetz, J. (1943) : Considérations sur les variétés morphologiques des trophozoïtes de *Plasmodium falciparum* signalées en Afrique intertropicale. Ann. Soc. belge méd. trop., **23**, 47-61.
- Schwetz, J. (1944) : Recherches sur le paludisme dans la bordure orientale du Congo belge. Institut Royal Colonial Belge, Section des sciences naturelles et médicales, mémoire n° 14 fasc. 3, 212 p.
- Symoens, J. J. (1968) : La minéralisation des eaux naturelles. in : Exploration hydrobiologique du bassin du lac Bangwelo et Luapula. Vol. II, fasc. 1.
- Targett, G. (1970) : Antibody response to *Plasmodium falciparum* Malaria. Comparisons of immunoglobulin concentrations, antibody titres and the antigenicity of different asexual forms of the parasite. Clin. exper. Immunol., **7**, 501-517.
- Vermynen, M. (1967) : Répartition des Anophèles de la République du Rwanda et de la République du Burundi. Riv. malar., **46**, 13-22.
- Vincke, I. (1965) : Les indices sporozoïtiques et oocystiques dans la vallée de la Ruzizi. Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. **3**, 115-117.
- Vincke, I., Janssens, P. G. & Bafort, J. (1966) : Aspects de l'épidémiologie et de la lutte antipaludique en Afrique tropicale. Bull. Soc. Path. ex., **54**, 483-492.
- Voller, A. & Draper, C. (1980) : Immunodiagnosis and sero-epidemiology of malaria. in : Malaria ed. Cohen S., Brit. Med. Bull. **38** (2), 173-177.
- White, G. (1974) : Anopheles gambiae complex and diseases transmission in Africa. Trans. R. Soc. trop. Méd. Hyg. **68**, 278-301.
- White, G., Magayuka, S. & Boreham, P. (1972) : Comparative studies on sibling species of the *Anopheles gambiae* Giles complex : bionomics and vectorial activity of species B at Segera, Tanzania. Bull. ent. Res., **62**, 295-317.