

Extrait des *Annales de la Société Belge de Médecine Tropicale*.
Tome XXXI — N° 3 — 1951.
(Pages 353-364.)

Contribution à l'étude du paludisme en pays d'altitude,

PAR

J. JADIN et A. FAIN.

(Reçu pour publication le 10 mars 1951.)

Cette étude fait suite aux travaux entrepris par le laboratoire d'Astrida depuis 1942. Dans une première note, J. Jadin et F. Herman (1) ont attiré l'attention sur l'importance du paludisme au Ruanda-Urundi; I. Vincke et J. Jadin (2) ont établi que les larves des anophèles, transmetteurs de paludisme, existaient en pays d'altitude; enfin J. Jadin et A. Fain (3) ont montré le rôle prépondérant que jouait *Anopheles funestus* Giles dans la dissémination du paludisme dans ce pays. Dans cette note, nous nous proposons de relater quelques observations sur la biologie et la répartition des anophèles les plus répandus au Ruanda-Urundi et d'exposer les résultats obtenus par la dissection et l'examen de ces anophèles, au moyen de la technique des précipitines. Pour terminer, nous rapporterons les données d'une enquête étendue qui montre bien la dissémination du paludisme au Ruanda-Urundi.

I. — Observations

sur la biologie des *Anopheles funestus* Giles, *gambiae* Giles et *christyi* Newstead et Carter au Ruanda-Urundi.

Alors que des recherches antérieures, menées avec I. Vincke, ne nous avaient permis qu'à quelques exceptions près de dépister seulement les larves de ces anophèles, des essais de capture mieux conduits nous ont amenés à dépister les adultes. Ils furent recherchés avec soin dans les huttes situées à proximité des marais où des gîtes larvaires avaient été décelés et sur les collines où le

paludisme faisait le plus de victimes. Les huttes rondes des Banyarwanda sont faites de paille et sont cloisonnées à l'intérieur. Un support de branchage recouvert de nattes constitue la couche familiale; c'est aux environs de celle-ci, sur les parois irrégulières de l'intérieur de la hutte que se dissimulent les anophèles. Pour les dépister, il faut utiliser une bonne lampe torche, car il fait tout à fait obscur dans ces habitations primitives. Dans ces huttes, les chèvres y séjournent presque constamment; de plus, la nuit, les indigènes y abritent les jeunes bovins. Un feu de bois que l'on entretient toujours et que l'on active la nuit, permet de maintenir, avec la chaleur animale des chèvres et des veaux qui s'ajoute à celle des hommes, une température voisine de 18 à 20 °C. A l'extérieur, le thermomètre descend parfois aux environs de 12 à 15 °C. Cette température plus élevée à l'intérieur des huttes est favorable aux anophèles qui y trouvent en outre de quoi se gorger.

Le plus grand nombre des anophèles furent capturés dans les cases situées au bas des collines, à proximité des marais où se trouvent les gîtes et où l'humidité est la plus élevée. Les *Anopheles christyi* sont plus nombreux dans les cases situées dans des enclos (rughos) où le propriétaire rassemble ses vaches pour la nuit.

Les gîtes sont le plus souvent constitués par des drains stagnants dont le but est d'assécher des bandes de terre destinées à la culture, tout en y maintenant assez d'humidité. Le manque d'entretien de ces drains, avec le développement des cypéracées, entraîne la formation d'excellents gîtes à *funestus*.

Il y a donc d'une part les gîtes larvaires dans les marais et d'autre part les abris avec la nourriture nécessaire à la multiplication des moustiques dans des endroits chauds et humides. Les gîtes larvaires des *Anopheles christyi* sont innombrables, ceux des *Anopheles funestus* sont peu nombreux, tandis que ceux des *Anopheles gambiae* sont très rares.

II. — Répartition des anophèles adultes et des larves capturés.

Dans les tableaux qui suivent, nous indiquons les culicides capturés en 1949 et jusqu'à mai 1950, sur les collines qui entourent Astrida.

TABLEAU I.

Moustiques adultes.

Espèces	Nombre total	Nombre de visites	Cases visitées	Cases positives
<i>A. funestus</i> ...	2.669	589	6.820	786
<i>A. gambiae</i> ...	59	589	6.820	12
<i>A. christyi</i> ...	2.121	589	6.820	non relevé
<i>A. demeilloni</i> ...	19	—	—	—
<i>A. marshalli</i> ...	32	—	—	—
<i>A. squamosus</i> ...	24	—	—	—
<i>A. ziemanni</i> ...	2	—	—	—
<i>A. mauritianus</i> ...	1	—	—	—
<i>Coquillectidia</i> ...	Innombrables	—	—	—
<i>Culex</i> ...	Innombrables	—	—	—

TABLEAU II.

Larves.

Espèces	Nombre de larves	Gîtes	Nombre de visites	Gîtes +
<i>A. funestus</i> ...	613	1.554	141	231
<i>A. gambiae</i> ...	9	—	—	—
<i>A. christyi</i> ...	Innombrables	Innombrables	—	—

Ainsi qu'on peut le constater dans les tableaux qui précèdent, nous avons capturé un plus grand nombre d'*A. funestus* que d'*A. christyi*. C'est sans doute parce que nous avons fait rechercher davantage, au début, les *A. funestus*. En réalité, les *A. christyi* sont très répandus. On les trouve aisément dès qu'on les recherche là où il y a des bovidés, à l'entrée de la case. Le nombre des adultes est à mettre en rapport avec celui des gîtes larvaires. En 1942-1943, sur 4.448 larves identifiées provenant des marais d'Astrida, 2.625 larves étaient des *christyi*, soit 59 %.

Nous n'avons capturé que 59 *A. gambiae*, dont 19 sur des collines situées dans un rayon de 10 kilomètres d'Astrida et 40 à Musha-Mbogo à 30 kilomètres au nord-est d'Astrida dans une région où l'altitude approche de 1.600 mètres. En 1942, nous

avons observé qu'à Kigali, situé à 1.450 m., sur 3.116 larves récoltées, il y avait 1.357 larves d'*A. gambiae*, soit 43,5 %, alors qu'il n'y avait que 118 larves d'*A. funestus*, soit 3,4 %.

III. — Dissection des anophèles.

Les dissections des anophèles confirment les recherches effectuées en 1948 et qui nous avaient montré que sur la colline, très malarienne, de Nyanza, il y avait 12 % d'anophèles infectés. Dans les habitations situées à proximité du marais Nyanza, sur 129 individus examinés, 110 étaient parasités, soit 85,47 %.

Anophèles funestus.

Collines	Nombre A. dissé- qués	Positif		Gl. saliv. + Estomac	%
		Gl. saliv.	Estomac		
Nyanza Kabuga janvier à juin 1949.	50	1	2	0	6
Mbazi avril à mai 1949.	20	0	0	0	~
Sovu... .. mars 1949.	31	2	1	0	9,6
Save... .. avril à juin 1949.	87	0	0	0	0
Mwulire... .. août-octobre 1949.	2	0	0	0	0
Muzenga juin et juillet 1949.	80	0	1	0	1,2
Musha Mbogo... .. décembre 1949.	35	0	0	0	0
Nyakabanda décembre 1949.	41	1	5	1	17
Total	346	4	9	1	~

Le pourcentage le plus élevé de 17 % observé à Nyakabanda est à mettre en rapport avec l'intensité du paludisme de cette colline qui, lors de ces observations, était de 60,07 %. Sur 551 sujets examinés, il y avait 331 parasités; de nombreux sujets étaient très intensément parasités, le *Plasmodium malariae* était le plus fréquent.

La colline de Sovu est située à proximité de celle de Nyanza où nous avons observé 12 % d'anophèles parasités en 1947. A Sovu, sur 500 examens, 259 sont positifs, soit 51,80 %; les enfants en-dessous de 15 ans sont plus fréquemment malariens que les adultes. Sur les 213 enfants, 153 étaient positifs, soit 71,83 %.

A Save, où nous n'avons trouvé aucun anophèle infecté sur 87 disséqués, il n'y a que 35,91 % de sujets parasités pour 955 examinés.

Nous avons, en outre, examiné 36 *Anopheles gambiae*, dont deux seulement étaient parasités. Ils provenaient de la région de Musha.

54 *Anopheles christyi* furent disséqués, mais aucun ne fut trouvé parasité.

Signalons que R. B. Heisch et J. O. Harpen (4) ont observé, dans les hautes montagnes du Kenya, une épidémie de malaria due à *Anopheles funestus*, dont l'indice sporozoïque était de 2,5 %.

IV. — Recherche du sang qui sert à nourrir les anophèles par la technique des précipitines.

Afin de nous faire une opinion sur le rôle que jouent les anophèles capturés dans les huttes indigènes dans la dissémination du paludisme dans une région montagneuse, nous avons recherché de quel sang se gorgeaient le plus fréquemment ces anophèles. A cette fin, nous avons préparé des précipitines en inoculant du sérum humain, du sérum de bœuf, de chèvre et de porc à des lapins. Les chèvres sont à demeure dans les cases, les jeunes bovins s'y abritent la nuit, les porcs ont des abris dans les enclos (rughos) qui entourent les cases. Au préalable, les sérums précipitants furent titrés et leur spécificité établie.

En moyenne, 0,2 cc. fournissait un précipité bien net à

1 : 10.000 ou 1 : 20.000. Nous avons constaté que le sérum anti-bœuf précipitait l'antigène de chèvre aux fortes doses, à 1 : 250, et qu'inversement le sérum anti-chèvre précipitait l'antigène de bœuf à 1 : 250. Etant donné cependant que, pour ce même taux, le précipité obtenu avec le sérum homologue était beaucoup plus important, nous avons pu facilement repérer l'antigène dominant dans le sang examiné.

Les moustiques étaient broyés dès leur capture et le produit de broyage mis en suspension dans 0,8 cc. d'eau contenant 2 pour 1.000 de chlorure de sodium. Après une nuit à la glacière à 4 °C, les extraits étaient centrifugés et mis en présence de 0,2 cc. des divers sérums. Après une heure d'étuve, nous faisons la lecture.

Au moyen de cette technique, nous avons examiné 1.050 *A. christyi*, 229 *A. funestus* et 25 *A. gambiae*. Nous avons eu soin de noter si les anophèles étaient gorgés ou non. Les moustiques provenaient surtout de la colline Mwulire, située à 10 kilomètres d'Astrida.

Nous résumons dans le tableau qui suit l'ensemble de nos recherches. L'intensité de la réaction est indiquée par des chiffres :

- | | |
|-----------------------------|--------------|
| 4 = très fortement positif; | 1 = positif; |
| 3 = fortement positif; | 0 = négatif. |
| 2 = nettement positif; | |

Sur 1.050 *Anopheles christyi* examinés, 872 extraits fournissent un précipité en présence du sérum anti-bœuf, soit 83,04 %, 548 extraits donnent des précipités abondants et, parmi les anophèles qui se montrent négatifs vis-à-vis de précipités anti-bœuf, 106 sont négatifs également vis-à-vis des autres sérums.

990 extraits d'*Anopheles christyi* sur 1.050 ne fournissent aucun précipité avec le sérum anti-humain, 38 extraits réagissent faiblement, 13 nettement. En présence du sérum précipitant anti-chèvre, 556 extraits ne fournissent aucun précipité, 25 réagissent très abondamment, 473 faiblement. Etant donné l'activité de nos précipitines anti-chèvre vis-à-vis du sérum de bœuf, nous pouvons éliminer les extraits qui ont fourni un fort précipité en présence du sérum anti-bœuf et un faible précipité en présence du sérum anti-chèvre. Ce fut le cas 235 fois sur 473 réactions faibles. 17 fois seulement le sérum anti-chèvre a fourni un précipité alors que le sérum anti-bœuf n'en fournissait pas.

	S. HUMAIN				S. CHEVAL				S. PORC				S. BŒUF								
	Nombre																				
	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	
<i>Anopheles christyi</i>																					
Non-Gorgé	227	216	8	3	0	0	161	46	20	0	0	225	1	0	1	0	96	53	36	25	17
Gorgé	823	723	30	10	0	0	395	304	103	20	1	793	25	4	1	0	82	110	125	204	302
Total	1050	939	38	13	0	0	556	350	123	20	1	1018	26	4	2	0	178	163	161	229	319
<i>Anopheles funestus</i>																					
Non-Gorgé	139	112	13	7	5	2	116	20	2	1	133	6	0	0	0	123	11	5	0	0	
Gorgé	90	60	15	12	0	3	75	11	2	1	85	4	1	0	0	67	8	9	4	2	
Total	229	172	28	19	5	5	191	31	4	2	218	10	1	0	0	190	19	14	4	2	
<i>Anopheles gambiae</i>																					
Non-Gorgé	10	9	1	0	0	0	10	0	0	0	10	0	0	0	0	9	1	0	0	0	
Gorgé	15	5	3	1	1	1	15	0	0	0	14	1	0	0	0	15	0	0	0	0	
Total	25	14	6	3	1	1	25	0	0	0	24	1	0	0	0	24	1	0	0	0	
<i>Anopheles demelloni</i>																					
Gorgé	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
<i>Anopheles marshalli</i>																					
Gorgé	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	

Ces observations nous permettent de penser que l'*Anopheles christyi* se nourrit habituellement du sang des bovins; occasionnellement il consomme du sang de chèvre, très rarement du sang de porc et parfois du sang humain. Nous n'avons cependant observé aucune réaction fortement positive vis-à-vis des précipitines humaines; le plus souvent, les extraits réagissaient à la fois vis-à-vis des sérums anti-bovins et anti-humains. Six fois seulement, nous avons trouvé le précipitogène humain sans le précipitogène bovin.

Les *Anopheles funestus* capturés sont moins souvent gorgés que les *Anopheles christyi*. Sur 229 anophèles examinés, 90 seulement étaient gorgés, 57 renfermaient des précipitogènes humains, 11 étaient positifs vis-à-vis du sérum anti-porc, 38 vis-à-vis du sérum anti-bœuf. Ainsi que le montre cette recherche, cet anophèle pique le plus fréquemment l'homme, mais il prélève de temps à autre du sang chez les animaux qui vivent dans les cases ou aux alentours. Ils ne se nourrissent donc pas exclusivement de sang humain.

Parmi les 25 *Anopheles gambiae* examinés, 11 étaient positifs vis-à-vis du sérum anti-humain, un moustique était gorgé avec du sang de porc, un avec du sang de bœuf. Le seul exemplaire d'*Anopheles demeilloni* examiné était gorgé avec du sang de bœuf, et l'*Anopheles marshalli* avec du sang de porc et de bœuf.

La présence du sang de l'homme chez les *Anopheles gambiae* et *funestus* est conforme à leur rôle de transmetteur de la malaria et confirme les résultats des dissections.

Bien que nous constatons que l'*Anopheles christyi* se nourrit presque toujours de sang de bœuf, il advient que cet anophèle pique l'homme. Cinquante-quatre dissections effectuées chez cet anophèle ne nous ont pas permis de déceler des parasites chez lui.

V. — Importance du paludisme au Ruanda-Urundi.

Grâce au « Fonds du Bien-Etre Indigène », pour lequel nous avons effectué des essais de dédétisation en zone rurale, sur une grande échelle, nous avons pu faire une enquête étendue sur l'état du paludisme parmi les habitants de collines qui entourent Astrida.

Les résultats ont été groupés par classe d'âge, les nourrissons jusqu'à un an d'abord, puis les enfants de 1 à 5 ans, de 5 à 10 ans, de 10 à 15 ans, enfin les adultes. Le *Plasmodium falciparum* est le plus répandu; on trouve dans certains cas aigus du *Plasmodium malariae* en abondance. Habituellement, nous avons prélevé le sang de 500 habitants par colline. Pour les collines de Nyanza et de Save, nous avons prélevé respectivement 903 et 955 gouttes épaisses. Les prélèvements ont été effectués de juillet à décembre 1949. A Rukara, le prélèvement a été effectué le 18 avril 1950.

L'examen de 22 collines a fourni les résultats suivants :

TABLEAU.

Collines	Nombre de sujets examinés	Positifs	%	Négatifs	%
Nyanza...	903	406	43,74	497	90,30
Mbazi ...	526	269	51,14	257	48,86
Kabuga...	515	279	54,17	236	45,83
Save ...	955	343	35,91	612	64,09
Kisanze...	468	303	64,74	165	35,26
Musenga ...	310	119	38,38	191	61,62
Muyira...	500	253	50,60	247	49,40
Chyarwa ...	515	295	57,28	220	42,72
Tumba ...	504	241	47,81	263	52,19
Runyniya ...	500	271	54,20	229	45,80
Mpare ...	—	—	—	—	—
Tonga ...	428	205	47,89	223	52,11
Chyarwa ...	492	257	52,43	235	47,57
Sovu ...	500	259	51,80	241	48,20
Rukira ...	500	298	59,06	202	40,94
Gatoke ...	509	230	45,20	279	54,80
Munazi...	521	256	49,11	265	50,99
Zivu ...	520	298	57,28	222	42,72
Shyanda ...	501	306	61,07	195	38,93
Musha ...	516	317	61,43	199	38,57
Mwulire ...	536	245	45,67	291	54,33
Nyakabanda ...	551	331	60,07	220	39,93
Rukara ...	624	301	48,25	323	51,75

La colline de Save qui est fort étendue et s'étale sur un large plateau est la moins parasitée. Un dispensaire fort actif distribue de temps à autre la quinine. Cette observation est à mettre en rapport avec ce que l'on constate au centre extracoutumier d'Astrida où sur 943 examens 232 sont positifs, soit 24,60 %. Dans ce centre, les indigènes usent plus de quinine, fréquentent

plus facilement l'hôpital; ils ont des habitations mieux protégées et beaucoup utilisent des moustiquaires.

Le reboisement et le drainage des marais semblent aussi intervenir dans l'amélioration de l'index plasmodique.

Quant aux autres collines, le plus grand nombre ont un index allant de 45 à 60. La colline de Kizanze a l'index le plus élevé, soit 64,74.

Au total, pour 11.894 examens, nous avons obtenu les résultats suivants pour 22 collines :

	Nombre d'examinés	Positifs	%	Négatifs	%
Enfants :					
1 ans	1.027	666	64,84	361	35,16
1 à 5 ans... ..	1.352	846	62,57	506	37,43
5 à 10 ans... ..	1.663	1.085	65,24	578	34,76
10 à 15 ans... ..	1.408	832	51,98	576	48,02
Adultes... ..	6.444	2.653	41,01	3.791	58,99
Total	11.894	6.082	51,13	5.812	48,87

L'indice plasmodique est donc pour l'ensemble de la population de 51,13 %. Pour les enfants jusqu'à 15 ans, il est de 61,08. Cet indice élevé est à mettre en rapport avec celui établi par A. Duren dans son étude d'ensemble du paludisme au Congo Belge. Sur 44.901 personnes examinées, au cours de 12 ans, l'index parasitaire est de 51,2 et pendant la première année de vie, l'index est de 63,7. Au Ruanda-Urundi, nous avons constaté 64,84 chez les enfants de moins d'un an.

Conclusions.

1° Les *Anopheles funestus* sont capturés au Ruanda-Urundi dans les huttes indigènes situées à proximité des marais.

2° Les *Anopheles christyi* sont également capturés dans les huttes, de préférence dans celles qui abritent des bovins.

3° L'*Anopheles christyi* se gorge le plus souvent de sang de bovin, parfois de sang de chèvre, rarement de sang humain.

4° L'index plasmodique établi sur 11.894 examens est de 51,13 à Astrida, Ruanda-Urundi.

*Travail du Laboratoire d'Astrida
Ruanda-Urundi.*

Samenvatting. — Studie over paludismus in de streek van Astrida (Ruanda), over de biologie van *Anopheles funestus*, *A. gambiae* en *A. christyi*, alsook van enkele andere soorten van minder belang. *A. christyi* is het meest verspreidde soort, speelt echter geen rol als malaria overdrager. Bij middel der precipitine-methode werd vastgesteld dat *A. christyi* zich hoofdzakelijk voedt met bloed van runderen, zwijnen en ook geiten en enkel afzonderlijk op mensenbloed. De hoofdoverdrager der malaria in de streek is *A. funestus*. 12 % der onderzochte muggen werden besmet gevonden. Bij 11.894 onderzochte inboorlingen, werd een parasitair index van 51,13 % vastgesteld; bij kinderen onder één jaar oud steeg het index tot 64,84 %, bij volwassenen daalde het tot 41,01 %.

BIBLIOGRAPHIE.

- 1) J. Jadin et F. Herman. Ann. Soc. Belge Méd. Trop., 1946, t. 26, p. 111.
 - 2) I. H. Vincke et J. Jadin. Contribution à l'étude de l'anophélisme en pays d'altitude. Ann. Soc. Belge Méd. Trop., 1946, t. 26, p. 484.
 - 3) J. Jadin et A. Fain. *Anopheles funestus* Giles transmetteur de paludisme en pays d'altitude (Astrida 1750 m. Ruanda-Urundi). Ann. Soc. Belge Méd. Trop., 1949, t. 29, p. 145.
 - 4) R. B. Heisch et J. O. Harpen. An epidemic of malaria in the Kenya Highlands transmitted by *Anopheles funestus*. Jl. Trop. Med. and Hyg., 1949, t. 52, p. 187.
 - 5) A. Duren. Un essai d'étude d'ensemble du paludisme au Congo Belge. Mém. Inst. Roy. Col. Belge. — Sect. Sc. Nat. et Méd., Col. in-8°, 1937, t. V, 86 pp.
-