

ACADEMIE ROYALE DES SCIENCES D'OUTRE-MER

Classe des Sciences naturelles et médicales

Mémoires in-8°, Nouvelle Série, Tome 22, fasc. 3, Bruxelles, 1989

**Recherche épidémiologique dans un
foyer de paludisme peu stable
en Afrique centrale**

**Prospection géographique
dans la région naturelle de l'Imbo
(République du Burundi)
Perspectives de lutte**

PAR

Marc COOSEMANS

**Premier assistant à l'Institut de Médecine tropicale
«Prince Léopold» (Anvers)**

KONINKLIJKE ACADEMIE VOOR OVERZEESE WETENSCHAPPEN

Klasse voor Natuur- en Geneeskundige Wetenschappen

Verhandelingen in-8°, Nieuwe Reeks, Boek 22, afl. 3, Brussel, 1989

ACADEMIE ROYALE DES SCIENCES D'OUTRE-MER

Classe des Sciences naturelles et médicales
Mémoires in-8°, Nouvelle Série, Tome 22, fasc. 3, Bruxelles, 1989

**Recherche épidémiologique dans un
foyer de paludisme peu stable
en Afrique centrale**

**Prospection géographique
dans la région naturelle de l'Imbo
(République du Burundi)
Perspectives de lutte**

PAR

Marc COOSEMANS

**Premier assistant à l'Institut de Médecine tropicale
«Prince Léopold» (Anvers)**

KONINKLIJKE ACADEMIE VOOR OVERZEESE WETENSCHAPPEN

Klasse voor Natuur- en Geneeskundige Wetenschappen
Verhandelingen in-8°, Nieuwe Reeks, Boek 22, afl. 3, Brussel, 1989

Une partie importante du présent mémoire
a fait l'objet d'un travail présenté au concours annuel 1983
et couronné par la Classe des Sciences naturelles et médicales
en sa séance du 28 juin 1983

Rapporteurs : MM. L. EYCKMANS, A. FAIN et J.-B. JADIN

Texte définitif déposé le 5 juin 1989

ACADÉMIE ROYALE
DES
SCIENCES D'OUTRE-MER

Rue Defacqz 1 boîte 3
B-1050 Bruxelles (Belgique)
Tél. (02)538.02.11

KONINKLIJKE ACADEMIE
VOOR
OVERZEESE WETENSCHAPPEN

Defacqzstraat 1 bus 3
B-1050 Brussel (België)
Tel. (02)538.02.11

D/1989/0149/6

TABLE DES MATIÈRES

| | Pages |
|--|-------|
| INTRODUCTION | 5 |
| CHAPITRE I. PRÉSENTATION DE LA RÉGION | 9 |
| Oro-hydrographie | 9 |
| Climatologie | 11 |
| Végétation | 11 |
| Peuplement et ressources | 13 |
| La riziculture | 14 |
| CHAPITRE II. HISTORIQUE DE LA LUTTE CONTRE LE PALUDISME | 15 |
| CHAPITRE III. DESCRIPTION DES ENDROITS PROSPECTÉS ET MÉTHODOLOGIE | 19 |
| Description des endroits prospectés | 19 |
| Imbo-Nord | 19 |
| Imbo-Centre | 19 |
| Bujumbura | 21 |
| Imbo-Sud | 21 |
| Méthodologie | 22 |
| Enquêtes entomologiques | 22 |
| Enquêtes parasitologiques | 22 |
| Prélèvement de sang | 22 |
| Examen parasitologique | 23 |
| Palpation de la rate | 23 |
| Examen sérologique | 23 |
| CHAPITRE IV. RÉSULTATS | 25 |
| Observations entomologiques | 25 |
| Production larvaire | 25 |
| Captures des imagos | 25 |
| Observations parasitologiques, spléniques et immunologiques | 26 |
| Espèces rencontrées | 26 |
| Variations des indices paludométriques selon les localités | 27 |
| Variations des indices paludométriques selon l'âge | 28 |
| Splénomégalie et positifs en IFI | 37 |
| Les indices en relation avec le sexe | 39 |
| Rapports sérologie-parasitémie, sérologie-splénomégalie, splénomégalie-parasitémie chez le même individu | 39 |

| | |
|--|----|
| CHAPITRE V. DISCUSSION | 45 |
| Les vecteurs | 45 |
| Les espèces plasmodiques rencontrées | 46 |
| L'endémicité palustre en fonction du biotope | 47 |
| Les indices paludométriques en fonction de l'âge | 49 |
| Séro-épidémiologie | 50 |
| Splénomégalie | 52 |
| Niveaux d'endémicité | 53 |
| CHAPITRE VI. CONCLUSIONS PRATIQUES | 55 |
| Mesures préventives | 55 |
| Cultures irriguées | 55 |
| Basse Rusizi | 56 |
| Ville et paysannats | 56 |
| Soins curatifs | 57 |
| RÉFÉRENCES | 59 |

RECHERCHE ÉPIDÉMIOLOGIQUE DANS UN FOYER DE PALUDISME PEU STABLE EN AFRIQUE CENTRALE

INTRODUCTION

L'épidémiologie du paludisme a fait l'objet d'un grand nombre de recherches intensives dans des biotopes très variés de l'Afrique au Sud du Sahara, à savoir :

- 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 ;
- La forêt équatoriale et la forêt dégradée.

Une revue bibliographique complète de ces recherches sur le paludisme en Afrique a récemment été faite par ZAHAR (1985). 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. La plaine de la Rusizi, parfaitement isolée par des hautes montagnes

et par le lac Tanganyika, est, comme l'avaient déjà souligné VINCKE *et al.* (1966), un terrain d'étude privilégié. Bien qu'il s'agisse d'une région de basse altitude (750 m), la transmission y est relativement faible.

Dans la plaine de la Rusizi, comme d'ailleurs dans toute la région naturelle de l'Imbo, le paludisme est encore à l'heure actuelle une des entraves principales à un développement agricole harmonieux. L'étude épidémiologique actuelle de cette endémie devra donc permettre d'orienter les économistes et les agronomes dans la réalisation et le fonctionnement des projets agricoles : réduire au minimum les effets nocifs d'un certain type d'agriculture ayant pour résultat une rentabilité augmentée. Les informations récoltées au cours de la présente étude fournissent également une base solide pour élaborer une stratégie de lutte adaptée à chaque biotope, avec intégration autant que possible de ces mesures dans les activités de soins de santé primaires.

Disposant de ressources limitées, le Gouvernement du Burundi désire également obtenir un meilleur rendement dans le cadre de ses activités contre le paludisme, en particulier pour ce qui est de l'utilisation des antipaludiques. La réponse de *P. falciparum* aux médicaments est reprise dans d'autres travaux (COOSEMANS & NGUYEN-DINH, 1985, COOSEMANS *et al.*, 1985, 1987, 1988).

Cette étude se limite à la prospection géographique du paludisme dans la Plaine de la Rusizi (Imbo-Nord et Imbo-Centre) et dans l'Imbo Sud. Il faudra savoir quel est le niveau d'endémicité du paludisme en fonction des aménagements réalisés par l'homme dans les différents biotopes de la région de l'Imbo. Une partie de ces résultats ont déjà fait l'objet d'une publication (COOSEMANS *et al.*, 1984). Le présent travail présente l'ensemble des résultats pour la région de l'Imbo.

Des études longitudinales effectuées ultérieurement ont permis de connaître les risques de la maladie suivant les saisons et les biotopes, et de dégager les principes de lutte chimique de cette endémie (COOSEMANS, 1985 ; COOSEMANS & BARUTWANAYO, 1989).

*
* *

Nous remercions les autorités du Ministère de la Santé de la République du Burundi pour l'intérêt manifesté tout au long de cette étude, et, en particulier, le Dr P. Mpitabakana, Directeur Général, et M. L. Simbandumwe, Directeur du Service d'Hygiène.

La présente étude a bénéficié du soutien financier du Fometro, de l'AGCD, de l'Institut de Médecine tropicale «Prince Léopold» (Anvers), du

Programme Spécial PNUD/Banque mondiale/OMS de recherche et de formation concernant les maladies tropicales.

Nous remercions très sincèrement le Dr M. Kivits, le Dr Burke et le professeur L. Eyckmans, le Dr E. Onori, le Dr S. Goriup pour leur appui.

Ce travail a été réalisé avec la collaboration scientifique du professeur M. Wéry, du Dr B. Storme, et du Dr B. Gryseels. Nous remercions le rédacteur en chef des *Annales de la Société belge de Médecine tropicale* de nous avoir très courtoisement autorisé à publier une partie des données parues dans ce périodique, ainsi que la Table Ronde n° 2 et l'Inner Wheel Club d'Anvers pour leur contribution financière à la publication du présent mémoire.

CHAPITRE I

PRÉSENTATION DE LA RÉGION (Plaine de l'Imbo, 2°30'-4°30' S 29°-29°30' E, République du Burundi)

Oro-hydrographie

L'Imbo est une région naturelle délimitée par la courbe hypsométrique des 1000 m, enclavée entre la Crête Zaïre-Nil et la chaîne de montagnes des monts Mitumba (fig. 1), et constitue la partie septentrionale du Graben du Tanganyika, appartenant au Rift Valley occidental.

La Plaine de la Rusizi 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 Rusizi, déversoir du lac Kivu (alt. 1460 m) dans le lac Tanganyika (775 m). D'est en ouest, on distingue trois terrasses qui correspondent aux anciens lits de la Rusizi. De nombreux affluents avec des cours torrentiels se jettent d'une façon presque perpendiculaire dans la Rusizi. 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 Rusizi (Burundi).

L'Imbo-Sud (fig. 1 & 4) s'étend sur la rive orientale du lac offrant des paysages contrastés : de petites plaines alternant avec de larges escarpements plongeant dans le lac. Seules trois zones constituent de véritables plaines : la première s'étend entre Bujumbura et Mutumba, étroite bande pincée entre la crête et le lac, les plaines de Rumonge et de Nyanza-Lac, plus vastes, s'enfoncent plus profondément dans les Mirwa (crête Congo-Nil). De nombreuses rivières dévalent de la crête, très arrosée, vers les terres basses de l'Imbo et le lac (NSABIMANA *in* LASSERRE *et al.* 1979).

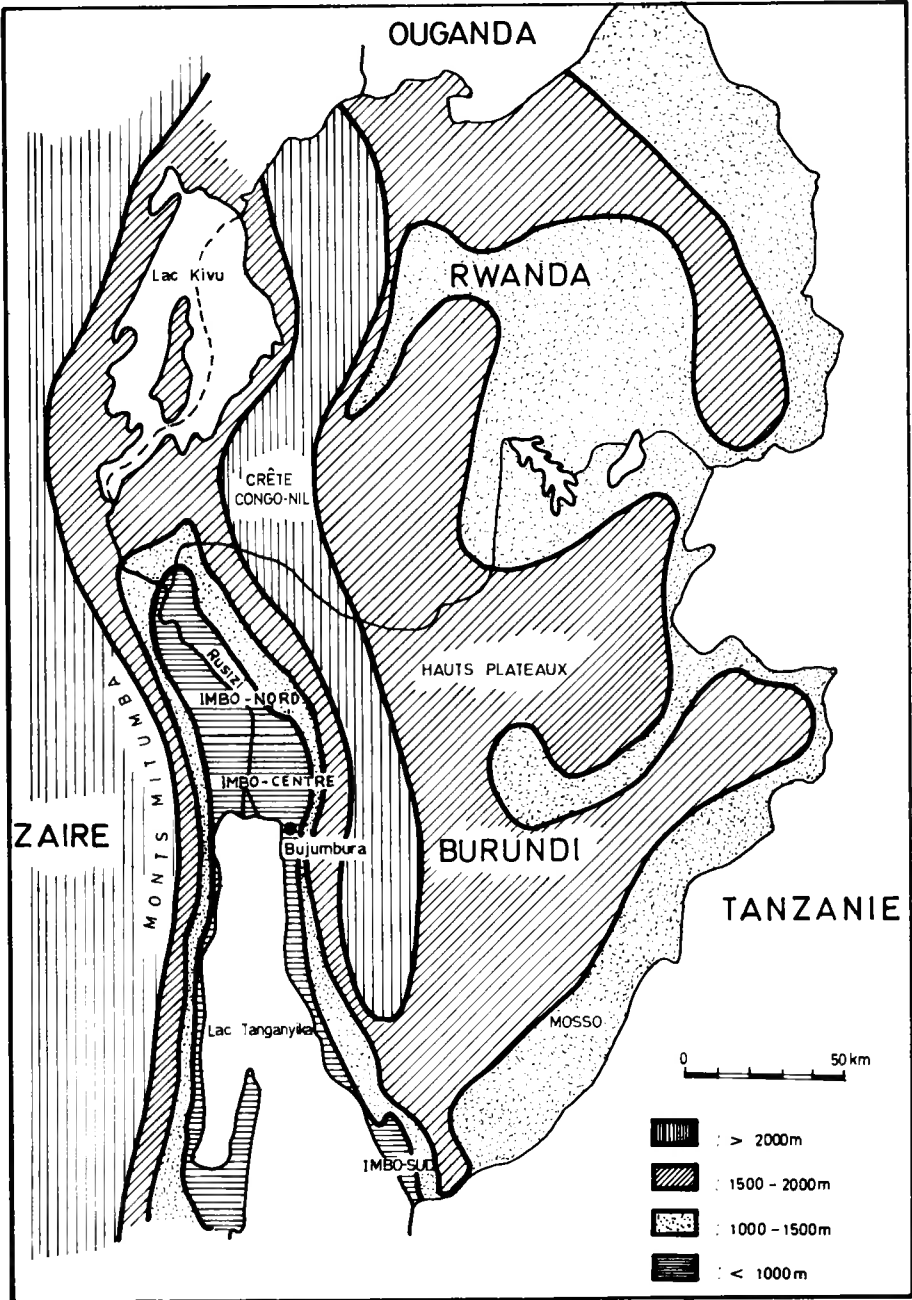


FIG. 1. — Topographie de la région étudiée.

Climatologie

Une pluviométrie relativement faible (650-950 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 des pluies se situant habituellement vers la fin janvier.

Le climat est le plus sec dans l'Imbo-Centre et l'extrême nord de l'Imbo avec 4 mois très secs et 3 ou 4 mois secs. Les précipitations sont plus importantes dans l'Imbo Sud (> 1000 mm) avec 3 mois secs et 2 mois très secs (CAZENAVE *in* LASSERRE *et al.* 1979).

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 la Plaine de la Ruzizi 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 (25°C).

La figure 2 nous donne la répartition mensuelle des pluies en 1981, 1982 et 1983 dans les différentes stations choisies à proximité des lieux d'enquête. 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. Une pluviométrie maximale de 1218 mm/an a été observée à Nyanza-Lac en 1983. La saison des pluies présente généralement deux maxima, plus ou moins centrés sur les équinoxes, et un minimum aux mois de janvier-février. Les mois de juin, juillet et août ne reçoivent pratiquement pas de précipitations.

Végétation

Du point de vue botanique, les formations naturelles, forêts sclérophylles à *Strychnos potatorum* et à *Euphorbia 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

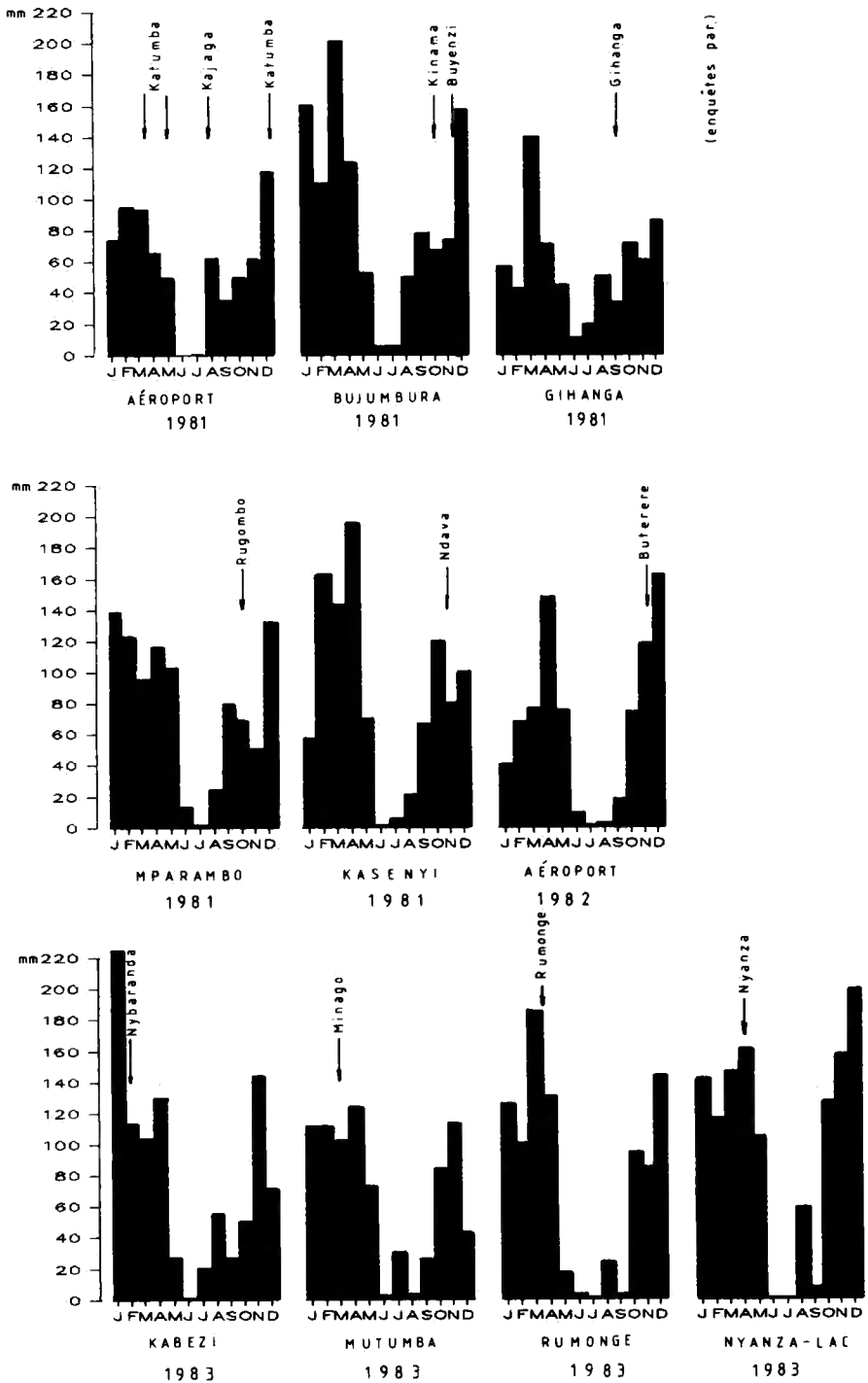


FIG. 2. — Précipitations en différentes localités de la région naturelle de l'Imbo.

l'axe Bujumbura-Cibitoke, s'étend une vaste région à palmiers *Hyphaene benguellensis* var. *ventricosa* favorisés par des conditions édaphiques particulières : sol gorgé d'eau en saison des pluies alternant avec une sécheresse prolongée. Ces étendues sont réservées au pâturage.

Au sud de Magara, on passe progressivement du domaine oriental au domaine zambézien avec comme élément marquant la présence des *Brachystegia*. Le palmier à huile (*Elaeis guineensis*) domine le paysage (LASSERRE *et al.* 1979).

Peuplement et ressources

La population dans la Plaine de la Rusizi est approximativement de 120 000 personnes (recensement 1979). Elle est essentiellement constituée d'immigrants et de 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 6000 habitants.

La moitié de la population a moins de 15 ans et la scolarité (enseignement primaire) atteint 23%. 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).

L'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 cultivables 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.

Des groupements en six villages ou agro-centres ont été effectués vers le début des années 70 autour du périmètre irrigué de Mugerero (Gihanga).

Les projets agricoles sont destinés à la promotion des cultures du coton, maïs, riz, café, manioc, bananiers, soja, tournesol. D'importants aménagements hydro-agricoles 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 le développement des pâturages artificiels. La pêche est importante le long des rives du lac.

La riziculture

Deux variétés de riz sont cultivées : une variété à cycle court (100 à 110 jours et 2 cycles par an) et une variété à cycle long (160 à 170 jours et 1 cycle par an). Le calendrier de ces cultures est illustré à la figure 3.

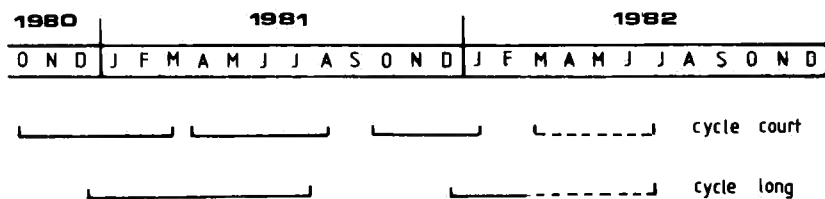


FIG. 3. — Calendrier agricole 1980-81 pour les deux variétés de riz cultivées.

La variété à cycle long est de loin la plus répandue. Le semis (15 novembre au 15 janvier) est fait directement dans les «bacs rizières» après préparation du sol (octobre à décembre). La germination et la levée durent environ 30 jours. Au bout du 30^e jour commence le tallage (3 à 10 talles par tige principale, durée 40 jours), suivi de la montaison (30 jours), la floraison et l'épiaison (40 jours) et finalement la maturation (20 jours). Les besoins en eau sont faibles au moment de la levée pour augmenter progressivement jusqu'à la floraison. On diminue ensuite progressivement le niveau de l'eau. Le champ est asséché 10 jours avant la récolte. La hauteur de l'eau varie entre 10 et 20 cm. Le sarclage a lieu 30 et 70 jours après le semis. Les rizières sont asséchées durant 4 jours après le premier sarclage pour l'application de l'azote sous forme d'urée.

CHAPITRE II

HISTORIQUE DE LA LUTTE CONTRE LE PALUDISME

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 amélioration des soins de santé.

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 immunes. Les premiers essais de pulvérisation intradomiciliaire au DDT 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% en 1952 à 2,5% 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 2000 m). Le nombre recensé de décès attribués au paludisme a diminué par rapport à l'année précédente de 10% en 1956 et de 30% en 1957 (226 cas) (MEYUS *et al.* 1962). En 1958, la chimioprophylaxie à la pyriméthamine (Daraprim) a été entreprise avec succès dans la région 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 Rusizi (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.

La MAPR a poursuivi la chimioprophylaxie dans les écoles (scolarisation \pm 23%) 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 recevaient à chaque visite respectivement 1 et 2 comprimés de Daraclor® (150 mg base de chloroquine et 15 mg de pyriméthamine). Le nombre d'établissements et le nombre d'élèves concernés par ces actions en 1981, dans les endroits prospectés au cours de la présente étude sont repris dans le tableau ci-dessous :

Tableau 1

Prophylaxie dans les écoles des endroits prospectés en 1982

| Localité | Nombre d'établissements | Nombre d'élèves | 6-9 ans | 10-17 ans |
|----------|-------------------------|-----------------|---------|-----------|
| Gihanga | 9 | 2059 | 35,6% | 64,4% |
| Rugombo | 9 | 2110 | — | — |
| Buyenzi | 5 | 2396 | 37,0% | 63,0% |
| Kinama | 5 | 2161 | 57,0% | 43,0% |
| Ndava | 1 | 210 | — | — |
| Katumba | 1 | 200 | — | — |

En 1981, 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'appliquait à toutes les classes d'âge de la population, mais elle touchait peu d'individus et fut probablement inefficace.

En 1981, 17 200 comprimés de Daraclor, 1020 comprimés de chloroquine (100 mg) et 2 l de solution chloroquine à 10% ont été distribués à titre prophylactique à la population du village II de Gihanga. La chimioprophylaxie fut arrêtée début 1982 pour les raisons mentionnées ci-dessus.

Des nourrissons provenant de tout l'Imbo-Centre et même du Zaïre recevaient à la maternité de Gihanga un demi-comprimé de Daraclor toutes les deux semaines et cela un maximum de 8 fois par an. La couverture assurée

par ce service était inégale : il est probable que le nombre de traitements prophylactiques a été supérieur pour les 69 nourrissons nés en 1981 dans le village le plus proche de la maternité.

Mentionnons à titre indicatif que durant l'épidémie de choléra en 1978-1979, le Ministère de la Santé a procédé par endroits à un traitement de masse au Fanasil (4 comprimés par personne – environ 88 000 personnes traitées dans toute la région de l'Imbo en 1978) (STORME *et al.* 1979). Les effets de cette distribution médicamenteuse sur le paludisme n'ont pas été mesurés.

CHAPITRE III

DESCRIPTION DES ENDROITS PROSPECTÉS ET MÉTHODOLOGIE

Description des endroits prospectés (v. fig. 4)

IMBO-NORD

Rugombo (29°05' E, 2°50' S), 8 octobre 1981. Il s'agit d'un centre commercial et agricole (coton). Environ 6000 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 endroits. Environ 8000 habitants.

IMBO-CENTRE

Gihanga, village II Mulira (29°18' E-3°11' S), 7 septembre 1981. Ce village de 2000 habitants fait partie d'un groupe de six villages (13 000 habitants) qui entourent les 2000 ha de «bacs riziers». Le captage de l'eau est effectué sur la Mpanda. Du canal primaire l'eau est distribuée dans les différents blocs du périmètre par les canaux secondaires. De chaque canal secondaire partent plusieurs canaux tertiaires qui irriguent chacun des «bacs riziers». Les eaux évacuées des parcelles sont collectées par les drains tertiaires, puis drains secondaires et enfin le drain primaire. Seul le canal primaire est bétonné. Un système de vannes permet la maîtrise de l'eau. Ces rizières ont été aménagées en 1972.

Buterere (29°23' E-3°18' S), 15 novembre 1982. En pleine saison des pluies, le village, qui regroupe 2000 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

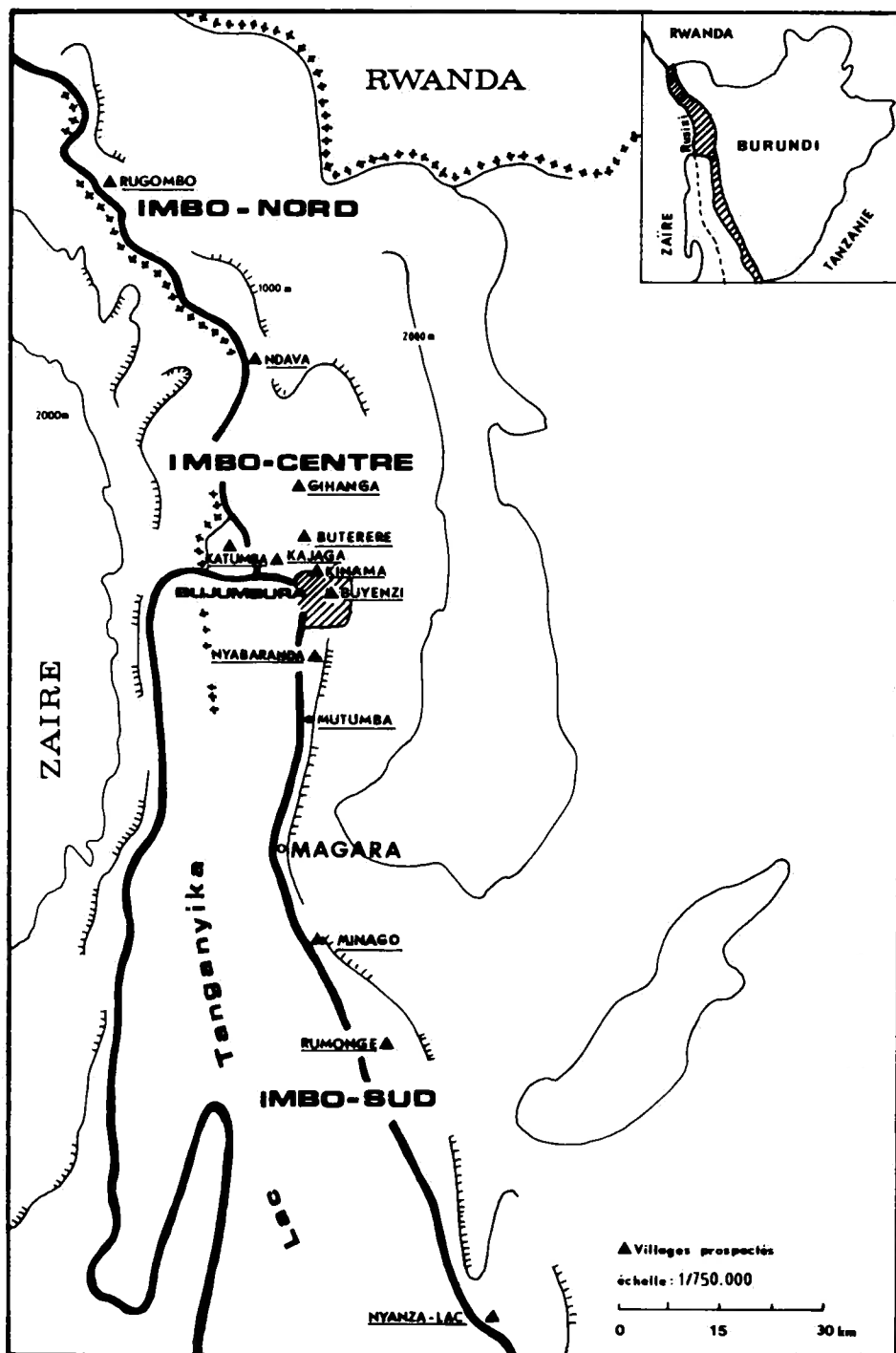


Fig. 4. — Aire géographique étudiée dans la région de l'Imbo : localités prospectées.

la première moitié de la saison des pluies. Un vaste projet de culture irriguée avec réorganisation des cultures existantes est en cours.

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 elafroxylon* (Fabaceae) et de *Sesbania pubescens* (Faccæ) (Reekmans, 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 Rusizi à environ 1 km d'une lagune alimentée par les eaux du lac Tanganyika et de la Rusizi. Ces eaux sont très alcalines (pH 9) et fort chargées en sel de magnésium, 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 inflata* (Lentibulariaceae). Une vaste plaine à *Panicum repens* et *Panicum ruziense* (Poaceae) entoure cette lagune et est exploitée comme zone de pâturage (Reekmans, 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 4000 habitants est essentiellement agraire.

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 Ntakangwa (30 000 habitants). La zone est parsemée de cocotiers. 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 sensu lato*.

IMBO-SUD

Nyabaranda (29°21' E-3°26' S), 9 février 1983. Situé à 3 km au Sud de la ville de Bujumbura, ce quartier peut être qualifié de suburbain caractérisé par une occupation spontanée. Environ 3000 habitants.

Minago (29°21' E-3°48' S), 1^{er} mars 1983. Petit centre de négoce du type village rue. Palmier à huile. Activité : agro-pêcheurs. 2500 habitants.

Rumonge (29°26' E-3°58' S), 29 mars 1983. Troisième agglomération urbaine du pays où le quartier Swaheli forme à lui seul l'essentiel de ce centre. Les activités y sont essentiellement agraires. Les plantations non-irriguées de caféiers sont complantées en palmiers à huile, manioc et bananiers. Environ 7000 habitants.

Nyanza-Lac (29°36' E-4°21' S), 20 avril 1983. Petit centre. Activités essentiellement agraires. L'aménagement rizicole est en état d'abandon.

Méthodologie

ENQUÊTES ENTOMOLOGIQUES

Les méthodes utilisées sont celles décrites dans un manuel de l'OMS (1975). 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 (intra-domiciliaire) 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, récoltés toutes les heures par le chef d'équipe, étaient placés dans une boîte réfrigérée. Quelques spécimens furent disséqués en vue de rechercher des sporozoïtes dans les glandes salivaires.

ENQUÊTES PARASITOLOGIQUES – ÉCHANTILLONNAGE

Après une réunion informelle, la population était invitée à se présenter au lieu de rendez-vous, choisi généralement au centre du village. Dans certaines localités, les personnes de tout âge ont été examinées ; dans d'autres localités, en revanche, nous nous sommes limité aux personnes de 0 à 20 ans. Un enregistrement complet de chaque individu a été effectué : son nom, les noms des parents, date de naissance, adresse exacte comportant l'avenue et le numéro de parcelle.

Le sex-ratio pour l'ensemble des enfants examinés (0 à 8 ans) est 1,00. Au-delà de 8 ans, nous avons enregistré une proportion plus importante de personnes du sexe féminin (sex-ratio 0,80 en milieu rural et 0,20 en milieu urbain).

PRÉLÈVEMENT DE SANG

Une goutte épaisse et un frottis ont été effectués pour chaque personne. De plus, 25 µl de sang, prélevés à l'aide d'un tube capillaire hépariné, ont

été absorbés aussitôt sur un papier filtre (Whatman n° 1) pour l'analyse sérologique.

EXAMEN PARASITOLOGIQUE

La méthode d'examen parasitologique est semblable à celle utilisée par MOLINEAUX & GRAMICCIA (1980) soit l'examen de 200 champs microscopiques (microscope Leitz HM Lux binoculaire 10 x, objectif immersion 100 x). Le volume de sang examiné était d'environ 0,5 mm³. Le nombre de champs positifs respectivement pour les formes asexuées de *P. falciparum*, les gamétocytes de *P. falciparum*, *P. malariae* et *P. ovale* était enregistré. Selon l'endémicité, 10 à 20% des lames étaient réexaminées sur 400 champs. En cas de difficulté, l'espèce de *Plasmodium* était déterminée sur frottis.

PALPATION DE LA RATE

La palpation de la rate a été faite en position verticale suivant le classement de Hackett (BLACK 1968).

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. La dernière dilution utilisée était de 1/1280.

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.

Les réactions IFI ont été effectuées au Laboratoire de Protozoologie à l'Institut de Médecine tropicale d'Anvers (Prof. Wéry).

CHAPITRE IV

RÉSULTATS

Observations entomologiques

PRODUCTION LARVAIRE

En dehors des périmètres irrigués, la production des larves d'anophèles *A. gambiae* s.l. est fonction des précipitations. Suite aux pluies de petites collections d'eau apparaissent un peu partout. Ces collections d'eau s'assèchent très rapidement grâce à la brise soufflant du lac Tanganyika. Ces gîtes temporaires produisent donc une quantité limitée de larves d'*A. gambiae* s.l.

Les trous ayant servi à la fabrication de briques en pisé, peuvent constituer des gîtes idéaux, à condition que la nappe phréatique soit suffisamment élevée, la surface de l'eau bien ensoleillée et l'eau pas trop polluée. Ces gîtes sont peu abondants, mais peuvent localement avoir leur importance.

À Katumba, la lagune recouverte de végétation est un gîte permanent pour un grand nombre de moustiques, dont *A. pharoensis*. Ce gîte ne convient pas à *A. gambiae* s.l.

Dans la région rizicole, la production de larves d'*A. gambiae* s.l. est particulièrement abondante au moment de la mise en eau des «bacs riziers» (janvier). De plus, les brèches dans les canaux et les drains sont à l'origine de gîtes «entretenus».

CAPTURES DES IMAGOS

Un nombre limité d'enquêtes nocturnes ont été effectuées dans la Plaine de la Rusizi. Le tableau 2 donne le nombre de piqûres par homme et par nuit (P/H/N).

À Katumba en pleine saison des pluies, la densité moyenne de *A. gambiae* s.l. et de *A. funestus*, varie respectivement de 7,25 à 25 P/H/N et de 0 à 4,25 P/H/N. En revanche, *A. pharoensis* atteint des densités très importantes.

Tableau 2

Densité anophélienne estimée à partir des captures de nuit sur sujets humains dans différentes zones de la Plaine de la Rusizi

| Nombre moyen de piqûres d'anophèles par homme et par nuit (P/H/N) | | | | | | |
|---|------|----------|-------------------|--------------------|----------------------|--------------------|
| Communes | | Date | <i>A. gambiae</i> | <i>A. funestus</i> | <i>A. pharoensis</i> | <i>A. ziemanni</i> |
| Katumba I | (1)* | 31.03.81 | 7,3 | 1 | 45 | 0,8 |
| | (1) | 2.05.81 | 15,5 | 0 | 108 | 13,8 |
| Katumba II | (1)* | 14.04.81 | 25 | 4,3 | 112 | 3,3 |
| Kajaga | (1) | 8.09.81 | 0,5 | 0,3 | 1,0 | 0,3 |
| Gihanga | | 15.09.81 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | (2) | 6.01.82 | 59 | 2,5 | 0,3 | 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 | 1,4 | 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.

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

À Gihanga, au mois de janvier 1982, la densité moyenne atteint 58 *A. gambiae* s.l. P/H/N et 2,5 *A. funestus* P/H/N. Aucun anophèle n'a été capturé au mois de septembre, alors que toutes les rizières sont asséchées (v. fig. 3).

À 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 anophélienne. En janvier 1983, le nombre de piqûres d'*A. gambiae* par nuit et par personne, variait entre 1 et 16 selon les maisons (moy. 8,8).

À Ndava, Rugombo et Buyenzi, nous observons une faible densité anophélienne.

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

Observations parasitologiques, spléniques et immunologiques

ESPÈCES RENCONTRÉES

Plasmodium falciparum est largement prédominant. *P. ovale* et *P. malariae* sont présents dans respectivement 2,4 et 2,9% des prélèvements positifs

et dans 60% des cas, il s'agit d'infections mixtes avec *P. falciparum*. À Nyanza-Lac cependant, *P. ovale* et *P. malariae* atteignent 9% toujours en association avec *P. falciparum*.

VARIATIONS DES INDICES PALUDOMÉTRIQUES SELON LES LOCALITÉS

Le tableau 3 nous montre qu'il existe des niveaux d'endémicité très différents d'un endroit à l'autre de la plaine. On admet généralement que la splénomégalie traduit bien l'endémicité du paludisme entre 0 et 9 ans. L'augmentation de l'indice plasmodique avec l'âge (voir ci-après) fait qu'on a reporté les résultats pour les individus de 0 à 20 ans.

Tableau 3

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 |
| PLAINE DE LA RUSIZI | | | | |
| Katumba | (mars 81) | 3% | 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 |
| IMBO-SUD | | | | |
| Nyabaranda | (février 83) | 27% | 10% | Quartier suburbain |
| Minago | (mars 83) | 31% | 20% | Village rue, palmeraie |
| Rumonge | (mars 83) | 33% | 7% | Agglomération agricole |
| Nyanza-Lac | (avril 83) | 67% | 33% | Rizières abandonnées |

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%).

À Bujumbura, la zone péri-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'hypo-endémicité.

Dans la région de l'Imbo-Sud, l'endémicité palustre est la plus élevée à Nyanza-Lac où les rizières sont en état d'abandon. Ailleurs, la prévalence fluctue autour des 30%.

VARIATIONS DES INDICES PALUDOMÉTRIQUES SELON L'ÂGE

Prévalence

Dans la Plaine de la Rusizi (fig. 5a, 5b, 5c, 5d) 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.

Dans l'Imbo-Sud (fig. 6a et 6b), on observe une augmentation en dents de scie de l'IP jusqu'à l'âge de 15-20 ans à Nyabaranda et à Rumonge, l'IP diminue à l'âge adulte. À Nyanza-Lac et à Minago, l'IP est plus élevé chez les nourrissons, avec une diminution de cet indice dès l'âge de 9 ans.

Indice gamétocytaire

Les variations des indices gamétocytaires sont parallèles à celles 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. corrélation 0,55). Les indices gamétocytaires les plus élevés ont été observés à Buterere et à Minago chez les enfants de 1 à 2 ans (29%), et à Gihanga et Nyanza-Lac chez les enfants de 2 à 4 ans (22%).

Densité parasitaire

Les porteurs de formes asexuées ont été regroupés en trois classes de densité : moins de 10% (< 190 troph/ μ l), moins de 100% (< 2500 troph/ μ l) et 100% des champs microscopiques examinés reconnus positifs (infections faibles, moyennes et fortes).

La figure 7 représente les résultats pour l'ensemble des huit villages examinés dans la Plaine de la Rusizi. La moitié des nourrissons positifs (47,8%) de moins d'un an présentent au moins un parasite par champ microscopique. Cette proportion diminue quelque peu à partir d'un an.

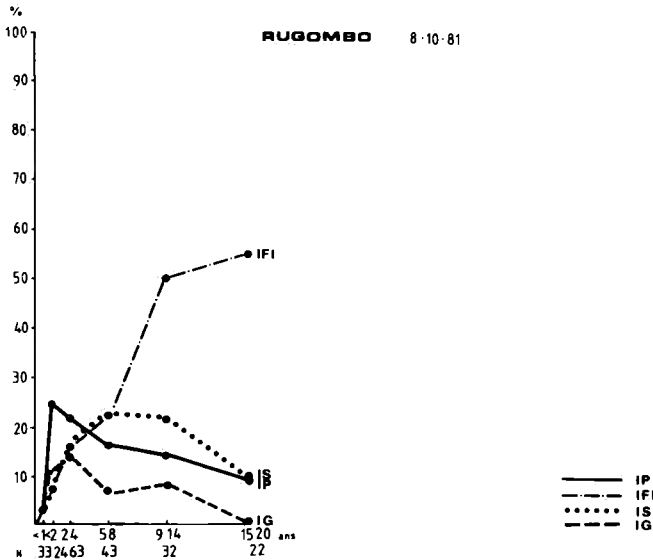
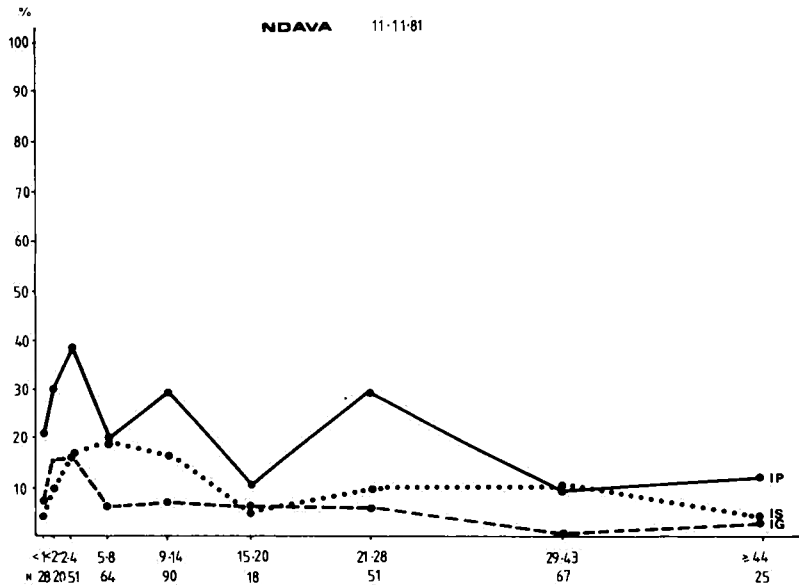


FIG. 5a. — Indices parasite (IP), gamétoctaire (IG), splénique (IS) et pourcentage de positifs en immunofluorescence pour un titre de 1/80 (IFI) de la naissance à l'âge adulte. — Imbo-Nord : villages de Ndava et Rugombo (nord de la Plaine).

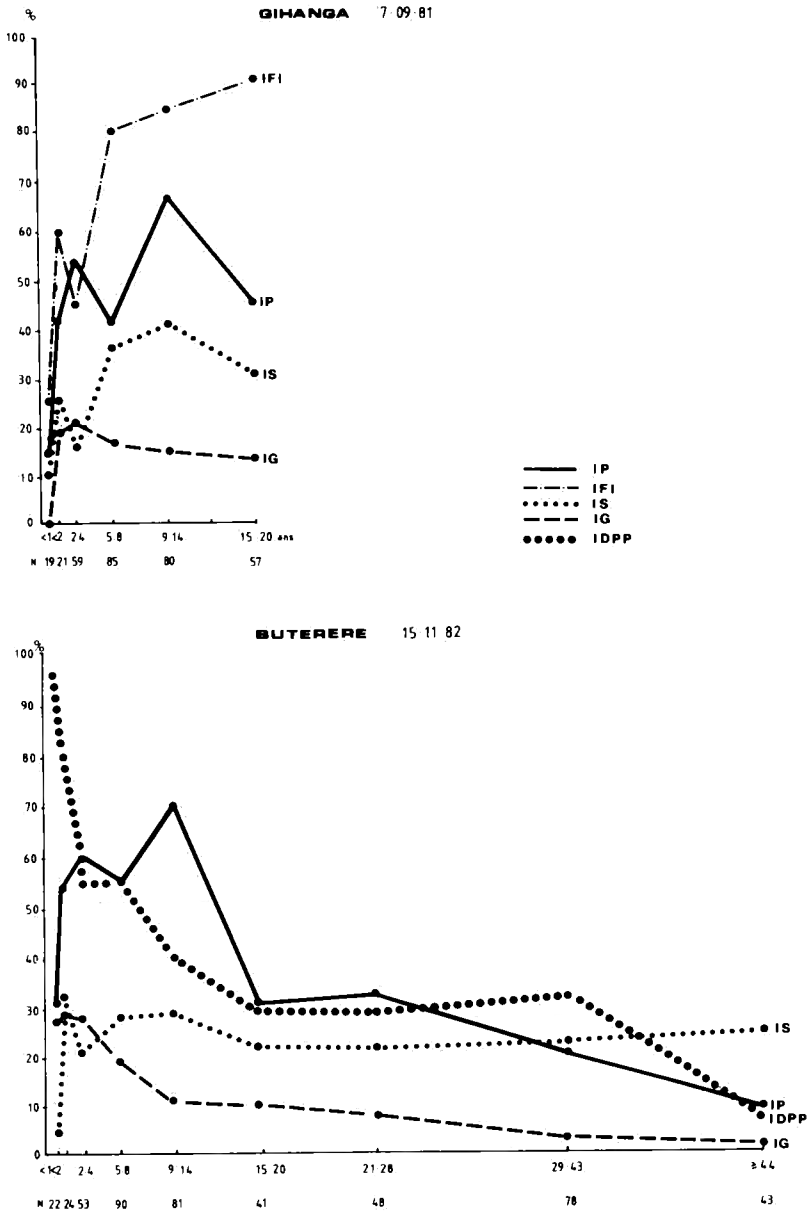


Fig. 5b. — Indices parasite (IP), gamétocytaire (IG), splénique (IS) et pourcentage de positifs en immunofluorescence pour un titre de 1/80 (IFI) de la naissance à l'âge adulte. — Imbo-Centre : villages de Gihanga et Buterere (Plaine de la Rusizi).

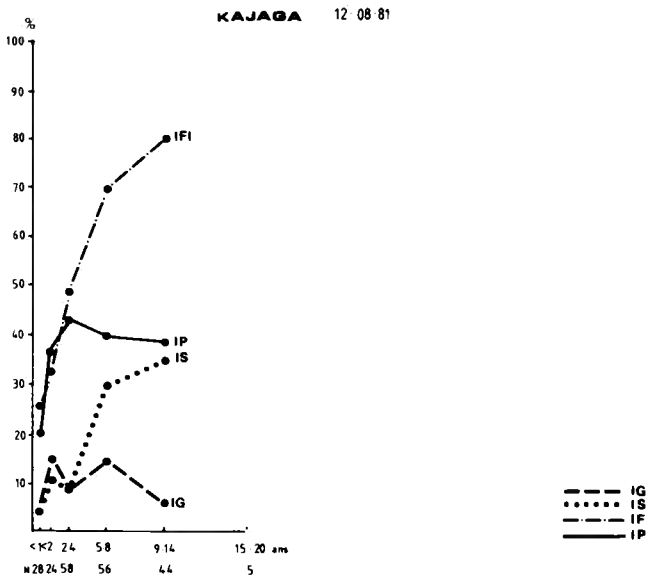
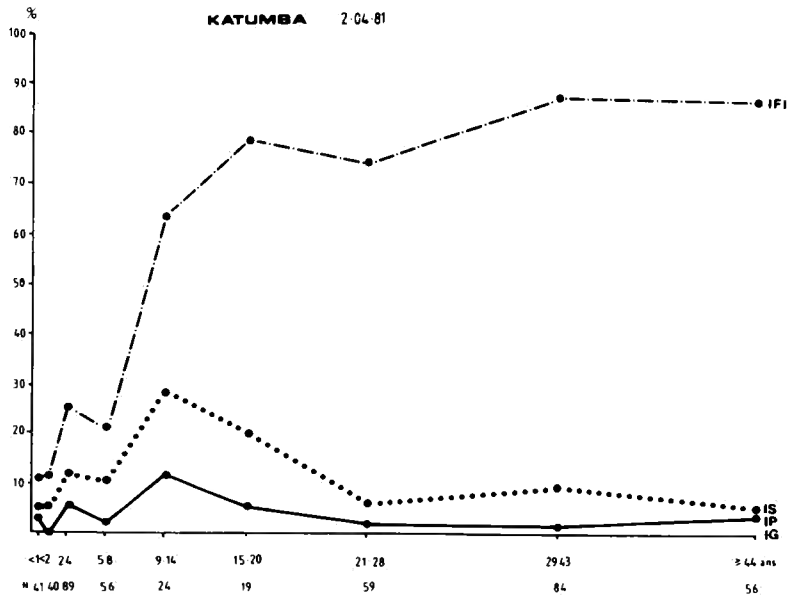


FIG. 5c. — Indices parasitaire (IP), gamétocytaire (IG), splénique (IS) et pourcentage de positifs en immunofluorescence pour un titre de 1/80 (IFI) de la naissance à l'âge adulte. — Imbo-Centre : villages de Katumba et Kajaga (bord du lac).

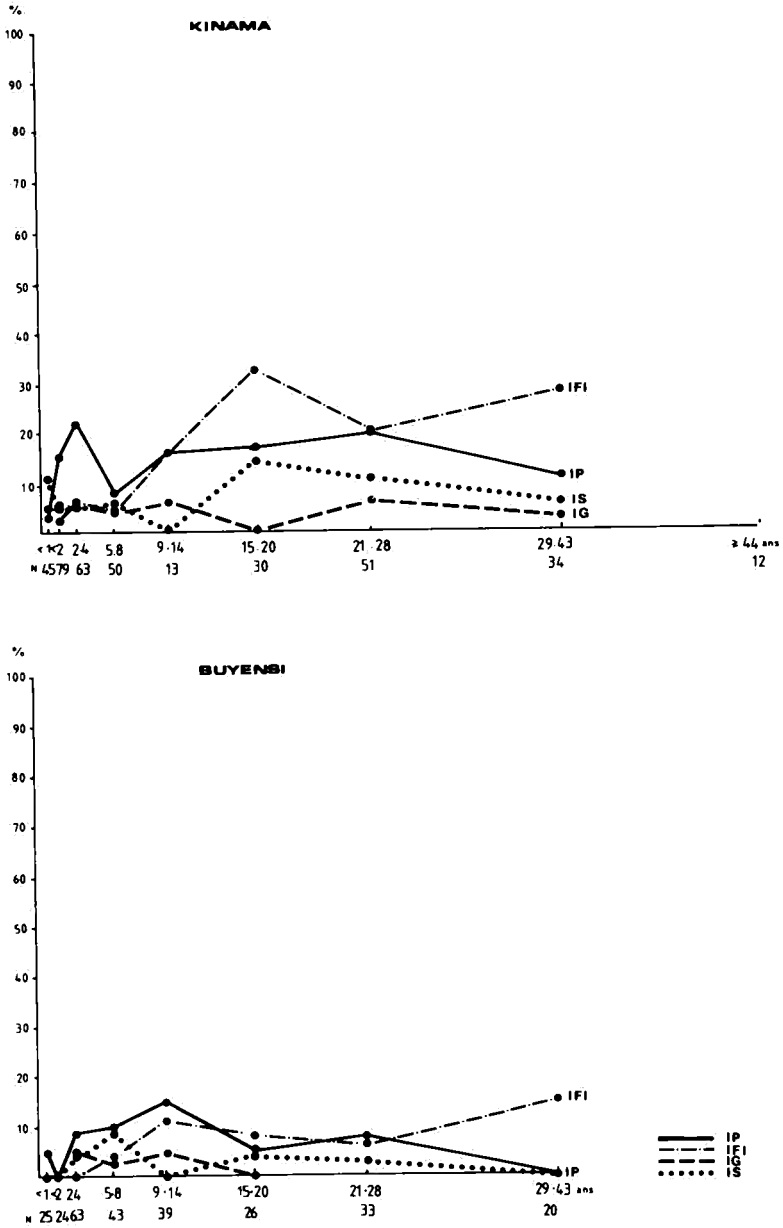


FIG. 5d. — Indices parasite (IP), gamétocytaire (IG), splénique (IS) et pourcentage de positifs en immunofluorescence pour un titre de 1/80 (IFI) de la naissance à l'âge adulte. — Bujumbura : cité de Kinama (périphérie de la ville) et cité de Buyenzi (Centre-Ville).

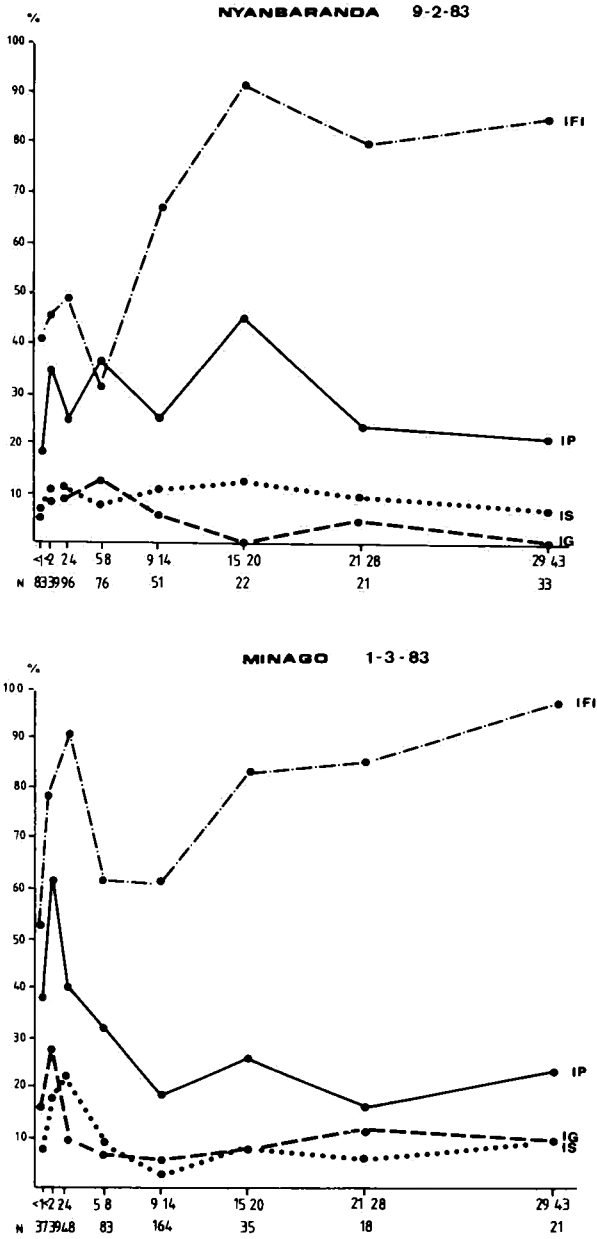


FIG. 6a. — Indices parasitaire (IP), gamétocytaire (IG), splénique (IS) et pourcentage de positifs en immunofluorescence pour un titre de 1/80 (IFI) de la naissance à l'âge adulte. — Imbo-Sud : villages de Nyanbaranda (Nord) et Minago (Centre).

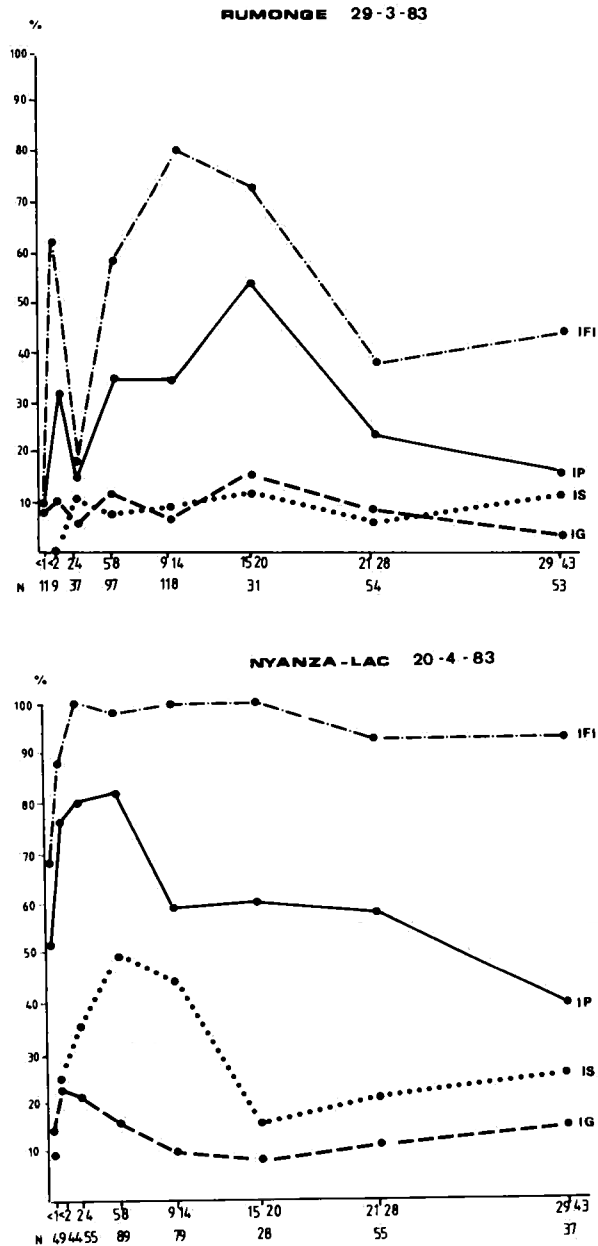


FIG. 6b. — Indices parasite (IP), gamétocytaire (IG), splénique (IS) et pourcentage de positifs en immunofluorescence pour un titre de 1/80 (IFI) de la naissance à l'âge adulte. — Imbo-Sud : villages de Rumonge (Centre) et Nyanza-Lac (Sud).

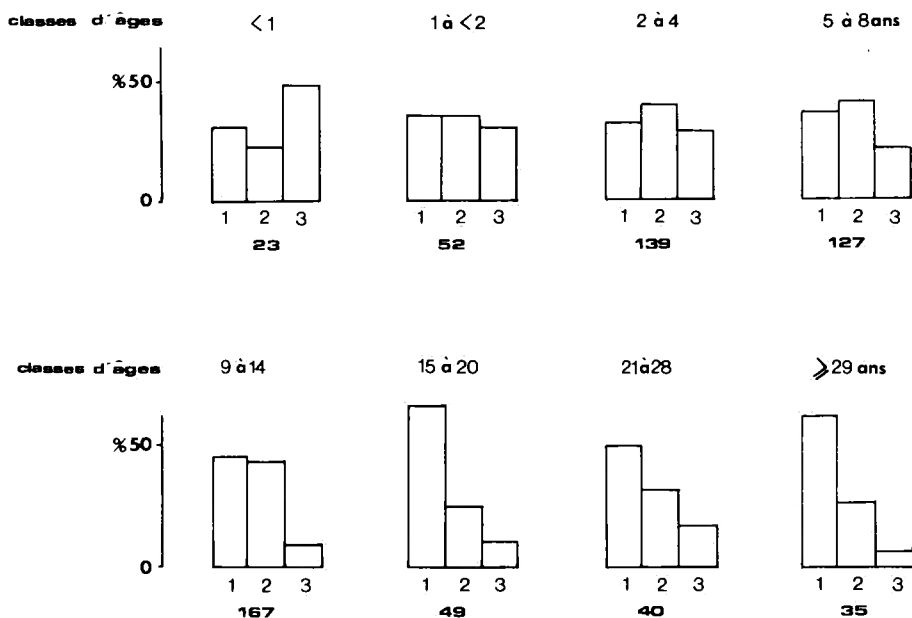


FIG. 7. — Distribution des positifs pour les formes asexuées de *Plasmodium falciparum* par classe de densité (1 : < 10%, 2 : < 100%, 3 : 100% des champs microscopiques positifs).

Néanmoins plus de 20% des enfants impaludés continuent à présenter de fortes infections jusqu'à l'âge de 8 ans (> 2000 troph/ μ l). 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.

Une évolution semblable a été observée lors des enquêtes dans l'Imbo-Sud, sauf que les fortes densités parasitaires disparaissent avec l'âge au profit des densités moyennes.

L'indice de densité parasitaire positif (MOLINEAUX & GRAMICCIA 1980) IDPP : proportion des champs microscopiques positifs pour les formes asexuées de *P. falciparum* chez les sujets trouvés positifs) traduit la charge parasitaire moyenne des individus positifs. Cet indice a été calculé à partir des données recueillies dans le village de Buterere en novembre 1982 (fig. 5b) et dans les villages de l'Imbo-Sud (tableau 4). À Buterere, 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

Tableau 4
Indices paludométriques pour *P. falciparum*
dans la région de l'Imbo-Sud

| RUMONGE 29-3-83 | < 1 an | < 2 ans | 2-4 ans | 5-8 ans | 9-14 ans | 15-20 ans | 21-28 ans | 29-43 ans | < 5 ans |
|-----------------------|-----------|------------|------------|------------|-------------|--------------|--------------|--------------|------------|
| N | 11 | 9 | 37 | 97 | 118 | 31 | 54 | 53 | 57 |
| IP | 9,1 | 33,3 | 16,2 | 34,0 | 33,1 | 54,8 | 24,1 | 17,0 | 17,5 |
| IG | 9,1 | 11,1 | 5,4 | 11,3 | 7,6 | 16,1 | 9,3 | 3,8 | 7,0 |
| IS | 0,0 | 0,0 | 10,8 | 7,3 | 9,3 | 12,9 | 7,5 | 13,2 | 7,0 |
| IDPP | 4,5 | 67,7 | 55,0 | 61,6 | 64,0 | 56,9 | 51,5 | 24,4 | 53,8 |
| IDP | 0,4 | 22,3 | 8,9 | 21,0 | 21,2 | 31,2 | 12,4 | 4,1 | 9,4 |
| pos 1/80 | 10,0 | 62,5 | 17,4 | 59,0 | 80,9 | 73,3 | 39,2 | 44,2 | 25,6 |
| NYABARANDA 9-2-83 | < 1 an | < 2 ans | 2-4 ans | 5-8 ans | 9-14 ans | 15-20 ans | 21-28 ans | 29-43 ans | < 5 ans |
| N | 83 | 39 | 96 | 76 | 51 | 22 | 21 | 33 | 218 |
| IP | 18,1 | 35,9 | 24,0 | 36,8 | 25,5 | 45,5 | 23,8 | 21,2 | 23,9 |
| IG | 6,0 | 10,3 | 9,4 | 13,2 | 5,9 | 0,0 | 4,8 | 0,0 | 8,3 |
| IS | 4,9 | 7,7 | 11,5 | 8,0 | 12,0 | 14,3 | 10,0 | 6,9 | 8,3 |
| IDPP | 81,7 | 58,9 | 62,7 | 53,0 | 54,7 | 40,0 | 32,3 | 40,6 | 67,4 |
| IDP | 14,8 | 21,2 | 15,0 | 19,5 | 13,9 | 18,2 | 7,7 | 8,6 | 16,1 |
| pos 1/80 | 41,4 | 45,2 | 48,2 | 30,9 | 67,4 | 90,9 | 80,0 | 84,9 | 47,3 |
| NYANZA-LAC 20-4-83 | < 1 an | < 2 ans | 2-4 ans | 5-8 ans | 9-14 ans | 15-20 ans | 21-28 ans | 29-43 ans | < 5 ans |
| N | 49 | 44 | 55 | 89 | 79 | 28 | 55 | 37 | 148 |
| IP | 53,1 | 75,0 | 78,2 | 79,8 | 58,2 | 60,7 | 56,4 | 37,8 | 68,9 |
| IG | 14,3 | 22,7 | 21,8 | 15,7 | 11,4 | 7,1 | 10,9 | 16,2 | 19,6 |
| IS | 9,8 | 23,1 | 36,4 | 48,9 | 45,6 | 15,4 | 20,4 | 24,3 | 23,4 |
| IDPP | 65,3 | 73,4 | 54,9 | 63,2 | 53,8 | 47,3 | 60,8 | 33,5 | 63,5 |
| IDP | 34,6 | 55,0 | 42,9 | 50,4 | 31,4 | 28,7 | 43,2 | 12,7 | 43,8 |
| pos 1/80 | 68,8 | 86,4 | 100,0 | 97,7 | 100,0 | 100,0 | 92,6 | 91,7 | 93,7 |
| MINAGO 1-3-83 | < 1 an | < 2 ans | 2-4 ans | 5-8 ans | 9-14 ans | 15-20 ans | 21-28 ans | 29-43 ans | < 5 ans |
| N | 37 | 39 | 48 | 83 | 164 | 35 | 18 | 21 | 124 |
| IP | 37,8 | 61,5 | 39,6 | 32,5 | 18,9 | 25,7 | 16,7 | 23,8 | 46,0 |
| IG | 16,2 | 28,2 | 10,4 | 6,0 | 4,9 | 8,6 | 11,1 | 9,5 | 17,7 |
| IS | 8,3 | 18,4 | 21,7 | 8,5 | 3,1 | 8,8 | 5,6 | 9,5 | 16,7 |
| IDPP | 58,0 | 72,6 | 65,6 | 68,1 | 44,7 | 36,5 | 82,0 | 45,4 | 66,8 |
| IDP | 21,9 | 44,7 | 25,9 | 22,2 | 8,5 | 9,4 | 13,7 | 10,8 | 30,7 |
| pos 1/80 | 52,8 | 78,4 | 89,1 | 61,3 | 61,4 | 82,9 | 83,3 | 100,0 | 84,3 |

N : effectif ; IP : Indice parasitaire ; IG : Indice gamétocytaire.

IS : Indice splénique ; IDPP : Indice de densité parasitaire positive.

IDP : Indice de densité parasitaire.

pos 1/80 : réaction positive en IFI pour une dilution 1/80.

suit une évolution plus ou moins semblable à l'IP. Dans l'Imbo-Sud, l>IDPP (tableau 4) change relativement peu avec l'âge. Plus de 60% des champs sont positifs chez les impaludés adultes des localités de Minago et de Nyanza-Lac.

Sérologie

La moyenne géométrique des titres (fig. 8) dans les différentes localités de la Plaine de la Rusizi 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. 9) 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.

Dans l'Imbo-Sud (fig. 8), le plateau est rapidement atteint à Nyanza-Lac avec un titre très élevé (1/975 pour la classe d'âge 15-20). Ce plateau est difficilement atteint dans les trois autres villages. A Rumonge, on assiste curieusement à une diminution du titre moyen au-delà de 15 ans.

SPLÉNOMÉGALIE ET POSITIFS EN IFI

À Katumba (fig. 5a), 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).

À Gihanga, Buterere, Kajaga (fig. 5b, 5c), 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.

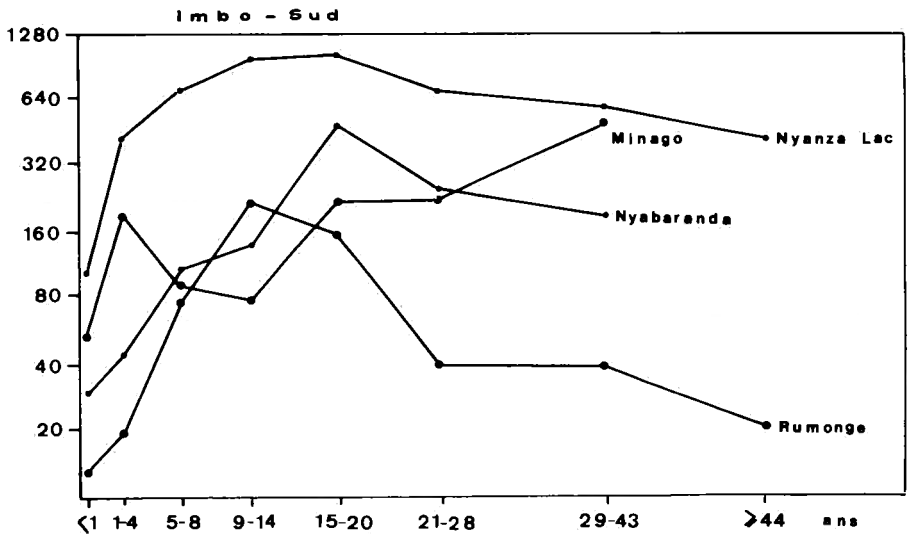
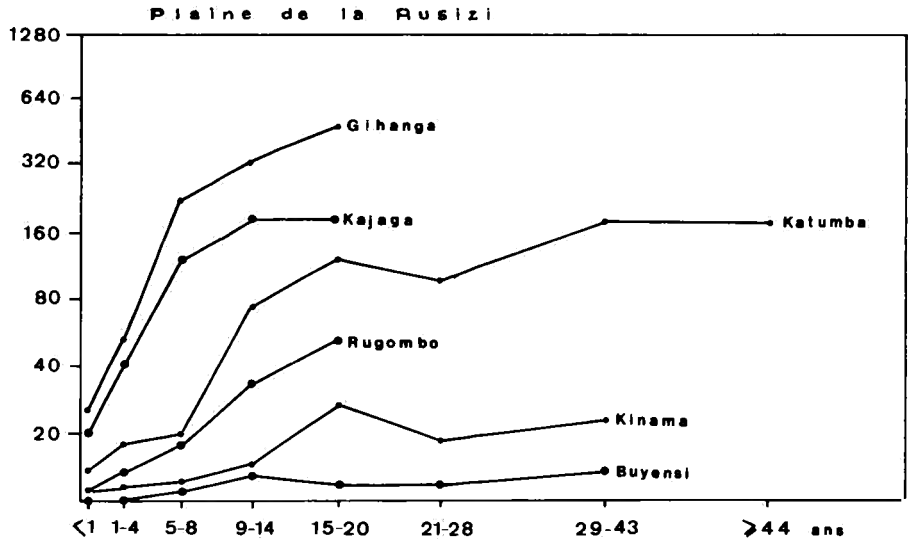


FIG. 8. — Moyennes géométriques des titres obtenus en immunofluorescence indirecte (*Plasmodium falciparum*) par classe d'âge et par localité (absence de réaction au titre de 1/80 : 1/10).

À Gihanga (fig. 5b), 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).

À Kajaga (fig. 5c) et à Rugombo (fig. 5a), 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. À Rugombo et Ndava (fig. 5e), l'indice splénique passe par un maximum entre 5 et 8 ans.

En zone urbaine (Buyenzi, fig. 5d), 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% positifs au titre 1/80).

En zone semi-urbaine (Kinama, fig. 5d), il semble que l'indice splénique et plus encore le pourcentage de positifs en IFI continuent à fluctuer avec l'âge.

Les résultats de la splénomégalie pour l'Imbo-Sud sont repris à la figure 6. Celle-ci ne dépasse pas les 20%, voire 10% à Rumonge, Minago et Nyabaranda. Après quelques fluctuations similaires à l'IP et l'IS, le pourcentage de positifs en IFI (1/80) se stabilise ($\pm 80\%$), sauf à Rumonge où seulement 40% des adultes présentent une réaction positive en IFI. À Nyanza-Lac, l'indice splénique atteint la valeur de 49% entre 5 et 8 ans pour tomber en dessous de 20% au-delà de 15 ans. Dans ce centre, presque toutes les réactions IFI sont positives au titre de 1/80 (69% pour < 1 an, et proche de 100% au-delà). Ces données reflètent une forte transmission dans ce village.

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 (tableau 5).

RAPPORTS SÉROLOGIE-PARASITÉMIE, SÉROLOGIE-SPLÉNOMÉGALIE, SPLÉNOMÉGALIE-PARASITÉMIE CHEZ LE MÊME INDIVIDU

La figure 10 nous montre, pour la Plaine de la Rusizi, la distribution chez les enfants, adolescents et adultes des titres obtenus en IFI suivant le résultat de la GE 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) parasitologie-

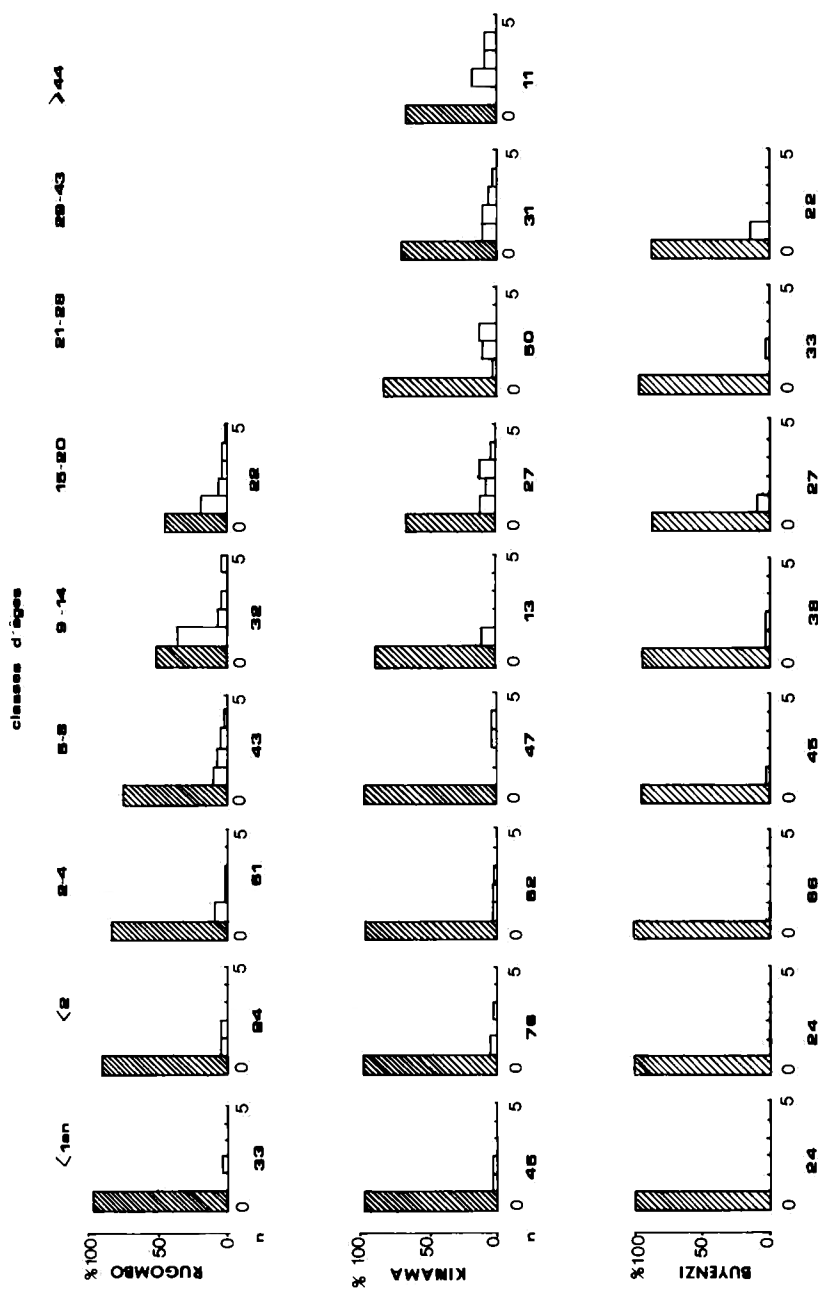


Fig. 9a. — Distribution des titres obtenus en immunofluorescence indirecte (*Plasmodium falciparum*) par classe d'âge et par localité dans la Plaine de la Rusizi (0 : nég., 1 : 1/80, 2 : 1/160, 3 : 1/320, 4 : 1/640, 5 > 1/640).

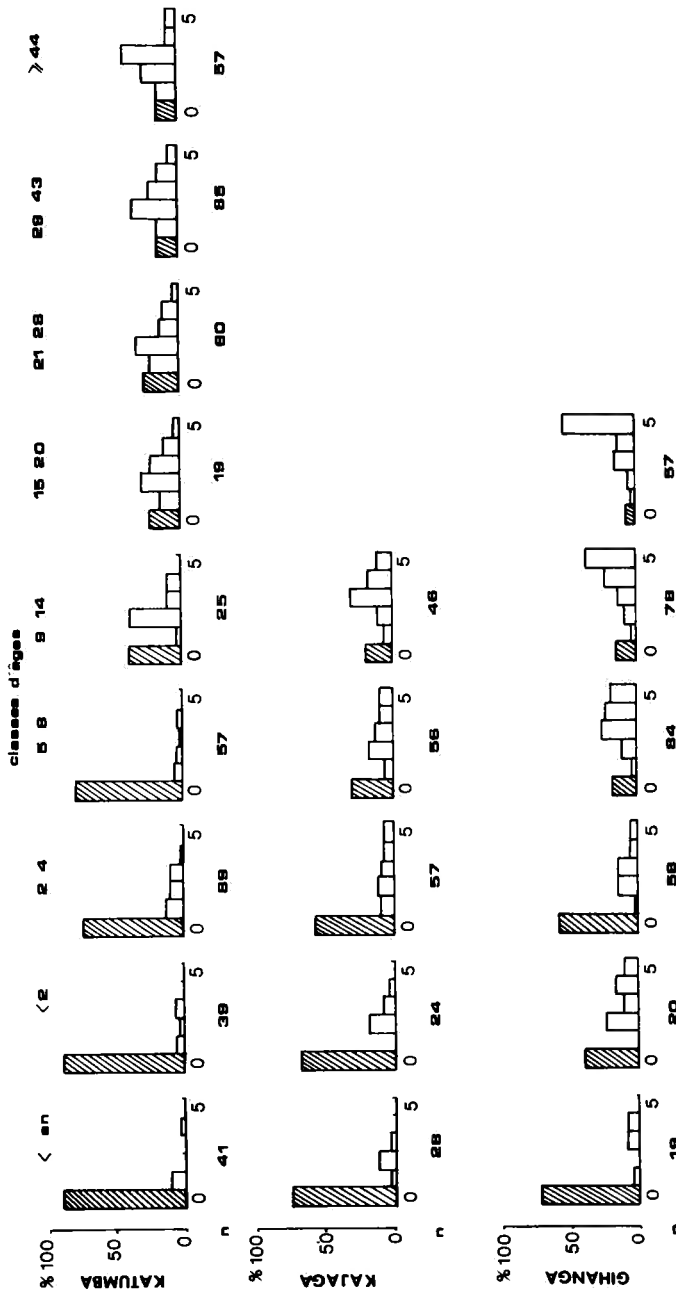


Fig. 9b. — Distribution des titres obtenus en immunofluorescence indirecte (*Plasmodium falciparum*) par classe d'âge et par localité dans la Plaine de la Rusizi (0 : nég., 1 : 1/80, 2 : 1/160, 3 : 1/320, 4 : 1/640, 5 > 1/640).

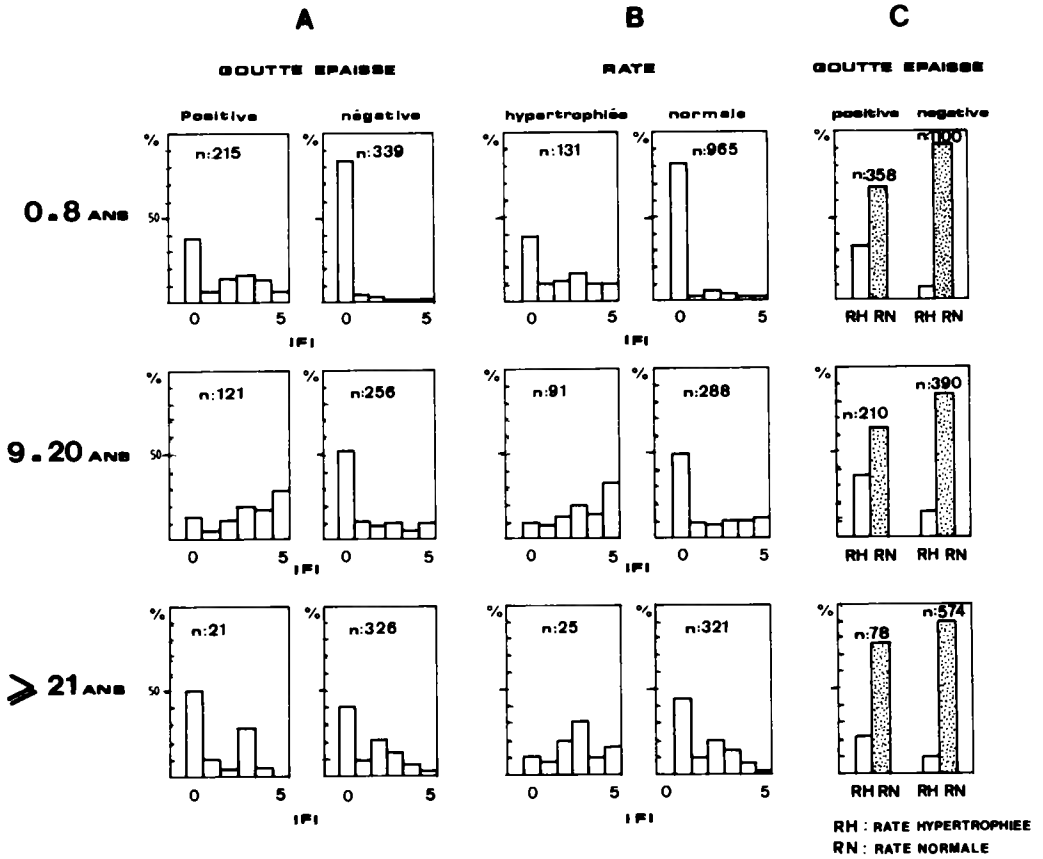


FIG. 10. — Distribution des titres IFI (*Plasmodium falciparum*) en fonction du résultat parasitologique (A), en fonction de la présence ou de l'absence d'une rate hypertrophiée (B). Proportion des rates hypertrophiées et des rates normales en fonction du résultat de la goutte épaisse.

* Résultats pour la Plaine de la Rusizi.

Tableau 5

Indices paludométriques selon le sexe

| | Indice plasmodique | | Indice gamétocytaire | | Indice splénique | | IFI positifs (1/80) | |
|------------------|--------------------|----------------|----------------------|---------------|------------------|----------------|---------------------|----------------|
| | Hommes | Femmes | Hommes | Femmes | Hommes | Femmes | Hommes | Femmes |
| 0 à 8 ans | 23,5% (827)** | 21,7% (828) | 9,8% (827) | 7,9% (828) | 13,7% (721) | 14,4% (735) | 22,8% (544) | 25,6% (577) |
| 9 à 28 ans * | 31,0% (348) | 31,2% (430) | 8,0% (348) | 6,7% (430) | 25,4% (303) | 21,8% (349) | 77,0% (161) | 76,0% (183) |
| 29 ans * et plus | 6,1% (230) | 7,4% (284) | 1,7% (230) | 0,8% (264) | 12,9% (155) | 14,9% (195) | 88,2% (76) | 87,9% (66) |

* Au-delà de 9 ans, l'échantillon en milieu urbain, Kinama et Buyenzi, comprend 83% de personnes du sexe féminin ; ces résultats ne sont pas repris dans ce tableau.

** Les chiffres entre parenthèses représentent les effectifs.

ment positifs, que chez les individus trouvés indemnes de *Plasmodium* (Plaine $\chi^2 = 263$; Imbo-Sud $\chi^2 = 167$). Ces différences diminuent chez les adultes positifs et négatifs (Plaine $\chi^2 = 0,71$ non signif. ; Imbo-Sud $\chi^2 = 20,3$).

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 6).

Tableau 6

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

| | Moyennes géométriques des titres | | | |
|------------|----------------------------------|-----------|----------------|-----------|
| | Gouttes épaisses | | Rates | |
| | positives | négatives | hypertrophiées | normales |
| PLAINE | | | | |
| 0 à 8 ans | 82 (215)* | 16 (889) | 85 (131) | 16 (965) |
| 9 à 20 ans | 278 (121) | 49 (256) | 325 (91) | 61 (288) |
| > 21 ans | 46 (21) | 60 (326) | 223 (25) | 53 (321) |
| IMBO-SUD | | | | |
| 0 à 8 ans | 317 (364) | 45 (465) | 421 (131) | 81 (686) |
| 9 à 20 ans | 640 (171) | 116 (337) | 791 (72) | 168 (429) |
| > = 21 ans | 412 (88) | 121 (231) | 232 (32) | 160 (270) |

* Les chiffres entre parenthèses représentent les effectifs.

Au-delà de 20 ans, la différence diminue dans l'Imbo-Sud alors que la relation semble s'inverser dans la Plaine : la moyenne géométrique du titre est légèrement plus élevée chez les parasitologiquement négatifs que chez les parasitologiquement positifs.

À 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 ; respect. Plaine et Imbo-Sud : Enfants $\chi^2 = 122$ et 52 ; adolescents $\chi^2 = 44$ et 21 et adultes $\chi^2 = 10,8$ et 0.09 NS).

Les titres moyens sont également moins élevés chez les personnes ayant une rate normale que chez les individus ayant une rate hypertrophiée (tableau 6). Ce phénomène est plus accentué pour la classe d'âge 9-20 ans.

Les parasitémies patentes s'accompagnent plus facilement d'une rate hypertrophiée que les parasitologiquement négatifs. Ces différences sont moins marquées après 20 ans (respect. Plaine et Imbo-Sud : Enfants $\chi^2 = 136$ et 100 ; adolescents $\chi^2 = 35$ et 18 ; adultes $\chi^2 = 8,8$ et 6,5).

CHAPITRE V

DISCUSSION

Les vecteurs

Les vecteurs majeurs du paludisme dans la Plaine sont *A. gambiae* (*sensu lato*) et *A. funestus*. Une étude cytotaxonomique du complexe *gambiae* nous a révélé une prédominance d'*A. arabiensis* (97%) et quelques rares exemplaires d'*A. gambiae sensu lato* (COOSEMANS *et al.* 1989).

Les dissections des glandes salivaires de 173 *A. gambiae* s.l. 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% (46/7918). Par contre, il observe une montée rapide de cet indice lorsqu'il procède à des dissections retardées (13,74% le 14^e jour après la capture). Ces faibles indices sporozoïtiques sont à mettre en relation avec la prédominance d'*A. arabiensis* dans la région. Au Kenya, HIGHTON *et al.* (1979) trouvent un indice sporozoïtique chez *A. arabiensis* de 0,33%, plus de dix fois moindre que l'indice observé chez *A. gambiae* (*sensu stricto*) (5,33%) vivant en sympatrie. Le même phénomène est décrit par WHITE *et al.* (1972) en Tanzanie. En zone sahélienne à Dori (Burkina Faso), l'indice sporozoïtique de *A. funestus* est également inférieur à 1% (HAMON *et al.* 1965).

On peut donc penser que les vecteurs trouvés dans la région de l'Imbo 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 cet handicap. Un exemple de l'effet de densités anophéliennes élevées est fourni par les observations de 1950 dans la partie zairoise de la Plaine où une prolifération fantastique d'*A. funestus* et *A. gambiae* (plus de

1000 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% et 98% pour 296 enfants examinés (VINCKE, *loc. cit.*, CHARDOME *et al.* 1953).

En février 1951, LAMBRECHT (1954) observait cependant un indice sporozoïtique de 9,23% dans le village de Kasenga, entre Kavimvira et Uvira situé dans la partie zaïroise de la Plaine. On peut supposer que l'échantillon examiné était largement constitué de spécimens *A. gambiae* s.str. De toute manière, cet indice est anormalement élevé pour une population en équilibre : une proportion si élevée de moustiques infectés ne peut être observée que dans une population vieillissante, au moment où la productivité des gîtes larvaires est ralentie.

À Katumba, situé sur le delta de la Rusizi, 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 sinon nulle (GILLIES & 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 VERMYLEN (1967) dans la région de Bujumbura n'ont jamais été observés dans la présente étude.

Les espèces plasmodiques rencontrées

L'espèce *P. falciparum* présente un grand nombre de formes inhabituelles qui sont signalées par plusieurs auteurs (SCHWETZ 1943, FIELD & 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 de *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).

Les déterminants du groupe sanguin Duffy positif (Fy et Fy) ont été identifiés comme récepteurs à la surface des globules rouges permettant l'invasion des mérozoïtes *P. vivax* (MILLER *et al.* 1976). L'absence de *P.*

vivax dans la région s'explique par la prédominance du génotype Duffy négatif dans la population (VAN ROS 1984). Il en est de même en Afrique de l'Ouest (WELCH *et al.* 1977) et dans certaine partie de l'Afrique de l'Est (MATHEWS & ARMSTRONG 1981).

L'endémicité palustre en fonction du biotope

L'endémicité palustre est relativement faible dans la région de l'Imbo 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% (CARNEVALE & 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.* (1966). Pour cette raison, et vu 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'endémicité est très variable d'un point à l'autre (IP compris entre 3 et 67% pour des échantillons de 0 à 20 ans) et dépend essentiellement de l'aménagement du milieu. Les villages proches des rizières, que celles-ci soient du type semi-pluvial ou entièrement irriguées, sont caractérisés par une très forte prévalence (entre 50 et 60%).

En 1952, l'indice plasmodique dans l'Imbo-Centre était de 20%. 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 9000 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%), il existe de petites surfaces de terre irriguée. La transformation des marais en terrains de cultures irriguées à Bugarama (Rwanda) dans le nord de la Plaine est à l'origine d'une forte prévalence (IP 47% et IS 42%) (GUYE *et al.* 1976, 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. À Nyanza-Lac, un périmètre irrigué abandonné est en partie responsable de la forte endémicité. L'implantation récente dans cette région de populations non immunes venant du nord du pays a entraîné une mortalité élevée dans tous les groupes d'âges.

L'influence des inondations ou de l'irrigation est cependant très locale : à trois kilomètres à peine de Kajaga, dans le village de Katumba situé sur le

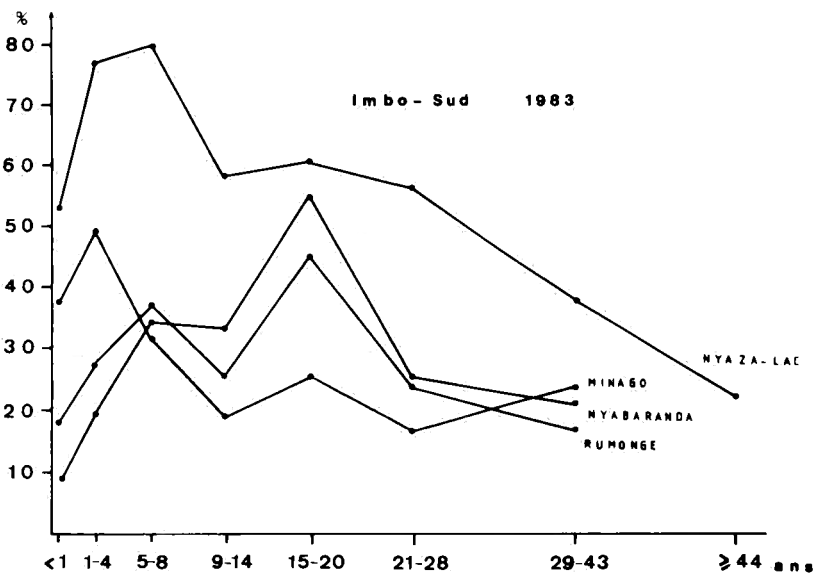
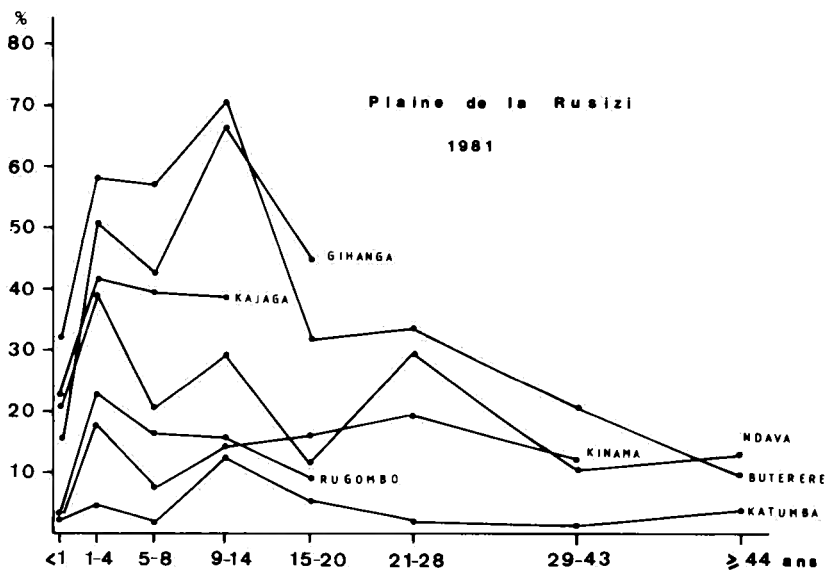


FIG. 11. — Évolution de l'indice plasmodique par classe d'âge dans les différentes localités de la Plaine de la Rusizi (1981) et de l'Imbo-Sud (1983).

delta de la Rusizi, nous observons l'indice plasmodique le plus faible de toute la Plaine (3%). MEYUS & BERVOETS (1958) y observaient avant la campagne de désinsectisation de 1952 à 1957, un IP de 12% alors qu'ailleurs les IP oscillaient entre 30 et 50%. Les gîtes larvaires rencontrés (lagunes avec végétation) conviennent surtout à *A. pharoensis*. 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. pharoensis* en résulta, sans augmentation de l'indice plasmodique qui était très faible et auquel contribuaient d'ailleurs bon nombre de cas importés.

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

Les indices paludométriques en fonction de l'âge (v. fig. 5, 6, 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%) pour diminuer à 20 ans (23%). La chimioprophylaxie n'est peut-être pas étrangère à ce phénomène, comme l'ont suggéré ONORI *et al.* (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 entraînant chez les nourrissons un contact hôte-parasite différent 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. À Katumba, on observe ainsi, malgré une faible prévalence, un titre sérologique relativement élevé chez les adultes (1/176), témoignant d'une plus forte transmission dans le passé. Une forte prévalence a d'ailleurs pu être observée en 1984. Au contraire, à Rumonge, une forte

prévalence chez les enfants entre 9 et 14 ans (55%) est accompagnée d'un titre moyen relativement bas chez les adultes (1/40).

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. 7).

Séro-épidémiologie

La technique IFI largement utilisée en séro-épidémiologie, s'est révélée être un test à la fois sensible et spécifique pour dépister des anticorps antimalariens (VOLLER & DRAPER 1980), surtout lorsqu'on utilise comme antigène des schizontes de cultures (TARGETT 1970).

Les indices sérologiques dans les études épidémiologiques complètent les informations obtenues par les indices plasmodique et splénique. Une discordance peut être obtenue entre ces indices due à l'emploi de médicaments antipaludiques qui n'altère pratiquement pas la transmission (LOBEL 1981). Ainsi DRAPER *et al.* (1972) en Tanzanie observent dans une région où la consommation d'antipaludéens est élevée, un indice parasite inférieur à la valeur théorique attendue vu un taux d'inoculation entomologique élevé. La prévalence des anticorps IFI était cependant similaire à celle des régions hyperendémiques.

Les faibles dilutions de 1/20 et 1/40 n'ont pas été testées dans cette première étude à cause du problème technique de l'élution 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. 8). 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% des enfants ont une réaction positive à 1/60 (MOLINEAUX & GRAMICCIA 1980) alors que dans la zone la plus fortement infestée de la Plaine (Gihanga), seulement 26% des nourrissons sont positifs à 1/80. Cependant, même à Katumba où l'endémicité est très faible (4%) près de 90% 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. Dans la région plus humide de Nyanza-Lac, un titre très

élevé est atteint dès le plus jeune âge (1/409 entre 1 et 4 ans) et laisse supposer une transmission élevée et stable d'une année à l'autre.

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 positive : cette phase se prolonge dans la Plaine de 0-20 ans) ;
- Une deuxième phase 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).

Nos observations (tableau 6) ne font pas état de cette association négative : néanmoins l'association positive diminue au-delà de 20 ans ce qui suggère une certaine protection.

À Garki au Nigeria, l'association positive entre titre et parasitémie disparaît au-delà de 4 ans (MOLINEAUX & GRAMICCIA 1980). En Tanzanie, ONORI *et al.* (1982) n'observent pas d'association négative 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.

Un grand nombre de sérums ne réagissaient pas de manière homogène avec les parasites (antigène), et ceci dès les plus faibles dilutions : la plupart des parasites demeuraient dans l'obscurité alors que de rares parasites étaient fortement fluorescents. Ce type de réaction ne survenait qu'en présence de sérums du Burundi, alors que des sérums provenant d'autres pays africains présentaient une réaction uniforme pour chaque dilution (Coene, comm. pers.). Des souches différentes de *P. falciparum* sont peut-être en cause, et leur caractérisation comme il a été fait dans d'autres régions (WALLIKER 1985) serait du plus grand intérêt, principalement en vue de comprendre le développement et l'extension très rapide de souches résistantes aux 4-aminoquinoléines au Burundi (COOSEMANS *et al.* 1985).

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).

La rate est un des principaux sites, avec le système reticulo-endothélial du foie (cellules de Kupffer), de l'élimination des globules rouges (WOODRUFF *et al.* 1979) par des macrophages. Ce mécanisme agit plus particulièrement sur les globules rouges ayant perdu leur plasticité (CARD *et al.* 1983) tels que les érythrocytes parasités (CRANSTON *et al.* 1984). D'autre part, une immunité cellulaire spécifique intervient, mais les mécanismes ne sont pas entièrement élucidés. Les cellules T attireraient et activeraient les macrophages, le contact entre les macrophages et les globules rouges infectés serait stimulé par les anticorps. La destruction des parasites par les macrophages s'opère au niveau du foie et de la rate, sites où les deux entrent en contact étroit (OMS, 1985). Le rôle modulateur de la rate dans une infection à *P. falciparum* est suggéré par DAVID *et al.* (1983). La splénectomie chez des animaux de laboratoire a permis de contourner les mécanisme de défense de l'hôte (*in* BOYD 1947, GARNHAM 1970). À Keneba en Gambie, MCGREGOR (1986) montre qu'il existe une bonne concordance entre les prévalences selon l'âge de la parasitémie, de la splénomégalie et de l'hépatomégalie, impliquant une étiologie paludéenne de ces deux derniers.

Dans la région de l'Imbo, 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 (1984) n'observe dans la Plaine aucune corrélation entre la splénomégalie et la présence des œufs de *Schistosoma mansoni* dans les selles des personnes de moins de 40 ans. Au-delà de 40 ans, il observe nettement plus de splénomégalies chez les bilharziens.

Une bonne corrélation jusqu'à l'âge de 14 ans entre la splénomégalie et le pourcentage de positifs à l'examen IFI reflète l'importance de cet organe dans le développement d'une immunité acquise.

Niveaux d'endémicité

Se basant sur l'indice splénique chez les moins de 9 ans, on distingue quatre niveaux d'endémicité du paludisme (*in* BRUCE CHWATT 1985) :

- 1) Hypo-endémique : $IS = < 10\%$;
- 2) Méso-endémique : $10\% < IS < 50\%$;
- 3) Hyperendémique : $IS > 50\% + IS \text{ adulte} > 25\%$;
- 4) Holo-endémique : $IS > 75\%$ mais faible chez l'adulte.

Dans une région holo-endémique, la transmission est élevée et continue et confère une immunité importante chez l'adulte.

Dans cinq localités, le paludisme était hypo-endémique et dans huit localités méso-endémique (tableau 3). En Afrique, le paludisme est généralement hyper ou holo-endémique.

MEETSelaar & VAN THIEL (1959) ont classé les niveaux d'endémicité selon l'indice parasitaire. Mais ces classifications rassemblent parfois des situations fort différentes ne tenant pas compte du développement plus ou moins important de l'immunité en fonction du niveau de transmission. Ainsi dans la forêt dégradée du Congo où chaque personne reçoit plus d'une piqûre infectante par nuit, la prévalence est inférieure à 50% et la situation est méso-endémique suivant la classification. Définir cette région comme holo-endémique serait plus réaliste (CARNEVALE & MOUCHET 1980).

CHAPITRE VI

CONCLUSIONS PRATIQUES

Mesures préventives

Le paludisme dans la région de l'Imbo, contrairement à beaucoup 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 de la Rusizi et dans l'Imbo-Sud résulte avant tout de l'action de l'homme sur le milieu, il faut donner priorité aux méthodes dites physiques : amélioration de la distribution en eau dans les bacs riziers, drainage, remblayage, travaux hydrauliques. Ces mesures peuvent être appliquées à l'échelle de l'habitant, d'un projet, d'une zone, d'une région.

La pulvérisation d'insecticide à l'intérieur des habitations doit être considérée comme un complément de l'assainissement de base (COOSEMANS & BARUTWANAYO 1989).

On a toujours cru que la lutte contre le paludisme incombait exclusivement au Ministère de la Santé. Cependant, quand on fait l'inventaire des causes influençant une endémie palustre et les mesures propres à l'endiguer, il devient évident que de nombreux autres secteurs sont impliqués et que seule une action concertée permet d'envisager une amélioration de la situation. Les moyens de provoquer cette prise de conscience et cette action commune doivent retenir toute l'attention des autorités et des bailleurs de fonds, c'est une des clés du succès.

Ci-dessous nous passerons en revue quelques mesures possibles :

CULTURES IRRIGUÉES

Des effets spectaculaires pourraient être obtenus dans les zones irriguées simplement en entretenant les canaux secondaires et tertiaires et en gérant

convenablement les eaux d'irrigation pour éviter les débordements des bacs riziers créant ainsi des poches d'eaux stagnantes.

Le réaménagement des rizières existantes dans l'Est-Mpanda est dans ce sens une très bonne chose, à condition de ne pas augmenter la surface des terres irriguées.

Des recherches devraient être entreprises pour connaître l'impact sur la dynamique des populations anophéliennes des techniques de culture rizicole à immersion alternée avec assèchements périodiques. La production de paddy pourrait même augmenter (DEWEZ & CATZEFLIS 1959), mais cela exige une bonne gestion de la distribution en eau.

L'aménagement de drains dans les villages rizicoles de l'Imbo-Centre ont pour but d'éliminer les gîtes larvaires potentiels à l'intérieur des villages.

Sachant que l'activité des vecteurs est nocturne, l'utilisation de moustiquaires imprégnées d'un insecticide rémanent (pyréthrinoides) permet de diminuer le contact homme-vecteur.

La récente introduction de bétail de trait dans les villages rizicoles favorise une diminution de la transmission. Ce bétail, parqué le soir dans des enclos situés à proximité des habitations, augmente les possibilités de zoophagie des vecteurs. Il faudrait cependant prévoir des abreuvoirs pour empêcher le bétail de détruire les berges des canaux.

À l'encontre de la situation actuelle, l'implantation de nouveaux villages devra se faire à une distance de 1 à 2 km du périmètre irrigué. Cette mesure à elle seule pourra diminuer la densité anophélienne.

Les habitations à proximité des rizières sont traitées une fois par an avec du malathion, vers la fin de la saison des pluies. Une diminution importante de l'endémicité a été observée (COOSEMANS & BARUTWANAYO 1989).

BASSE RUSIZI

La zone entre l'aéroport et la Rusizi (Kajaga et Rukaramu) est pratiquement inondée toute l'année par les eaux de la Mpanda, suite à une brèche d'à peine 3 m dans une digue. La remise en place de la Mpanda, principal évacuateur des périmètres irrigués de l'Imbo-Centre, dans son lit d'origine et le drainage de cette région sont les premières démarches indispensables pour lutter contre le paludisme et la bilharziose (GRYSEELS 1984) dans cette zone.

VILLE ET PAYSANNATS

En ville et dans les paysannats, il faudra davantage insister sur la destruction des petits gîtes larvaires.

Dans la zone de Buyenzi, les rares larves observées ont été trouvées le long de la Ntakangwa dans des mares artificielles servant à la fabrication des briques en pisé ainsi que dans des flaques d'eau situées au milieu des routes. Le comblement de ces trous peut à lui seul résoudre le problème de la transmission dans cette zone. La collaboration des autorités municipales est indispensable pour faire appliquer ces mesures.

La réfection des routes et l'aménagement d'un nouveau système d'évacuation des eaux de surface sont en cours et contribueront à l'amélioration de la situation sanitaire. Cependant certains nouveaux canaux sont déjà bouchés.

L'exploitation des rizières en pleine ville contrevient à la loi. Les terrains humides le long du lac devraient être drainés et boisés d'eucalyptus.

Soins curatifs

Vu les problèmes de résistance médicamenteuse, la chimioprophylaxie n'a pas été retenue comme priorité. De plus, l'expérience montre que la couverture est faible et irrégulière. Il est préférable de focaliser toute l'énergie pour l'amélioration des soins curatifs. Ils nécessitent avant tout une bonne formation du personnel de santé, l'amélioration du diagnostic parasitologique, l'application des schémas thérapeutiques corrects, l'approvisionnement régulier des dispensaires en médicaments.

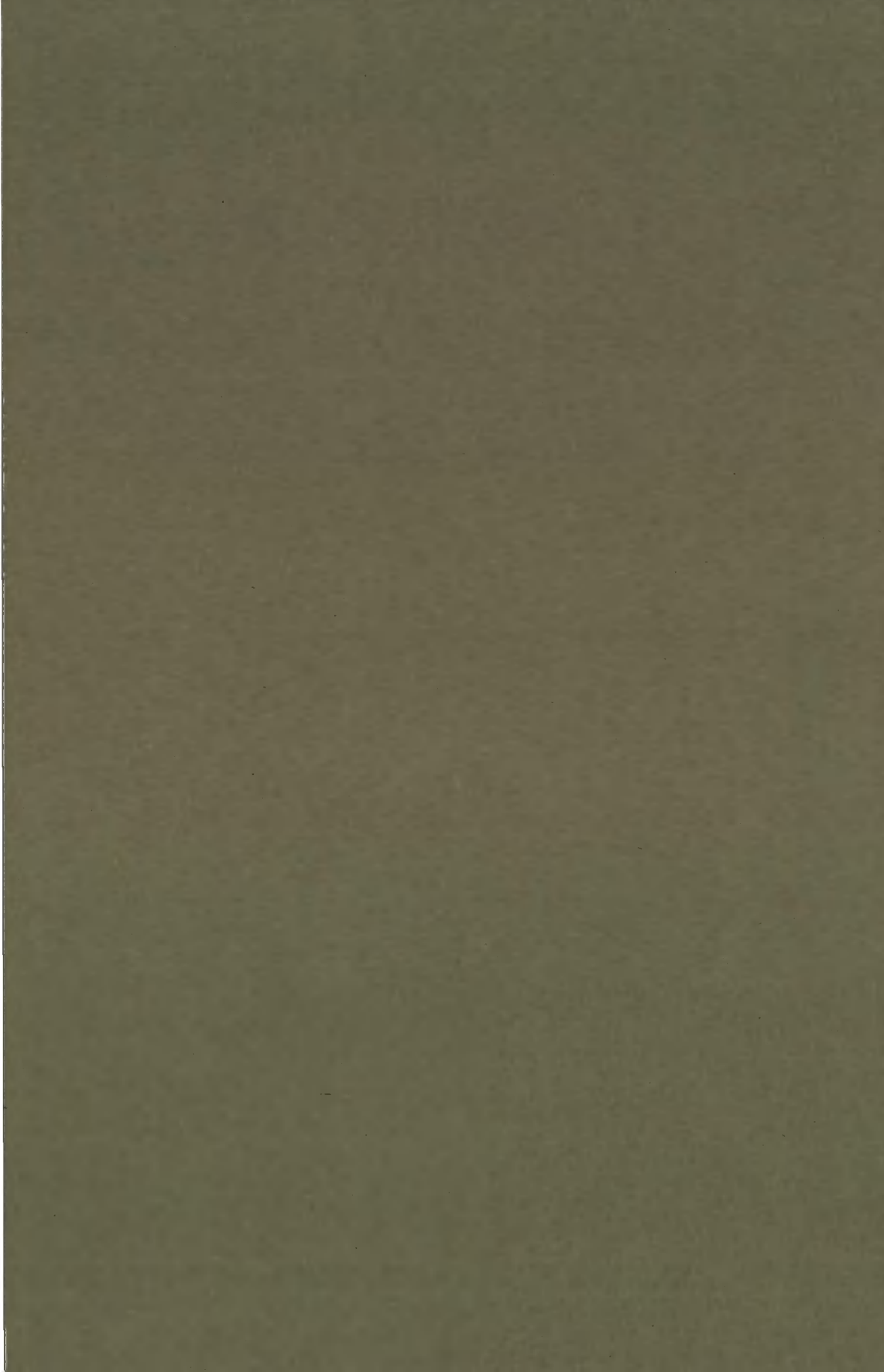
RÉFÉRENCES

- BLACK, R. H. 1968. Manuel on Epidemiology and epidemiological Services in Malaria Programmes. — WHO, Genève, 210 pp.
- BOYD, M. F. 1947. Malariology. — Saunders Company, Philadelphia & London.
- BRUCE-CHWATT, L. J. 1985. Essential Malariology. — Heinemann Medical Books Ltd. London, 2nd ed., 452 pp.
- CARD, R. T., MOHANDAS, N., MOLLISON, P. L. 1983. Relationship of post-transfusion viability to deformability of stored red cells. *Brit. J. Haematol.*, **53** : 237-240.
- CARNEVALE, P. & MOUCHET, J. 1980. Le paludisme en zone de transmission continue en région afro-tropicale. *Cah. ORSTOM, Sér. Entom. 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.
- COOSEMANS, M. 1985. Comparaison de l'endémie malarienne dans une zone de riziculture et dans une zone de culture de coton dans la Plaine de la Rusizi, Burundi. — *Ann. Soc. belge Méd. trop.*, **65** : 187-200.
- COOSEMANS, M. & BARUTWANAYO, M. 1989. Malaria control by antivectorial measures in a chloroquino-resistant area : a successfull experience in a rice growing area of the Rusizi Valley (Burundi). — *Trans. roy. Soc. trop. Med. & Hyg.* (sous presse).
- COOSEMANS, M., BARUTWANAYO, M., ONORI, E., OTOUL, C., GRYSEELS, B. & WÉRY, M. 1987. Double-blind study to assess the efficacy of chlorproguanil given alone or in combination with chloroquine for malaria chemoprophylaxis in an area with *Plasmodium falciparum* resistance to chloroquine, pyrimethamine and cyclo-guanil. — *Trans. roy. Soc. trop. Med. & Hyg.*, **81** : 151-156.
- COOSEMANS, M., HENDRIX L., BARUTWANAYO, M., BUTOYI G. & ONORI E. 1985. Pharmacorésistance de *Plasmodium falciparum* au Burundi. — *Bull. Org. mond. Santé*, **63** : 331-338.
- COOSEMANS, M., LAROCHE, R., BUHETURA, S. & KADENDE, P. 1988. Réponse de *Plasmodium falciparum* à la quinine en milieu hospitalier dans une région à chloroquino-résistance. Bujumbura, Burundi. — *Méd. trop.*, **49** : 139-143.
- COOSEMANS, M. & NGUYEN-DINH, P. 1985. Evaluation des médicaments antipaludiques dans la région à forte prévalence de *P. falciparum* chloroquino-résistant (Burundi, Afrique Centrale). — *Ann. Soc. belge Méd. trop.*, **65** (Suppl. 2) : 115-121.
- COOSEMANS, M., PETRARCA, V., BARUTWANAYO, M., COLUZZI, M. 1989. Species of the *Anopheles gambiae* complex and chromosomal polymorphism in a rice-growing area of the Rusizi Valley (Republic of Burundi). — *Parasitologia* (sous presse).
- COOSEMANS, M., WÉRY, M., STORME, B., HENDRIX, L. & MPFISI, B. 1984. Epidémiologie du paludisme dans la Plaine de la Rusizi, Burundi. — *Ann. Soc. belge Méd. trop.*, **64** : 135-158.

- CRANSTON, H. A., BOYLAN, C. W., CARROL, G. L. *et al.* 1984. *Plasmodium falciparum* maturation abolishes physiological red cell deformity. — *Science*, **223** : 400-402.
- DAVID, P. H., HOMMEL, M., MILLER, L. H., UDEINYA, I. J. & OLIGINO, L. D. 1983. Parasite sequestration in *Plasmodium falciparum* malaria : spleen and antibody modulation of cytoadherence of infected erythrocytes. — *Proc. nat. Acad. Sci.*, **80** : 5075-5079.
- DRAPER, C. C., VOLLER, A., CARPENTIER, R. G. 1972. The epidemiological interpretation of serological data in malaria. *Amer. J. trop. Med. & Hyg.*, **21** : 696-703.
- DEWEZ, J. & CATZEFLIS, J. 1959. Le riz dans la vallée de la Ruzizi. — *Bull. d'Inform. de l'INEAC*, **8** : 341-354.
- FIELD, J. & SHUTE, P. 1956. The microscopic diagnosis of human malaria. II. A morphological study of the erythrocytic parasites. — *Stud. Inst. med. Research, Federation of Malaya*, n° 24, 243 pp.
- GERMAIN, R. 1952. Les associations végétales de la Plaine de Ruzizi (Congo belge) en relation avec le milieu. — *Publ. INEAC, Sér. scient.*, n° 52, 322 pp.
- GILLIES, M. & DE MEILLON, B. 1968. The *anophelinae* of Africa south of the Sahara. — *Publ. South Inst. for med. Research*, No. **54**, 343 pp.
- GRYSEELS, B. 1984. La schistosomiase intestinale dans la Plaine de la Ruzizi (Burundi) : prospection préliminaire. — *Ann. Soc. belge Méd. trop.*, **64** : 249-266.
- GUYE, I., BADAWI, M. A. S., BENTHEIN, M. F. & BUISSON, M. C. 1976. Programme de lutte antipaludique au Rwanda (Rapport final 1974-1975). — *Afr/MAL/149*, 41 pp.
- 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. Études 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., BRYON, 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. — *In*: MEHEUS, A. *et al.* (eds), Santé et maladies au Rwanda, A.G.C.D., Bruxelles, pp. 427-447.
- 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.
- LASSERRE, G., PEHAUT, Y., LE BOURDIEC, F., VENNETIER, P., LE BOURDIEC, P. & VÉRIN, P. 1979. Atlas du Burundi. — Ministère de la Coopération française, Université du Burundi, 167 pp.
- LEBRUN, J. 1956. La végétation et les territoires botaniques du Ruanda-Urundi. — *Natur. belges*, **37** (11-12) : 230-256.
- LEWALLE, J. 1972. Les étages de végétation du Burundi occidental. — *Bull. Jard. bot. nat. Belg.*, **42** : 1-247.
- LOBEL, H. O. 1981. Indications for and usefulness of the serological techniques in epidemiological investigation and assessment. — *WHO/MAL/81.967*.

- MCGREGOR, I. A. 1986. Malaria immunity in endemic areas. — *In*: STRICKLAND, G. T. (ed.), *Malaria*. — *Clinics in trop. Med. and communicable Diseases*, **1**: 29-53.
- MATTHEWS, H. M. & ARMSTRONG, J. C. 1981. Duffy blood types and *vivax* malaria in Ethiopia. — *Amer. J. trop. Med. & Hyg.*, **30**: 299-303.
- MEETSelaar, D. & VAN THIEL, P. H. 1959. Classification of malaria. *Trop. geog. Med.*, **11**: 157-161.
- MEYUS, H. & BERVOETS, W. 1958. La lutte antipaludique dans la Plaine de la Ruzizi. — *Riv. parasitologia*, **19**: 29-45.
- MEYUS, H., LIPS, M. & CAUBERGH, H. 1962. L'état actuel du problème du paludisme d'altitude au Ruanda-Urundi. — *Ann. Soc. belge Méd. trop.*, **42**: 771-782.
- MILLER, L. H., MASON, S. J., CLYDE, D. F. & MCGINNIS, M. H. 1976. The resistance factor to *Plasmodium vivax* in blacks. The Duffy-blood-group genotype Fy-Fy. — *New England J. Medicine*, **295**: 302-304.
- 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 pp.
- O.M.S. 1975. Manual on practical entomology in Malaria. — OMS, Genève. Publication offset No. 13, Part 1, 160 pp., Part 2, 191 pp.
- O.M.S. 1975. Manuel de la protection individuelle et collective contre le paludisme. — Publication offset No. 10, 58 pp.
- O.M.S. 1985. Tropical disease research. — *Seventh Programme Report UNDP/World Bank/WHO*.
- 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. Org. mond. Santé*, **60**: 899-906.
- REEKMANS, M. 1980. La flore vasculaire de l'Imbo (Burundi) et sa phénologie. — *Lejeunia* (Liège), nouv. sér., n° 100, 53 pp.
- 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 Nyamlagira. — *Bull. Inst. r. colon. 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. — *Mém. Inst. r. colon. belge*, Sect. Sci. nat. et médic., sér. in-8°, **14** (fasc. 3), 212 pp.
- STORME, B., MPITABAKANA, P., BANDUSHA, J., BARAKAMFITVE, D. & CISHAKO, A. 1979. L'épidémiologie du choléra au Burundi en 1978. — *Ann. Soc. belge méd. trop.*, **59**: 413-425.
- SYMOENS, J. J. 1968. La minéralisation des eaux naturelles. — *In*: Exploration hydrobiologique du bassin du lac Bangweolo et du Luapula. Vol. II (fasc. 1), 199 pp.
- 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.

- VAN ROS, G. 1984. Données obtenues chez les Africains concernant certains facteurs de susceptibilité des érythrocytes à *Plasmodium falciparum* et à *Plasmodium vivax*. — *Ann. Soc. belge Méd. trop.*, **65** (suppl. 2) : 45-51.
- VERMYLEN, 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. exot.*, **54** : 483-492.
- VOLLER, A. & DRAPER, C. 1980. Immunodiagnosis and sero-epidemiology of malaria. — In : COHEN, S. (ed.), *Malaria. Brit. Med. Bull.*, **38** : 173-177.
- WALLIKER, D. 1985. Characterization of *Plasmodium falciparum* of different countries. — *Ann. Soc. belge Méd. trop.*, **65** (Suppl. 2) : 69-77.
- WELCH, S. G., MCGREGOR, I. A. & WILLIAMS, K. 1977. The Duffy blood group and malaria prevalence in Gambian West Africans. — *Trans. roy. Soc. trop. Med. & Hyg.*, **71** : 295-296.
- WHITE, G.B., MAGAYUKA, S. & BOREHAM, P. 1972. Comparative studies on sibling species of the *Anopheles gambiae* Giles complex : bionomics and vectorial activity of species B at Segra, Tanzanie. — *Bull. ent. Res.*, **62** : 295-317.
- WOODRUFF, A. W., ANDSELL, V. E. & PETTIT, L. E. 1979. Cause of anaemia in malaria. — *Lancet* : 1055-1057.
- ZAHAR, A.R. 1984-1985. Vector bionomics in the epidemiology and control of malaria. Part 1 The WHO African Region & the Southern WHO Eastern Mediterranean Region. — *VBC/84.3, VBC/85.1, VBC/85.2, VBC/85.3.*



Achevé d'imprimer le 28 décembre 1989
par l'imprimerie
Universa P.V.B.A., Wetteren

Gedrukt op 28 december 1989
door drukkerij
Universa P.V.B.A., Wetteren