

**La dynamique de la transmission
du paludisme humain
en zone de savane herbeuse
et de forêt dégradée des environs nord
et sud de Brazzaville, R.P. du Congo ⁽¹⁾**

Pierre CARNEVALE ⁽²⁾, Marie-France BOSSENO ⁽²⁾,
Albert ZOULANI ⁽²⁾, Raymond MICHEL ⁽³⁾
Jean-François MOLEZ ⁽²⁾

Résumé

Pour préciser la dynamique de la transmission du paludisme selon le biotope, une étude longitudinale entomo-parasitologique a été réalisée, d'avril 1977 à juin 1978, dans deux zones écologiquement différentes de la région de Brazzaville. Dans ces deux zones la transmission est principalement assurée par Anopheles gambiae s.s. mais avec des intensités et des rythmes différents.

Dans le village de « PK Rouge » situé en zone de savane, la densité anophélienne et la transmission du paludisme sont essentiellement saisonniers et directement fonction du rythme des pluies ; la transmission est minimale en saison sèche et elle atteint son maximum ($ma = 50$ ♀/homme/nuit, $h =$ une piqûre infectée/homme/nuit) pendant les pluies. Les habitants de ce village reçoivent environ 80 piqûres infectées/homme/an ; celles-ci sont concentrées sur trois mois.

Dans le village de Djoumouna, situé en zone de forêt dégradée et pourvu d'un centre piscicole, la transmission est intense et permanente avec une densité d'A. gambiae toujours élevée ($ma > 50$ ♀/homme/nuit) et un taux d'inoculation toujours supérieur à une piqûre infectée par homme et par nuit même pendant la saison sèche. Les habitants de ce village reçoivent environ 850 piqûres infectées par homme et par an ; celles-ci sont réparties sur toute l'année.

Dans ces conditions de transmission anophélienne sursaturante les enfants sont tous impaludés et ils développent une immunité de type prémunitaire qui se traduit par un asymptotisme des parasitémies à Plasmodium falciparum malgré des densités plasmodiales qui peuvent être élevées. On constate également une forte réduction, avec l'âge, des indices spléniques qui, chez les écoliers, sont comparables aux indices plasmodiques établis par lecture des frottis (seuil de sensibilité ≈ 200 parasites/mm³ de sang). Les variations saisonnières des indices plasmodiques ainsi déterminés chez les écoliers sont différentes selon les biotopes : à « PK Rouge », les indices sont liés à la dynamique de la transmission : ils sont minimaux en fin de saison sèche et augmentent pendant les pluies. A Djoumouna, les variations des indices sont moins importantes et apparemment non reliées aux fluctuations des indices entomologiques.

(1) Cette étude a été financièrement soutenue par l'Organisation Mondiale de la Santé.

(2) Entomologistes médicaux à l'ORSTOM, Antenne ORSTOM auprès du Centre Muraz, B.P. 171, Bobo Dioulasso, Burkina Faso. Auparavant : Centre ORSTOM, B.P. 181, Brazzaville, R.P. du Congo.

(3) Missions médicales françaises, B.P. 3727, Dakar, Sénégal.

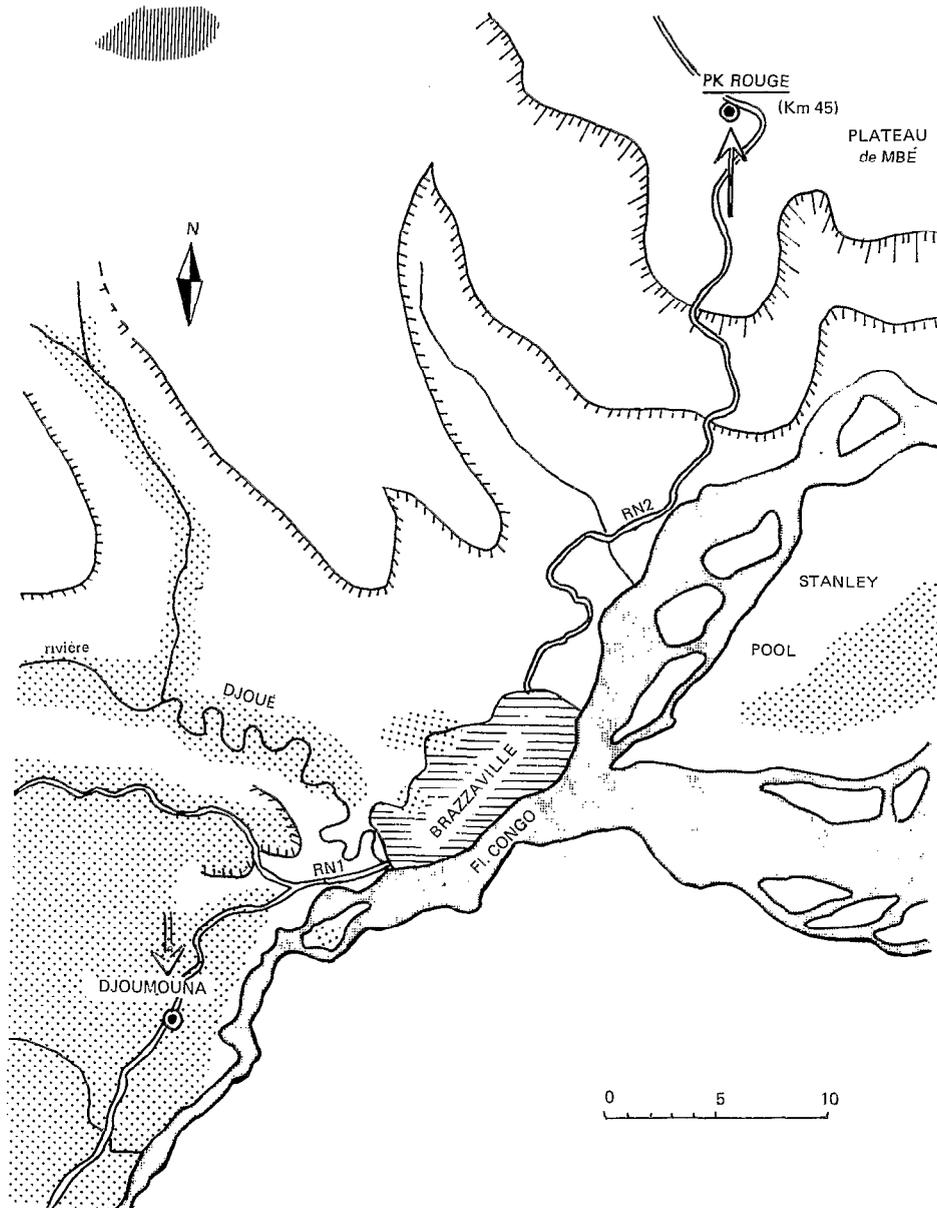


FIG. 1. — Situation géographique des villages étudiés. En pointillé : forêt secondaire ; en traits horizontaux : zone urbaine de Brazzaville.

Cette étude met en relief le polymorphisme du paludisme qui varie selon les particularités écologiques locales et chaque situation doit être envisagée en terme de « faciès épidémiologique » et analysée avec des techniques adaptées.

Mots-clés : Paludisme — Épidémiologie — Écologie — Forêt — Savane — Congo.

Summary

THE DYNAMIC OF MALARIA TRANSMISSION IN THE SAVANNA AND THE DEGRADED FOREST AREAS OF THE NEIGHBOURHOOD OF BRAZZAVILLE, P.R. OF Congo. From April 1977 to June 1978, a longitudinal investigation including both entomological and parasitological data, was undertaken at "PK Rouge" and Djoumouna, two villages located in different ecological conditions near Brazzaville, People's Republic of Congo.

In both villages, *Anopheles gambiae* s.s. is the main vector. In the savanna area of "PK Rouge", malaria transmission is mainly seasonal with a man biting rate (ma) and an inoculation rate directly correlated to the rain; they are minimum during the dry season and increase during the rainy season ($ma = 50$ ♀/man/night and $h =$ one infected bite/man/night). The inhabitants of this village get some 80 infected bites of *A. gambiae* annually, mainly during the three rainy months.

In the degraded forest area of Djoumouna, where fish-ponds were developed, malaria transmission is very high throughout the year; the density of *A. gambiae* always exceeds 50 ♀/man/night and the inoculation rate is always more than one infected bite/man/night, even during the long dry season. In these conditions the inhabitants get about 850 infected bites distributed throughout the year.

In both situations the entomological inoculation rates are so high that all the children are infected and actually develop a strong premunition. Therefore schoolboys are usually symptomless carriers of *P. falciparum* even though they could be heavily infected. In each eco-epidemiological situation, the parasite rates of the schoolchildren determined with thin blood films showed different seasonal variations. In the savanna area, parasite rates are the lowest at the end of the dry season and increase during the rainy season, so does the inoculation rate. On the other hand, in Djoumouna, parasite rates variations do not seem to be correlated with the "overflowing" inoculation rate.

The epidemiological polymorphism of malaria according to each specific ecological conditions is well displayed by this study and therefore every malaria study is to be globally considered in terms of "epidemiological facies".

Key words : Malaria — Epidemiology — Ecology — Forest — Savanna — Congo.

Les enquêtes paludologiques faites en République Populaire du Congo depuis le début du siècle (Bouillez, 1916) ont surtout concerné la partie méridionale du pays (Jolly, 1936; Maillot, 1951; Lamy et Lamy, 1954; Fabre et Joigny, 1955; Merle et Maillot, 1955; Lacan, 1958; Doll, 1962; Carnevale et Bosseno, 1979). Par contre les régions septentrionales n'ont été que peu étudiées (Lacan, 1957; Lacan et Peel, 1958; Iba Gueye et Odetoymbo, 1974). Pourtant au nord comme au sud du pays, les biotopes sont bien diversifiés, associant des zones de savane arbustive et herbeuse (plateaux Batékés au nord, plaine de la Dihessé au sud) à des zones forestières (Cuvette au nord, Mayombe au sud), qui, au sud notamment, sont de plus en plus dégradées par l'action de l'homme. Or, différentes études montrent que l'épidémiologie du paludisme est en grande partie dépendante du biotope, aussi bien en Afrique de l'Ouest (Charmot et Roze, 1978) qu'en Afrique centrale (Lacan, 1957, 1958; Carnevale et Bosseno, *op. cit.*; Carnevale et Mouchet, 1980). Pour mieux cerner ces relations écologie-épidémiologie nous avons

étudié simultanément les dynamiques de la transmission du paludisme dans deux régions écologiquement dissemblables, s'étendant au nord (savane) et au sud (forêt dégradée) de Brazzaville (R.P. du Congo).

1. Matériel et méthodes

1.1. LES BIOTOPES

Les villages étudiés (« PK Rouge » au nord, Djoumouna au sud) sont situés dans la région du Pool; ils sont distants d'une soixantaine de kilomètres (fig. 1) et bénéficient d'une climatologie générale comparable.

Le climat est de type tropical humide, avec une grande saison sèche (de juin à septembre) et une grande saison des pluies (octobre-mai) entrecoupée d'une petite saison sèche d'un mois (février ou mars selon les années) marquée par un ralentissement dans le rythme des pluies (fig. 2). Les variations saisonnières des températures moyennes sont peu accentuées :

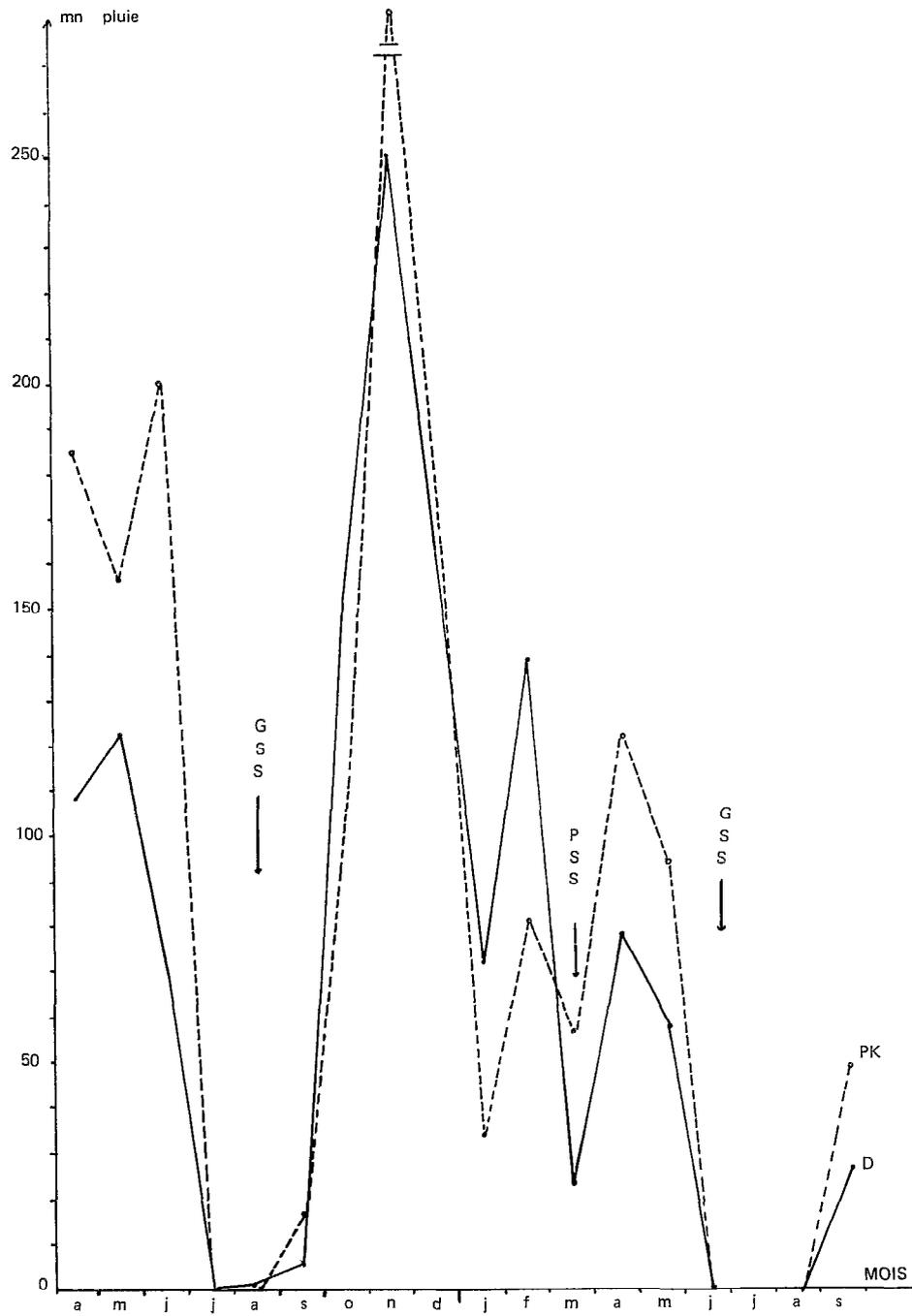


FIG. 2. — Pluviométrie enregistrée au « PK Rouge » (trait discontinu) et à Djoumouna (trait continu). G.S.S. : grande saison sèche ; P.S.S. : petite saison sèche.

de 21°C en saison fraîche à 26°C en saison chaude. Les minimums sont de l'ordre de 15°C, les maximums de 33°C (fig. 3). L'humidité relative (HR) est élevée toute l'année ($\geq 80\%$).

Les deux zones étudiées représentent deux bioto-

pes différents de par leurs composantes pédologiques, phytogéographiques et humaines.

Au nord de Brazzaville commence une vaste zone de collines sableuses dominée par quatre plateaux (Koukouya, Djamballa, Ngo/Nsah et Mbé) qui

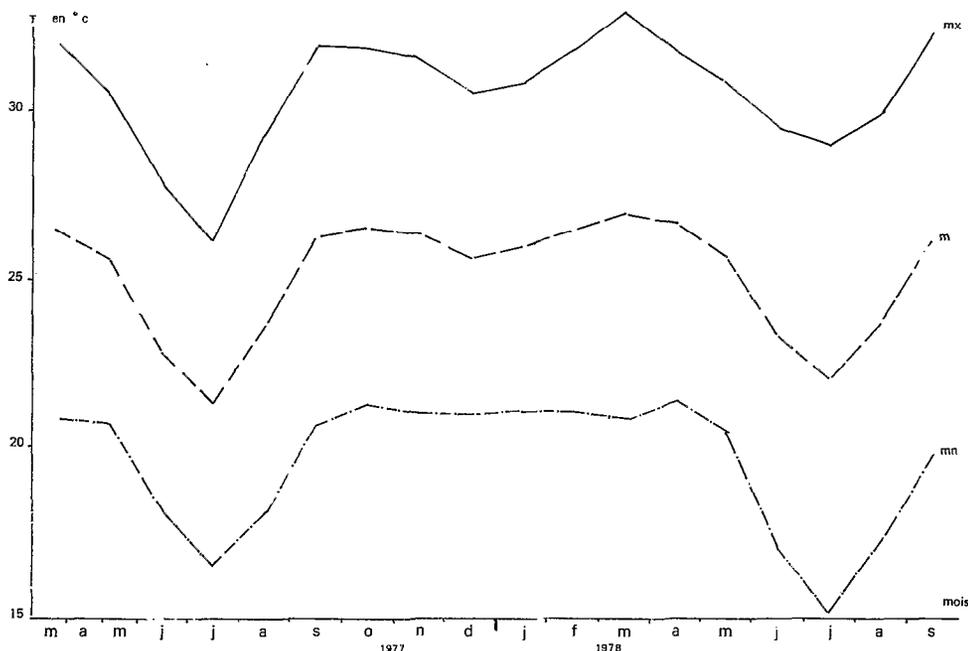


FIG. 3. — Variations mensuelles des températures maximales (mx), minimales (mn) et moyenne (m) enregistrées à Djoumoua.

constituent les Plateaux Batékés (I.N.R.A.P., 1976). Cette zone est recouverte d'une savane herbeuse et la population est peu dense (2,5 hab./km²). Le village étudié, « PK Rouge », est relativement isolé ; il est situé à 45 kilomètres au nord de Brazzaville, au début du Plateau de Mbé, sur la route goudronnée RN 2, nouvel axe en cours de peuplement. Le village est pourvu d'un dispensaire et d'une école qui doit s'agrandir et mieux drainer les enfants des villages voisins.

Au sud-ouest de Brazzaville s'étendent des plateaux sablo-gréseux dégradés en collines où la végétation est caractérisée par une mosaïque de forêt (dégradée) — savane arbustive. La forêt initiale a été fortement altérée par l'action de l'homme et se retrouve surtout sous forme de lambeaux forestiers au creux des collines, de forêts galeries, de forêts secondaires et de bosquets anthropiques. La savani-

sation de la forêt est liée au développement des cultures habituelles (manioc, légumes...) et d'aménagement agricoles ou hydrauliques (pisciculture...) rendus nécessaires par l'importance relative du peuplement le long de la route goudronnée RN 1 et par la proximité de Brazzaville. Le village étudié, Djoumoua, est situé sur cette RN 1, à une vingtaine de kilomètres de la capitale. Il est caractérisé par la présence d'une forêt galerie bordant la rivière permanente Djoumoua dont une partie des eaux a été détournée pour alimenter une série de bassins de pisciculture (Carnevale, 1979). Environ 400 personnes habitent ce village en permanence et l'on y note la présence d'un dispensaire, d'une école, d'un arrêt de cars vers Brazzaville et d'autres lieux de rassemblement (église, marché...) qui en font un village très animé.

« PK Rouge » et Djoumoua sont donc sociolo-

giquement et écologiquement différents et peuvent être considérés comme deux villages représentatifs des biotopes savane et forêt dégradée congolaise.

1.2. ENTOMOLOGIE

La récolte des anophèles est faite de nuit selon la méthode classique des captureurs prenant les moustiques sur leurs jambes, au moment de la piqûre. Les captures sont pratiquées uniquement à l'intérieur des maisons puisque les habitants des villages prospectés ne dorment généralement pas à l'extérieur. Ces captures se déroulent de 21 h à 6 h, avec un changement d'équipe à 1 h. Les moustiques prélevés sont réunis en lots horaires, conservés au frais avec une alimentation glucosée, puis rapportés le matin au laboratoire central (Brazzaville) où ils sont déterminés (espèce, état physiologique : à jeun, gorgés, gravides). Au vu de l'importance relative des différentes espèces, seules les femelles d'*Anopheles gambiae* s.s. Giles 1902 sont disséquées : ovaires et glandes salivaires. Les glandes salivaires, disséquées dans du sérum physiologique, sont immédiatement examinées pour la recherche des sporozoïtes. Les ovaires sont conservés à sec pour l'examen ultérieur (24 heures) des trachéoles ovariennes et la détermination de la parité (Detinova, 1963). En fonction de la proportion de femelles nullipares (NP) et pares (P), le taux quotidien de survie (p) est calculé selon la formule :

$$p = 2,5 \sqrt{\frac{Nb \text{ } \varnothing \text{ P}}{Nb \text{ } \varnothing \text{ P} + Nb \text{ } \varnothing \text{ NP}}}$$

en considérant que la durée du cycle gonotrophique d'*A. gambiae* s.s., le seul représentant du complexe *A. gambiae* dans la région (Carnevale, 1972) est en moyenne de 2,5 jours à Djoumouna (Carnevale *et al.*, 1979).

1.3. PARASITOLOGIE

La parasitémie des enfants présents aux écoles de « PK Rouge » et Djoumouna a été examinée à quatre reprises au cours de l'enquête. Le choix des écoliers vient du fait qu'au Congo la scolarisation est pratiquement totale, de sorte que l'échantillonnage n'est pas biaisé, comme cela pourrait être le cas dans certains pays d'Afrique de l'Ouest où la scolarisation ne concerne parfois qu'environ 20 % des enfants. Une enquête en milieu scolaire pourrait alors ne toucher qu'une fraction particulière de la société (classe aisée, école coranique ou catholique...). En outre, la

stabilité des effectifs et la régularité de la fréquentation des établissements scolaires au Congo font que le groupe « écoliers » facilite la réalisation des études longitudinales.

La prévalence plasmodiale est déterminée par l'examen du frottis pendant 10 minutes, c'est la « méthode courante la plus simple » (Vaucel *et al.*, 1954). Les comptages des charges parasitaires ont montré que les densités plasmodiales dépistées de façon courante sont en moyenne de l'ordre de 200 parasites/mm³ (Vaisse *et al.*, 1981). Les limites de la technique du frottis pour la détection des faibles parasitémies sont bien connues (Dowling et Shute, 1966 ; Bruce-Chwatt, 1980) mais cette méthode est considérée comme suffisante pour la présente étude car :

- il ne s'agit pas de quantifier de façon absolue le degré d'impaludation des sujets examinés ; vu les conditions anophéliennes de transmission (Carnevale, 1979) il est sûr que pratiquement tous les enfants sont impaludés. Ceci est démontré à Djoumouna par les analyses immunologiques faites par immunofluorescence indirecte (Rakotoson, 1976), et par une étude longitudinale de l'incidence palustre chez les préscolaires montrant que la « period prevalence » (Bruce-Chwatt, 1962) est d'environ 65 % pour une période de trois mois, 85 % pour six mois et 93 % pour un an (Carnevale et Bosseno, obs. non publ.) ;
- il s'agit d'observer les variations relatives, en fonction du biotope et de la dynamique de la transmission, d'un indice plasmodique établi avec toujours les mêmes critères de sensibilité parasitologique.

Par ailleurs :

- on sait que la chloroquine circule habituellement dans ces régions, sans que l'on puisse quantifier sa consommation ;

- du fait du développement de la prémunition (Sergent, 1950), il est bien connu (Lacan, 1957) que dans ce type de contexte épidémiologique les enfants d'âge scolaire, voire préscolaire, présentent régulièrement une parasitémie qui peut être importante (plusieurs centaines, voire milliers de parasites par mm³ de sang) sans extérioriser de signes cliniques particuliers (porteurs asymptomatiques). La mise en évidence des faibles, voire très faibles parasitémies (≈ 10 par./mm³) que permet l'examen des gouttes épaissées n'est donc pas utile pour le type d'étude envisagée ici.

2. Résultats et observations

2.1. ENTOMOLOGIE

D'avril 1977 à juin 1978, nous avons réalisé :

— 28 séances de captures de nuit à « PK Rouge » et récolté 1 053 femelles d'anophèles agressives pour l'homme (tabl. I),

— 47 séances de captures de nuit à Djoumouna et obtenu 7 263 femelles d'anophèles (tabl. II).

2.1.1. Composition de la faune anophélienne sur sujets humains

La composition spécifique de ces échantillons anophéliens et leur variation quantitative saisonnière sont différents dans les deux biotopes concernés (tabl. III).

A. gambiae s.s. est largement prépondérant, représentant 80 à 90 % de l'échantillon prélevé de nuit sur hommes dans les deux biotopes.

A. moucheti Evans peut constituer jusqu'à 10 %

de l'effectif prélevé à Djoumouna en saison sèche mais n'a pas été capturé à « PK Rouge ». Le relative importance de cette espèce à Djoumouna souligne le caractère essentiellement forestier du biotope et la présence de rivières permanentes.

A. paludis Theobald est relativement important à « PK Rouge » uniquement au moment des pluies et ceci s'explique par son écologie larvaire (mares herbeuses). L'agressivité pour l'homme de cette espèce constatée au nord de Brazzaville, confirme les observations de Mouchet (1957) au Cameroun.

Dans les deux biotopes, *A. funestus* Giles ne représente que moins de 2 % des effectifs capturés tandis que les deux autres espèces, *A. hancocki* Edwards et *A. nili* (Theobald), sont faiblement représentées.

Dans ces conditions, pour l'étude comparative de la transmission du paludisme dans les deux biotopes, nous nous sommes consacrés uniquement à *A. gambiae* s.s., le vecteur majeur, et avons suivi ses variations mensuelles de densité, de longévité et d'infectivité, dans le village de savane et dans celui de forêt dégradée (tabl. IV et V).

TABLEAU I

Composition de la faune anophélienne agressive prise de nuit, sur sujets humains, à « PK Rouge » (faciès savane) en 28 séances de capture.

Espèces Dates	<u>A.</u>	<u>A.</u>	<u>A.</u>	<u>A.</u>	<u>A.</u>	<u>A.</u>	Total
	<u>gambiae</u>	<u>moucheti</u>	<u>funestus</u>	<u>paludis</u>	<u>hancocki</u>	<u>nili</u>	
mai 1977	31			71			102
juin 1977	26			24			50
juillet 1977	0			0			0
août 1977	0			0			0
septembre 1977	3			0			3
octobre 1977	7			0			7
novembre 1977	190		3	10			203
décembre 1977	434		16	23			473
janvier 1978	82		1	10			93
février 1978	24			3			27
mars 1978	1			33			34
avril 1978	0			3			3
mai 1978	9			8			17
juin 1978	31			10			41
Total (pourcentage)	838 (79,6%)		20 (1,9%)	195 (18,5%)			1 053

TABLEAU II

Composition de la faune anophélienne agressive prise de nuit, sur sujets humains, à Djoumouna (faciès forêt dégradée) en 47 séances de captures.

Espèces Dates	Espèces						Total
	<u>A. gambiae</u>	<u>A. mouchei</u>	<u>A. funestus</u>	<u>A. paludis</u>	<u>A. hancocki</u>	<u>A. nili</u>	
avril 1977	195	17	7				217
mai 1977	593	76	13	1		1	684
juin 1977	519	56	20	2		1	598
juillet 1977	562	68	16	5	1	0	652
août 1977	620	70	7			1	698
septembre 1977	426	34	1				461
octobre 1977	743	73	20	1			837
novembre 1977	518	15	1			2	536
décembre 1977	301	26	3		1		331
janvier 1978	451	27	16	1			495
février 1978	184	5	1	7			197
mars 1978	108	7	3				118
avril 1978	326	18	12	6	1		363
mai 1978	726	29	3	13			771
juin 1978	288	13	1	3			305
Total (pourcentages)	6 558 (90,3%)	534 (7,3%)	124 (1,7%)	39 (0,5%)	3 (0,04%)	5 (0,07%)	7 263

TABLEAU III

Composition spécifique de la faune anophélienne dans les deux villages étudiés.

Espèces	Biotopes		Total
	PK Rouge	Djoumouna	
<u>A. gambiae</u> s.s.	878 (79,6%)	6.558 (90,3%)	7.396 (88,9%)
<u>A. funestus</u>	20 (1,9%)	124 (1,7%)	144 (1,7%)
<u>A. paludis</u>	195 (18,5%)	35 (0,05%)	234 (2,8%)
<u>A. mouchei</u>	0	534 (7,3%)	534 (6,4%)
<u>A. hancocki</u>	0	3 (0,04%)	3 (0,04%)
<u>A. nili</u>	0	5 (0,07%)	5 (0,06%)
Total	1.053	7.263	8.316

TABLEAU IV

Résultats des dissections des femelles d'*A. gambiae* s.s. prises de nuit, sur sujets humains, au village « PK 'Rouge » (faciès savane). CN = nombre de captures de nuit ; C = nombre de ♀ capturées ; D = nombre de ♀ disséquées ; NP = ♀ nullipares (nombre et pourcentage) ; P = ♀ pares (nombre et pourcentage) ; GS = glandes salivaires ; GS + = glandes salivaires contenant des sporozoïtes ; % (= s) = indice sporozoïtique ; ma = nombre de ♀/homme/nuit ; h = taux quotidien d'inoculation = ma.s ; p = probabilité quotidienne de sur-

$$\text{vie calculée par la formule } p = 2,5 \sqrt{\frac{P}{P + NP}}$$

Dates	Nb CN	Nb ♀ C	Nb ♀ D	NP		P		GS			ma	h	p
				Nb	%	Nb	%	+	Dis.	% (=s)			
mai 1977	2	31	19	4	21,1	15	78,9	0	19		7,7		0,91
juin 1977	2	26	21	6	28,6	15	71,4	0	21		6,5		0,87
juillet 1977	1	0											
août 1977	1	0											
septembre 1977	2	3											
octobre 1977	3	7											
novembre 1977	6	190	172	14	8,1	158	91,2	2	172	1,16	15,8	0,18	0,97
décembre 1977	4	434	333	52	15,6	281	84,4	6	332	1,81	54,2	0,98	0,93
janvier 1978	1	82	54	13	24,1	41	75,9	2	54	3,70	41,0	1,52	0,89
février 1978	1	24	24	2	8,3	22	91,7	0	24		12,0		0,97
mars 1978	1	1	1	1		0		0	1		0,5		
avril 1978	1	0									0		
mai 1978	1	9	9	1	11,1	8	88,9	0	9		4,5		0,95
juin 1978	2	31	31	6	19,3	25	80,7	0	31		7,75		0,92
Total	28	838	664	99	14,9	565	85,1	10	663	1,51	14,96	0,226	0,93

TABLEAU V

Résultats des dissections des femelles d'*A. gambiae* s.s. prises de nuit, sur sujets humains, à Djoumouna (faciès forêt dégradée). Les abréviations sont les mêmes que dans le tableau IV.

Dates	Nb CN	Nb ♀ C	Nb ♀ D	♀ NP		♀ P		GS			ma	h	p
				Nb	%	Nb	%	+	dis.	% (=s)			
avril 1977	1	193	154	12	7,8	142	92,2	12	137	8,7	96,5	8,45	0,968
mai 1977	3	593	518	46	8,9	472	91,1	27	442	6,1	98,8	6,03	0,963
juin 1977	3	519	464	62	13,4	402	86,6	7	439	1,6	86,5	1,58	0,944
juillet 1977	4	562	462	104	22,5	358	77,5	9	463	1,9	74,9	1,92	0,903
août 1977	4	620	523	123	24,3	384	75,7	13	517	2,5	77,5	1,94	0,895
septembre 1977	3	426	213	35	17,0	171	83,0	4	213	1,9	71,0	1,33	0,928
octobre 1977	7	743	285	41	14,4	244	85,6	14	271	5,2	53,1	2,76	0,940
novembre 1977	5	518	168	20	11,9	148	88,1	9	159	5,7	51,8	2,93	0,951
décembre 1977	3	301	301	39	12,9	262	87,1	9	292	3,1	50,2	1,55	0,946
janvier 1978	3	451	236	26	11,2	206	88,8	6	236	2,5	75,2	1,91	0,954
février 1978	1	184	101	13	12,9	88	87,1	4	101	3,9	92,0	3,64	0,946
mars 1978	1	108	96	20	20,8	76	79,2	3	96	3,1	54,0	1,69	0,911
avril 1978	2	326	219	29	13,2	190	86,8	7	219	3,2	81,5	2,60	0,945
mai 1978	5	726	425	70	16,2	361	83,8	13	425	3,1	72,6	2,22	0,932
juin 1978	2	288	191	33	17,5	156	82,5	6	191	3,1	72,0	2,26	0,926
Total	47	6558	4356	673	15,5	3660	84,5	143	4201	3,4	69,8	2,37	0,935

2.1.2. Variations saisonnières de la densité agressive (ma) d'*A. gambiae*

A « PK Rouge » (savane)

La densité moyenne est de 15 ♀/homme/nuit, mais d'importantes fluctuations saisonnières de densité agressive sont remarquées (fig. 4) avec :

- une absence apparente en grande saison sèche (juillet-août) ;
- une nette et rapide augmentation avec l'arrivée des pluies : ma = 0,7 ♀/homme/nuit en septembre ; 1,2 en octobre ; 15,8 en novembre ;
- un pic de l'ordre de 40 à 50 ♀/homme/nuit en pleine saison des pluies (décembre-janvier) ;

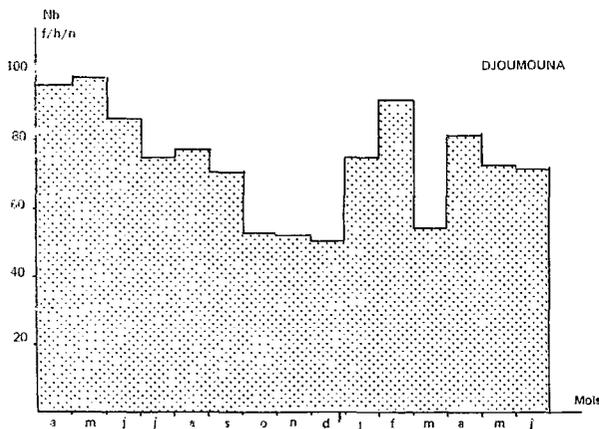
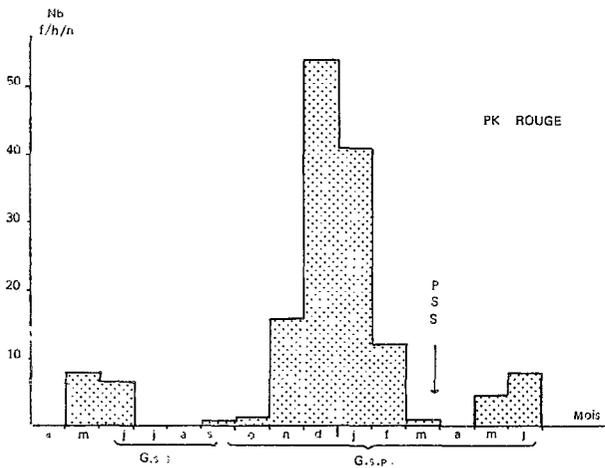


FIG. 4. — Variations saisonnières de la densité d'*A. gambiae* agressifs pour l'homme, la nuit, aux villages de « PK Rouge » (savane) et Djoumouna (forêt dégradée).

- une chute bien marquée, notamment avec la petite saison sèche, de 12 ♀/homme/nuit en février à 0,5 en mars ;
- une forte augmentation de la densité en mai-juin, consécutive aux chutes de pluies d'avril, avec les mêmes densités agressives en 1977 et 1978.

A Djoumouna (forêt dégradée)

A Djoumouna, la densité moyenne est de 70 ♀/homme/nuit. La densité agressive présente des variations du simple au double : (ma = 50 ♀/homme/nuit en décembre ; ma = 99 ♀/homme/nuit en mai) mais elles ne sont apparemment pas corrélées aux rythmes des précipitations atmosphériques (fig. 4). On peut effectivement noter une diminution de la densité au cours des premiers mois de saison des pluies (de 70 ♀/homme/nuit en septembre à 50 ♀/homme/nuit en décembre). Ceci pourrait être attribué au lessivage des gîtes temporaires par les grosses pluies.

Au cours de la petite saison sèche, la densité diminue également (ma = 50 ♀/homme/nuit en mars).

Mais le phénomène le plus remarquable est la présence pendant toute la saison sèche d'une forte densité anophélienne, avec une agressivité moyenne de l'ordre de 75 ♀ d'*A. gambiae*/homme/nuit en juillet et août.

Remarquons que dans le faciès savane de « PK Rouge », les variations des densités agressives d'*A. gambiae* sont importantes et directement liées au rythme des précipitations atmosphériques. *A. gambiae* est effectivement peu représenté pendant toute la grande saison sèche mais montre une pullulation bien nette (50 ♀/homme/nuit) en pleine saison des pluies.

Par contre, à Djoumouna la situation anophélienne se caractérise par une densité d'*A. gambiae* toujours élevée (≥ 50 ♀/homme/nuit) même en grande saison sèche. Ceci est vraisemblablement dû à la production permanente de gîtes larvaires constitués, entre autres, par les bassins de pisciculture et leurs dépendances.

2.1.3. Variations saisonnières de la dynamique des populations d'*A. gambiae*

A « PK Rouge »

Sur les 664 femelles d'*A. gambiae* disséquées au cours de l'enquête, 99 (15 %) sont nullipares (tabl. IV), soit un taux moyen quotidien de survie $p = 0,937$.

Le pourcentage de femelles nullipares dans l'échantillon prélevé montre de grandes fluctuations saisonnières (fig. 5) avec des valeurs de 8 % en novembre et février et des maxima ($\geq 20\%$) en janvier et mai-juin (tabl. IV). L'augmentation de la proportion de femelles nullipares pendant la première partie puis en fin de saison des pluies démontre la présence et la productivité des gîtes larvaires (flaques d'eau temporaires) à ces périodes de l'année, ce qui est tout à fait classique. Il faut aussi relever en mai-juin 1978 le même modèle d'augmentation du pourcentage de femelles nullipares qu'en mai-juin 1977. La composition par groupes d'âge physiologique de la population d'*A. gambiae* agressive pour l'homme à

« PK Rouge » est donc directement liée au rythme des pluies.

A Djoumouna

Sur les 4 356 femelles d'*A. gambiae* disséquées, l'âge physiologique est précisé chez 4 333 spécimens et 673 (soit 15,5 %) sont classés comme nullipares (tabl. V), soit un taux moyen quotidien de survie $p = 0,935$.

L'examen de la variation saisonnière du pourcentage de femelles nullipares (fig. 5) montre :

- une nette augmentation pendant la saison sèche, ce qui dénote de nouveau la présence et la productivité de gîtes larvaires permanents ;
- une chute rapide en début de saison des pluies : 17 % en septembre ; 14 % en octobre ; 12 % en novembre (correspondant au « lessivage » des petits gîtes temporaires classiques) ;
- un pourcentage pratiquement constant ($\approx 12-13\%$) pendant toute la grande saison des pluies ;
- une augmentation nette pendant la petite saison sèche qui peut être reliée à la multiplication des gîtes larvaires temporaires procurés par les espacements des pluies pendant cette période ;
- une relative augmentation en mai-juin (visible en 1978 comme en 1977) qui signe une récupération de la population anophélienne après le vieillissement enregistré en avril (vraisemblablement dû, lui aussi, au phénomène de lessivage des petits gîtes temporaires par les grosses averses d'avril).

Remarquons que les variations saisonnières de la composition de la population d'*A. gambiae* agressive pour l'homme à Djoumouna se caractérisent par :

- une augmentation du pourcentage de femelles nullipares pendant les saisons sèches (grande et petite) ($\approx 20-25\%$) ;
- une stabilité du pourcentage de femelles nullipares pendant la grande saison des pluies ($\approx 12\%$).

Ces fluctuations sont bien différentes de celles enregistrées à « PK Rouge » où la saison des pluies s'accompagne d'une nette augmentation du pourcentage de femelles nullipares ($\approx 30\%$).

Mais, par ailleurs, les taux quotidiens moyens de survie des populations d'*A. gambiae* de Djoumouna et « PK Rouge » sont tout à fait comparables : respectivement $p = 0,935$ et $p = 0,937$ (tabl. IV et V). Cette similitude démontre et confirme la grande

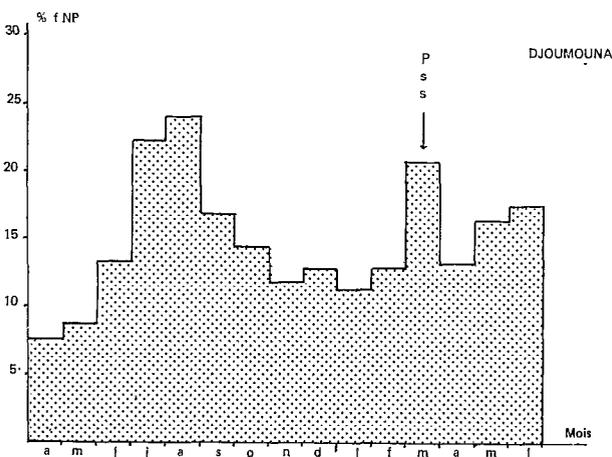
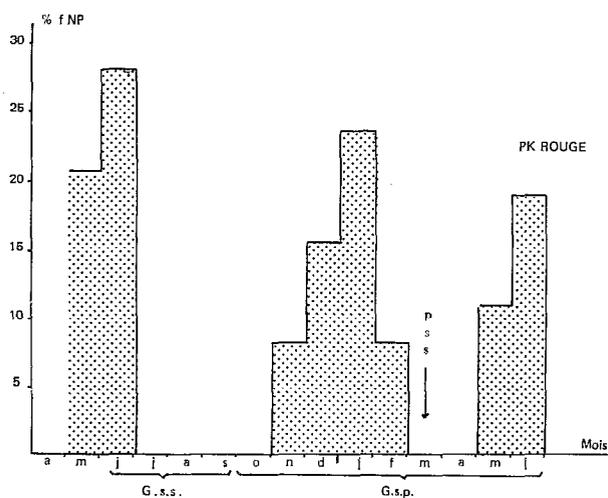


FIG. 5. — Variations saisonnières de l'âge physiologique des femelles d'*A. gambiae* agressive pour l'homme à « PK Rouge » (savane) et Djoumouna (forêt dégradée).

plasticité écologique de cette espèce et la dynamique comparable de ses populations larvaires et imaginales dans les deux biotopes considérés où elles s'adaptent parfaitement aux modifications saisonnières.

2.1.4. Variations saisonnières du taux d'inoculation dû à *A. gambiae*

A « PK Rouge »

Des sporozoïtes sont décelés dans dix des 663 paires de glandes salivaires disséquées, soit un indice sporozoïtique moyen de 1,5 % (tabl. IV). En multipliant cet indice sporozoïtique moyen par la densité moyenne ($ma = 15$ ♀/homme/nuit), on peut calculer un taux quotidien moyen d'inoculation, h , de 0,25 piqûre infectée/homme/nuit à « PK Rouge ».

L'indice sporozoïtique augmente pendant la saison des pluies et le maximum est enregistré en janvier avec 3,7 % de femelles infectées. La densité anophélienne est alors, elle aussi, en augmentation ; de sorte que le taux anophélien d'inoculation peut atteindre, et dépasser, une piqûre infectée par homme et par nuit pendant les mois pluvieux. Pendant la grande saison sèche la faiblesse des effectifs capturés, donc le nombre de femelles disséquées, ne permet pas de conclure à l'absence d'infection sporozoïtique des population d'*A. gambiae* pendant cette période.

En effet les densités anophéliennes ne sont relativement importantes que de novembre à février ; c'est alors que les sporozoïtes sont décelés (dix cas

sur 583 dissections soit 1,72 %) tandis qu'aucune autre infection sporozoïtique n'est décelée sur les 81 dissections réalisées les autres mois de l'étude (0 %). Ces deux pourcentages ne sont pas significativement différents ($\chi^2 = 1,41$; χ^2 corrigé de Yates = 0,49 soit $p \approx 0,50$), et on ne peut donc pas conclure à un arrêt de la transmission du paludisme à « PK Rouge ». Néanmoins, même si elle se poursuit à bas bruit pendant la saison sèche, la transmission du paludisme dans ce village se caractérise par une très importante poussée saisonnière directement liée au rythme des pluies et survenant régulièrement chaque année.

A Djoumouna

Des sporozoïtes sont détectés dans 143 des 4 201 glandes salivaires disséquées (tabl. V) soit un indice sporozoïtique moyen de 3,40 % qui est tout à fait comparable aux 3,36 % relevés en 1975-76 dans le même village (Carnevale, 1979).

L'indice sporozoïtique présente les mêmes modalités générales de variations saisonnières que le taux de parturité de la population (fig. 6) avec :

— une diminution conjointe

- pendant la grande saison sèche de 1977 au cours de laquelle l'indice sporozoïtique a atteint un minimum (fig. 6) qui est de l'ordre de 1,6 à 1,9 % (tabl. V) ;
- pendant la petite saison sèche de mars 1978, mais l'indice sporozoïtique est toujours de 3 % ;

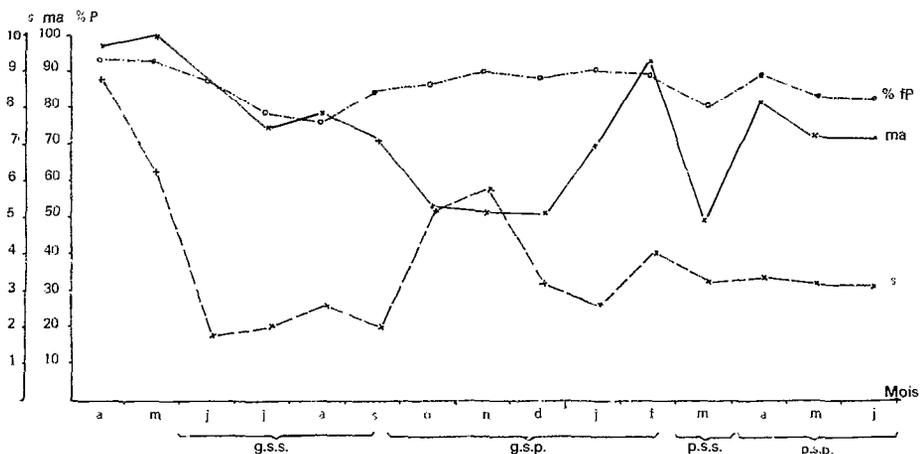


FIG. 6. — Variations saisonnières de la densité (ma), de l'infectivité (s) et du pourcentage de femelles pares (% FP) d'*A. gambiae* capturées de nuit, sur homme, à Djoumouna.

— une augmentation conjointe au cours des premiers mois de la saison des pluies et plus de 5 % des femelles d'*A. gambiae* piquant l'homme la nuit en octobre et novembre sont alors porteurs de sporozoïtes.

Les deux faits importants à retenir sont que :

- l'indice sporozoïtique n'est jamais nul, même pendant la grande saison sèche ($s > 1$ %);
- l'indice sporozoïtique est rarement élevé (un maximum de 8 % a été enregistré une seule fois en avril), et il oscille généralement entre 2 et 5 %.

Avec une densité moyenne de 70 ♀/homme/nuit, le taux quotidien d'inoculation, h , est donc en moyenne à Djoumouna, de l'ordre de 2,4 piqûres infectées/homme/nuit.

Ce taux d'inoculation présente des fluctuations saisonnières (fig. 7) avec :

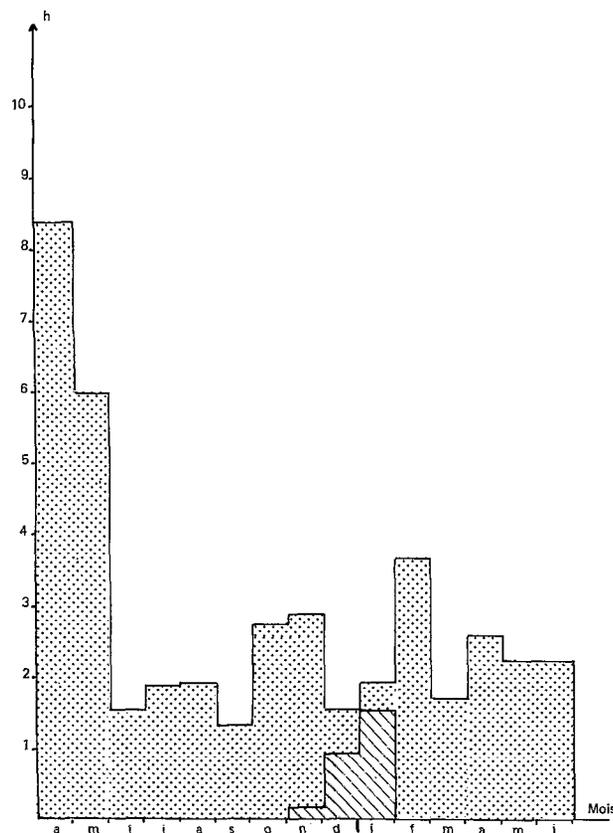


FIG. 7. — Variations saisonnières du taux d'inoculation ($h = \text{ma.s}$) dû à *A. gambiae* à « PK Rouge » (en hachures) et à Djoumouna (en pointillé).

- un minimum de 1,33 piqûres infectées/homme/nuit en fin de saison sèche (septembre) ;
- des maximums de trois à six (voire huit) piqûres infectées/homme/nuit pendant la grande saison des pluies.

Remarquons qu'au village de savane de « PK Rouge » la transmission du paludisme par *Anopheles gambiae* s.s. est vraisemblablement permanente mais essentiellement saisonnière. Elle se maintient à bas bruit pendant la saison sèche mais elle présente une forte poussée (\geq une piqûre infectée/homme/nuit) pendant les pluies. En moyenne les habitants de « PK Rouge » reçoivent 80 piqûres infectées d'*A. gambiae*/homme/an qui sont concentrées surtout sur trois mois.

Par contre au village de forêt dégradée de Djoumouna, près du Centre piscicole, la transmission du paludisme par *A. gambiae* est intense et permanente. Ainsi les habitants reçoivent quelques 850 piqûres infectées/homme/an réparties sur toute l'année.

Les conditions de transmission du paludisme (rythme-intensité) sont donc bien différentes dans ces deux biotopes. Elles sont résumées dans le tableau VI. Dans les deux cas l'intensité est telle que tous les habitants sont impaludés dès leur plus jeune âge, mais les rythmes de la transmission sont particuliers à chaque faciès et il est intéressant d'examiner leurs éventuelles conséquences au plan parasitologique.

2.2. PARASITOLOGIE

2.2.1. Espèces plasmodiales

Au cours des quatre enquêtes réalisées à « PK Rouge » et Djoumouna, 1 467 frottis ont été faits à partir d'écoliers et leur examen révèle la présence de *Plasmodium* sur 420 lames, soit 23,6 % (tabl. VII).

P. falciparum est largement prépondérant (tabl. VIII), représentant, seul ou associé aux autres espèces, 93,3 % des parasitémies palustres patentées. *P. malariae* constitue la deuxième espèce, constituant 4,2 % des parasitémies décelées et *P. ovale* est diagnostiqué dans 2,6 % des infections. La relative rareté de cette espèce confirme les observations de Lacan et Peel (1958).

2.2.2. Variations saisonnières des prévalences

Le pourcentage général de frottis positifs a été significativement plus élevé à Djoumouna (33,5 %) qu'à « PK Rouge » (25,1 %) ($\epsilon = 3,51$; α compris entre 0,001 et 0,0001). Plus encore que la valeur

TABLEAU VI

Conditions comparées de transmission du paludisme dans les deux biotopes étudiés.

Conditions entomologiques observées à

	PK Rouge faciès savane	Djounouna faciès forêt dégradée
Composition population anophélienne agressive pour l'homme	<i>A. gambiae</i> 80% <i>A. paludis</i> 18% <i>A. funestus</i> 2%	<i>A. gambiae</i> 0,3% <i>A. moucheti</i> 1% <i>A. funestus</i> 2% <i>A. paludis</i> 0,5% <i>A. hancocki</i> 0,4% <i>A. nili</i> 0,7%
densité	ma	70 ♀/H/N
	ma minimum	0 (grande saison sèche)
	ma maximum	100 ♀/H/N (grande saison des pluies)
<u>Conclusion</u>	présence saisonnière fonction présence permanente pluie	
longévité	p	0,937
	p minimum	0,874 (début grande saison sèche)
	p maximum	0,966 (grande saison des pluies)
<u>Conclusion</u>	longévité comparable traduisant la dynamique de l'adaptabilité du vecteur	
infectivité	s	3,40%
	s minimum	0 (grande saison sèche)
	s maximum	8,7% (grande saison des pluies)
<u>Conclusion</u>	Infectivité surtout saisonnière	Infectivité permanente
inoculation	h	2,37
	h minimum	0 (grande saison sèche = transmission pas perceptible)
	h maximum	8,45 (grande saison des pluies)
Nb piqûres infectées/homme/an	≈ 80	≈ 850
<u>Conclusion</u> Epidémiologique	<p style="text-align: center;">Transmission</p> <p style="text-align: center;">permanente mais saisonnière, liée aux pluies (concentrée surtout sur 3 mois) permanente et intense; toujours sursaturante</p> <p style="text-align: center;">deux faciès épidémiologiques différents</p>	

TABLEAU VII

Observations parasitologiques réalisées chez les écoliers de « PK Rouge » (faciès savane) et Djoumouna (faciès forêt dégradée). IP : Indice plasmodique général (toutes espèces plasmodiales confondues) ; IG : Indice gamétoctyrique (uniquement *P. falciparum*) ; FP : Formule parasitaire (en %) ; PF : *Plasmodium falciparum* ; PM : *P. malariae* ; PO : *P. ovale*.

Dates		PK Rouge (faciès savane)	Djoumouna (faciès forêt dégradée)	Total
mai 1977	5-9 ans	34 + /80 = 42,5% (\pm 10,8)	31 + /70 = 44,3% (\pm 11,6)	65 + /150 = 43,3% (\pm 7,9)
	10-14 ans	31 + /95 = 32,6% (\pm 9,4)	21 + /99 = 21,2% (\pm 8,0)	52 + /194 = 26,8% (\pm 6,2)
	IP	65 + /175 = 37,1% (\pm 7,2)	52 + /169 = 30,8% (\pm 6,9)	117 + /344 = 34,0% (\pm 5,0)
	IG	6 /175 = 3,43%	1 /169 = 0,59%	
	FP	PF = 90 + PM = 10	PF = 87 + PM = 11,1 + PO = 1,8	
octobre 1977	5-9 ans	15 + /96 = 15,6% (\pm 7,3)	39 + /86 = 45,3% (\pm 10,5)	54 + /182 = 29,7% (\pm 6,6)
	10-14 ans	5 + /65 = 7,7% (\pm 6,5)	25 + /62 = 40,3% (\pm 12,2)	30 + /127 = 23,6% (\pm 7,4)
	IP	20 + /161 = 12,4% (\pm 5,1)	64 + /148 = 43,2% (\pm 7,9)	84 + /309 = 27,2% (\pm 4,9)
	IG	0 + /161	0 + /148	
	FP	PF = 90 + PM = 10	PF = 98,5 + PM = 1,5	
janvier 1978	5-9 ans	31 + /181 = 17,1% (\pm 5,5)	27 + /111 = 24,3% (\pm 7,9)	58 + /292 = 19,9% (\pm 4,6)
	10-15 ans	41 + /153 = 26,8% (\pm 7,0)	12 + /66 = 18,2% (\pm 9,3)	53 + /219 = 24,2% (\pm 5,7)
	IP	72 + /334 = 21,6% (\pm 4,4)	39 + /177 = 22,0% (\pm 6,11)	111 + /511 = 21,7% (\pm 3,6)
	IG	1 + /334 = 0,3%	0 + /177	
	FP	PF = 91,9 + PO = 8,1	PF = 100	
mai 1978	5-9 ans	35 + /99 = 35,3% (\pm 9,4)	34 + /71 = 47,9% (\pm 11,6)	69 + /170 = 40,6% (\pm 7,4)
	10-14 ans	21 + /81 = 25,9% (\pm 9,5)	18 + /52 = 34,6% (\pm 12,9)	39 + /133 = 29,3% (\pm 7,7)
	IP	56 + /180 = 31,3% (\pm 6,8)	52 + /123 = 42,3% (\pm 8,7)	108 + /303 = 35,6% (\pm 5,4)
	IG	2 + /180 = 1,1%	2 + /123 = 1,6%	
	FP	PF = 94,7 + PO = 5,3	PF = 94,4 + PM = 5,6	
	Total IP	213 + /850 = 25,1% (\pm 2,9)	207 + /617 = 33,5% (\pm 3,7)	420 + /1467 = 28,6% (\pm 2,3)
	IG	9 + /850 = 1,1% (\pm 0,4)	3 + /617 = 0,5% (\pm 0,5)	12 + /1467 = 0,8% (\pm 0,4)

TABLEAU VIII

Les différentes espèces plasmodiales diagnostiquées chez les écoliers de « PK Rouge » (PKR) et Djoumouna (DJ) au cours des quatre enquêtes. *P. falciparum* + *P. malariae* = infection mixte due à *P. falciparum* et *P. malariae* ; *P. falciparum* + *P. ovale* = infection mixte due à *P. falciparum* et *P. ovale*.

Espèces plasmodiales	Enquêtes								Total
	Mai 1977		Octobre 1977		Janvier 1978		Mai 1978		
	PKR	DJ	PKR	DJ	PKR	DJ	PKR	DJ	
<u><i>P. falciparum</i></u>	58	45	18	63	66	39	53	49	391
<u><i>P. malariae</i></u>	5	4	1	-	-	-	-	-	11
<u><i>P. ovale</i></u>	-	1	1	-	4	-	2	-	8
<u><i>P. falciparum</i> + <i>P. malariae</i></u>	2	2	-	1	-	-	-	2	7
<u><i>P. falciparum</i> + <i>P. ovale</i></u>	-	-	-	-	2	-	1	-	3

absolue de ces chiffres (*cf. supra*) ce qui nous intéresse est de comparer leurs variations saisonnières relatives.

A « PK Rouge »

A « PK Rouge » (fig. 8), l'évolution concomitante des paramètres entomologiques et parasitologiques paraît comparable à ce qui est rapporté des zones écologiquement semblables (savane) d'Afrique de l'Ouest (Choumara *et al.*, 1959) avec :

- un indice minimal en fin de saison sèche qui peut être normalement relié à la diminution de la transmission pendant les trois à quatre mois de la saison froide ;
- une augmentation régulière pendant la saison des pluies (l'indice plasmodique est égal à 12 % en octobre, 22 % en février, 31 % en mai), corrélatrice de la forte augmentation de la densité d'*A. gambiae* et du taux d'inoculation.

L'indice plasmodique est alors maximal en fin de saison des pluies.

On remarque la similitude des indices plasmodiques relevés à la même époque de l'année (mai) en 1977 et 1978 ; ceci dénote l'équilibre dynamique des rapports hôte/parasite malgré des fluctuations saisonnières relativement importantes.

A Djoumouna

A Djoumouna, la situation est apparemment différente (fig. 9) avec :

- une augmentation de l'indice plasmodique en fin de grande saison sèche ; on pourrait penser que cette augmentation est liée à une relative diminution de la prémunition résultant des retentissements physiologiques sur les individus des conditions climatiques pendant la saison froide (Henry,

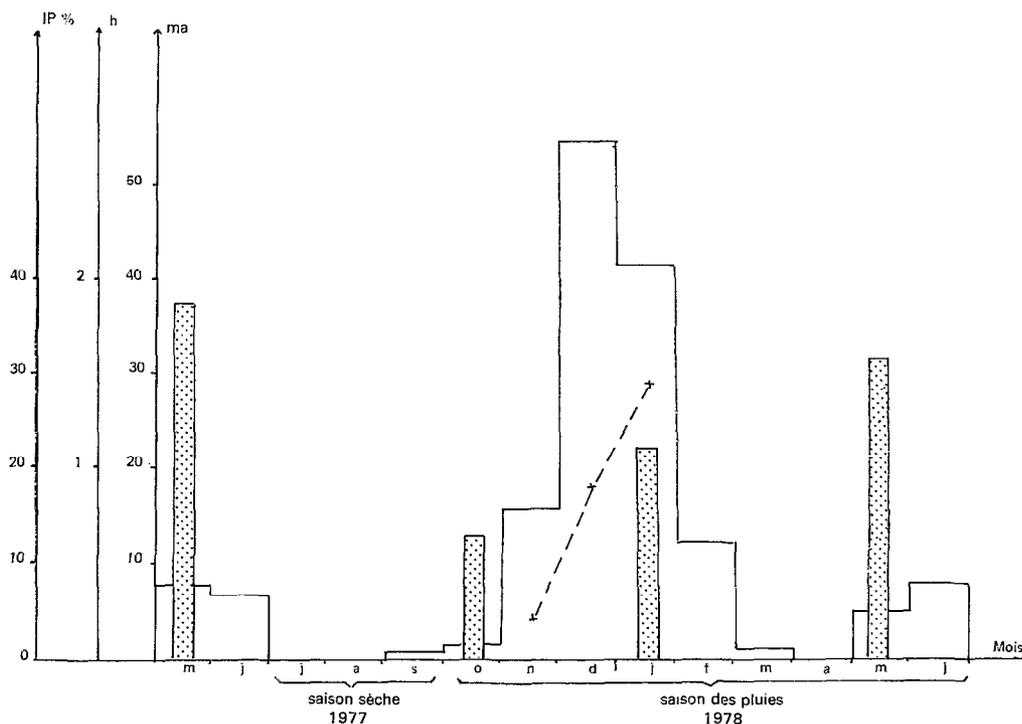


FIG. 8. — Observations entomologiques (histogramme de ma en blanc et h en trait discontinu) et parasitologiques (en pointillé) réalisées à « PK Rouge » (faciès savane).

1953); c'est une hypothèse qui devrait être explorée ;

- une diminution de la prévalence pendant la grande saison des pluies alors que le taux d'inoculation est supérieur à une piqûre infectée par homme et par nuit ;
- une prévalence plasmodiale de fin de saison des pluies semblable à celle de début des pluies, comme si les très nombreuses infections plasmodiales reçues pendant cette période avaient été éliminées au fur et à mesure de leur inoculation en stimulant de façon permanente les processus immunitaires des sujets humains.

Remarquons qu'étant donné l'intensité de la transmission dans les deux zones considérées, il est évident que tous les sujets sont impaludés ce qui confirme l'étude de l'incidence du paludisme (Carnevale et Bosseno, obs. non publ.) et que n'aurait pas

manqué de montrer une technique de dépistage parasitologique plus sensible que celle employée. Mais dans ce cas, il n'aurait pas été possible de déceler les différentes variations saisonnières et générales des indices plasmodiques entre « PK Rouge » et Djoumouna, et il aurait fallu établir systématiquement les densités parasitaires comme le recommandent Vaucel *et al.* (1954).

Cette approche quantitative est à envisager pour des études ultérieures. Néanmoins quelques constatations peuvent d'ores et déjà être faites :

- les prévalences enregistrées chez les écoliers de ces deux villages sont parfois semblables : en mai 1977 ($\epsilon = 1,24$; $\alpha = 0,23$) et janvier 1978 ($\epsilon = 0,104$; $\alpha = 0,27$) ou presque semblables : en mai ($\epsilon = 1,993$; $\alpha = 0,05$ et pour $\epsilon = 1,960$) ;
- mais ces prévalences peuvent aussi être significativement différentes comme on le constate en octobre 1977 ($\epsilon = 6,078$) c'est à dire en fin de saison

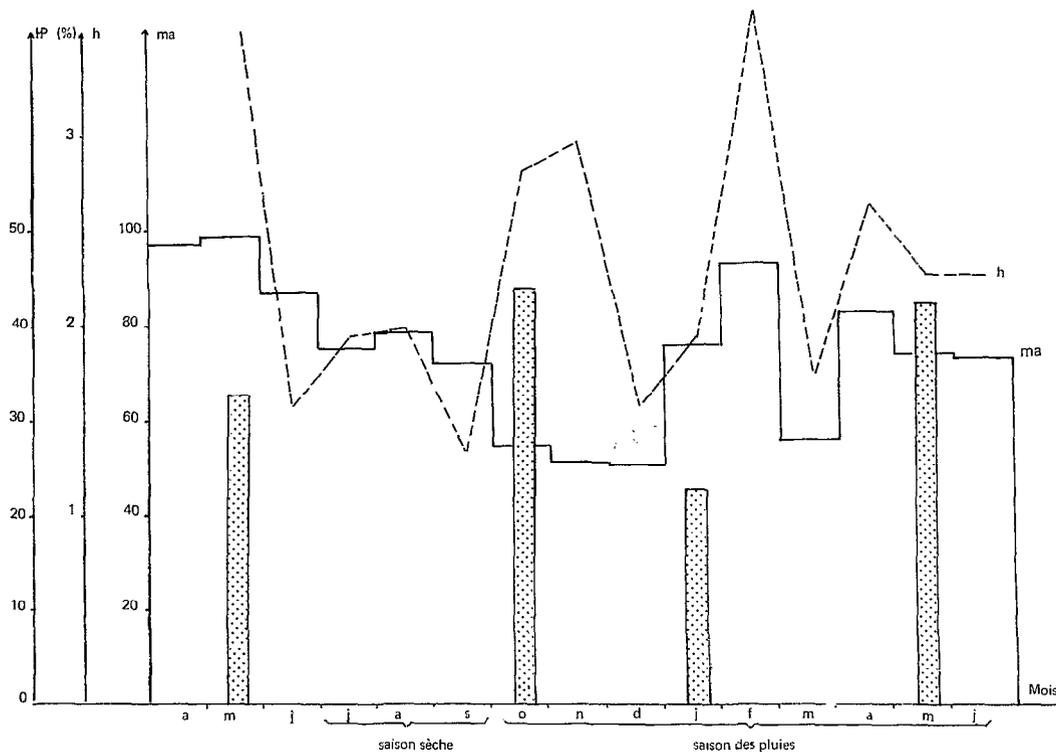


FIG. 9. — Observations entomologiques (histogramme de ma en blanc et h en trait discontinu) et parasitologiques (en pointillé) réalisées à Djoumouna (facès forêt dégradée).

sèche. L'importante diminution de la transmission à « PK Rouge » s'est traduite par une réduction significative de la prévalence (de 37,1 % en mai à 12,4 % en octobre ; $\epsilon = 5,23$; $\alpha = 1.10^{-6}$). Pour cette même période la prévalence augmente de façon légèrement significative (de 30,8 % à 43,2 % ; $\epsilon = 2,28$; α compris entre 0,02 et 0,03) à Djoumouna ;

- par contre pendant les pluies, de janvier à mai, les prévalences évoluent de façon semblable dans les deux biotopes.

Ainsi en adaptant la méthodologie parasitologique aux faciès éco-épidémiologiques concernés, il est possible de montrer que, dans les deux biotopes où l'intensité de la transmission est sursaturante, les différences de rythme des inoculations anophéliennes ont une traduction parasitologique perceptible par l'examen des frottis faits chez les écoliers, généralement porteurs asymptomatiques, et régulièrement suivis.

3. Discussion

Cette double enquête, menée simultanément dans les deux villages représentatifs des biotopes de savane (région nord, début des plateaux Batékés) et forêt dégradée, avec un aménagement hydro-agricole, démontre la grande influence de l'écologie sur la dynamique de la transmission du paludisme.

Les observations, entomologiques et parasitologiques, simultanées et longitudinales, confirment les particularités du paludisme dit de « forêt » tel qu'il a été précédemment analysé aussi bien en Afrique centrale, au Congo (Lacan, 1957 ; 1958), au Zaïre (Schwetz, 1934) et au Cameroun (Languillon *et al.*, 1956 ; Livadas *et al.*, 1958) qu'en Afrique occidentale, en Côte d'Ivoire (Hamon *et al.*, 1962 ; Coz *et al.*, 1966 ; Pène et Carrié, 1968), au Togo (Bakri et Noguier, 1977).

Ce paludisme se différencie de celui étudié en zone de savane d'Afrique de l'Ouest, notamment au Nigeria (Moliniaux et Gramiccia, 1980) et au Burkina Faso (Choumara *et al.*, 1959) par :

- ses aspects entomologiques : transmission intense, essentiellement par *A. gambiae* s.s., permanente et sursaturante alors qu'en savane la transmission est très ralentie pendant une partie de la saison sèche, et qu'*A. funestus* intervient pour une part qui peut être importante en Afrique de l'Ouest ;

- ses traductions parasitologiques : la prévalence générale, estimée par frottis, est de l'ordre de 50 % et moins chez les écoliers, ce qui, compte tenu de la sensibilité de la technique employée, montre que la majorité des enfants d'âge scolaire ont des parasitémiés inférieures à 200 parasites/mm³ de sang.

Ces pourcentages de sujets positifs peuvent paraître faibles mais plusieurs éléments participent à ces valeurs notamment la circulation, non contrôlée, de chloroquine et le développement de la prémunition ; de sorte que la plupart des infections plasmodiales sont de densité relativement faible chez les écoliers (Charmot et Roze, 1978) et les parasitémiés sont alors inférieures à notre seuil de décelabilité.

Toutefois les indices obtenus ne sont guère surprenants dans les contextes éco-épidémiologiques concernés car ils confirment des observations faites dans des conditions semblables.

Dans la région forestière du Sud-Cameroun, à Mbalmayo, Languillon (1956) obtient, en avril 1955, un indice hématologique de 37 % chez les enfants de 2 à 9 ans. Toujours au Sud-Cameroun et pour la même tranche d'âge, Languillon *et al.* (1956) rapportent des indices hématologiques moyens de 33 % à Messamena, 41 % à Yokadouma, 21 % à Moloundou.

Au Congo, Lacan (1957) rapporte, pour les enfants de 4 à 6 ans et 6 à 10 ans des indices respectivement de :

- 43 et 32 % pour la région du « Paysannat de Divenié, en région forestière, pendant la saison des pluies » (cette valeur de 32 % pour les 6 à 10 ans est remarquablement comparable aux valeurs obtenues chez les écoliers de Djoumouna) ;

- 54 et 44 % « dans le district de Mayama, en zone de savane, en saison sèche » ;

- 57 et 36 % « dans la région de l'Alima Léfini, région de savane... en début de saison des pluies ».

Toujours au Congo, Lacan (*op. cit.*) remarque « qu'entre 4 et 6 ans la parasitémie commence à décroître de façon régulière pour arriver, vers 10 ans à des pourcentages relativement peu élevés... ; chez l'enfant à partir de 6 ans tous les indices diminuent nettement ». Cet auteur ajoute : « dans toutes nos enquêtes, nous constatons un quasi-parallélisme descendant de toutes les courbes. Il semble que dès l'âge de 6 ans, une immunité acquise active se soit organi-

sée. Cette immunité ira en croissant et les signes d'infestation palustre diminueront. L'enfant, armé désormais contre l'hématozoaire pourra résister à de nouvelles infestations ».

L'étude des prévalences observées à « PK Rouge » et Djoumouna corrobore tout à fait ces propos avec des indices chez les « grands écoliers » (10 à 15 ans) généralement inférieurs à ceux des « petits écoliers » (5 à 9 ans) (fig. 10). Cette évolution régressive de la prévalence en fonction de l'âge est tout à fait classique et elle correspond au paludisme « groupe I » de Boyd (1949) c'est à dire celui qui sévit là où la transmission est continue pratiquement toute l'année, où il y a une constante réinfection, avec au moins « 30 à 60 inoculations par an » et où les habitants développent rapidement une forte immunité.

Ce type d'endémicité palustre diffère de la situation observée en savane typique d'Afrique de l'Ouest où la forte réduction de la transmission pendant les six mois de la saison sèche entraîne une nette diminution du statut immunitaire de la population (J. Roux, com. pers. ; Gazin *et al.*, 1984), de sorte que la reprise, ou la relance, de la transmission au moment des pluies peuvent avoir des répercussions plus marquées sur le plan parasitologique (Molez *et al.*, 1983 ; Gazin *et al.*, *op. cit.*) et clinique (Baudon *et al.*, 1984). Un tel mode d'endémicité tend alors à correspondre plutôt au « groupe II » de Boyd (*op. cit.*).

Ces modalités de transmission, permanente ou saisonnière, sont très importantes à préciser car elles conditionnent le rythme des stimulations antigéniques et par là même le développement de l'immunité anti-plasmodiale. Celle-ci est confirmée par la faiblesse des indices spléniques relevés par Michel *et al.* (1981) chez les écoliers de « PK Rouge » : 21,7 % (effectif 409) et de Djoumouna : 29,7 % (effectif 343). Ces enquêtes ont pris en considération simultanément l'indice splénique et l'indice plasmodique évalué sur frottis et la similitude des résultats obtenus alors est remarquable :

- à « PK Rouge » : 87 rates palpables et 87 frottis positifs ;
- à Djoumouna : 102 rates palpables et 98 frottis positifs.

Des valeurs comparables pour les indices plasmodiques et spléniques chez les écoliers traduisent bien une aire d'endémicité où le paludisme est transmis de façon pratiquement continue toute l'année (Boyd, 1949) de sorte que les enfants d'âge scolaire sont prémunis (Sergent et Sergent, 1956).

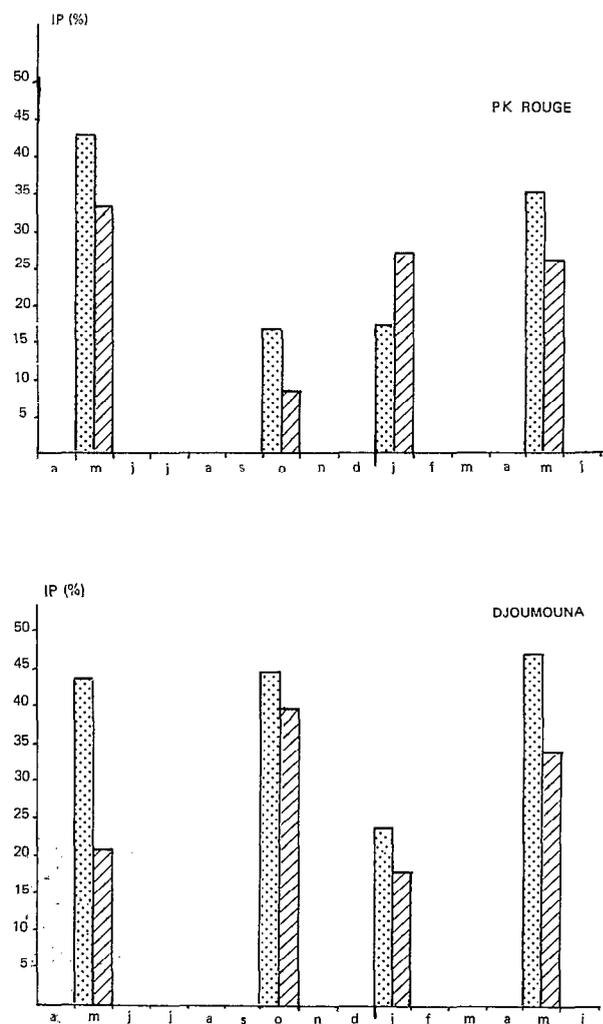


FIG. 10. — Variations saisonnières de la prévalence plasmodiale chez les écoliers (5 à 9 ans en pointillés ; 10 à 15 ans en hachures) de « PK Rouge » et Djoumouna.

En conclusion la présente étude comparative simultanée des situations observées à 60 kilomètres (à vol d'oiseau) de distance, confirme l'influence des particularités écologiques locales sur les modalités épidémiologiques de la transmission (intensité-rythme) du paludisme et ses traductions parasitologiques. Ceci montre que le paludisme ne doit pas être envisagé comme une entité homogène et statique mais de façon globale comme une suite de relations dynamiques entre les hôtes, les parasites et les vecteurs dans chaque faciès éco-épidémiologique considéré.

Manuscrit accepté par le Comité de Rédaction le 23-5-1985.

BIBLIOGRAPHIE

- BAKRI (G.) et NOGUER (A.), 1977. — Impact of a single DDT — Spraying Application on malaria vector densities and entomological rates in Togo. Doc. mimeo. WHO/MAL/77-691 — WHO/VBC/77-676.
- BAUDON (D.), GAZIN (P.) et CARNEVALE (P.), 1984. — Morbidité palustre en milieu rural au Burkina Faso. Étude de 526 accès fébriles. Doc. Tech. OCCGE, n° 8660, multigr.
- BOUILLEZ (M.), 1916. — Contribution à l'étude et à la répartition de quelques affections parasitaires au Moyen-Chari (Afrique Centrale). *Bull. Soc. Path. exot.*, 9 : 143.
- BOY (M. F.), 1949. — *Malariaology*. W. B. Saunders Company, Philadelphia et London.
- BRUCE-CHWATT (J.). 1962. — A longitudinal survey of natural malaria infection in a group of west African adults. Doc. multigr. WHO/MAL/368.
- BRUCE-CHWATT (J.), 1980. — *Essential Malariaology*. Heinemann Med. Books Ltd, London, 354 p.
- CARNEVALE (P.), 1972. — Épidémiologie du paludisme humain en République Populaire de Congo. I. Le complexe *Anopheles gambiae* dans la région brazzavilloise. *Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. et Parasitol.*, 10, 4 : 281-286.
- CARNEVALE (P.), 1979. — Le paludisme dans un village des environs de Brazzaville, République Populaire du Congo. Thèse Doctorat d'État, Centre d'Orsay, Université Paris-Sud.
- CARNEVALE (P.) et BOSSENO (M.-F.), 1979. — Le paludisme humain à *Plasmodium falciparum* dans le sud-ouest de la République Populaire du Congo en fonction du vecteur et du biotope. *Méd. Afr. noire*, 26, 1 : 29-40.
- CARNEVALE (P.), MOLINIER (M.), LANGCIEN (J.), LE PONT (F.), BOSSENO (M.-F.) et ZOULANI (A.), 1979. — Étude du cycle gonotrophique d'*Anopheles gambiae* (Diptera : Culicidae) (Giles, 1902) en zone de forêt dégradée d'Afrique Centrale. *Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. et Parasitol.*, 17, 2 : 55-75.
- CARNEVALE (P.) et MOUCHET (J.), 1980. — Le paludisme en zone de transmission continue en région afrotropicale. *Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. et Parasitol.*, 18, 2 : 149-186.
- CHARMOT (G.) et ROZE (J. M.), 1978. — Paludisme de forêt et de savane dans l'Afrique de l'Ouest. *Bull. Soc. Géogr.*, 87 : 75-80.
- CHOUVARA (R.), HAMON (J.), BAILLY (H.) et ADAM (J.-P.), 1959. — Le paludisme dans la zone pilote de Bobo-Dioulasso, Haute-Volta. *Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd.*, 1 : 125 p.
- COZ (J.), HAMON (J.), EYRAUD (M.), BRENGUES (J.), SUBRA (R.) et ACCROMBESSI (R.), 1966. — Études entomologiques sur la transmission du paludisme humain dans une zone de forêt humide dense, la région de Sassandra, République de Côte d'Ivoire. *Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd.*, 4, 7 : 13-42.
- DETINOVA (T. S.), 1963. — Méthodes à appliquer pour classer par groupes d'âge les Diptères présentant une importance médicale. *Org. Mond. Santé, Sér. Monogr.*, n° 47 : 220 p.
- DOLL (A.), 1962. — Malaria in the Republic of Congo. *Med. Parasitol. Bolezni*, 21 : 171-172.
- DOWLING (M. A. C.) et SHUTE (G. T.), 1966. — A comparative study of thick and thin Blood Films in the Diagnosis of Scanty Malaria Parasitaemia. *Bull. Org. mond. Santé*, 34 : 249-267.
- FABRE (J.) et JOIGNY (J. R.), 1955. — Un an de chimioprophylaxie par la flavoquine effectuée à Pointe Noire (Moyen-Congo). *Bull. Soc. Path. exot.*, 48 : 99-111.
- GAZIN (P.), OVAZZA (L.), BRANDICOURT (O.) et CARNEVALE (P.), 1984. — Étude parasitologique et sérologique du paludisme dans la région de Bobo-Dioulasso. OCCGE-Inf., n° 92 : 5-14, multigr.
- HAMON (J.), DEDEWANOU (B.) et EYRAUD (M.), 1962. — Études entomologiques sur la transmission du paludisme humain dans une zone forestière africaine, la région de Man, République de Côte d'Ivoire. *Bull. I.F.A.N.*, 24, 3 : 854-879.
- HENRY (C.), 1953. — La prémunition et les fléchissements de la résistance à l'hématozoaire. 1. La prémunition en épidémiologie. *Rev. Palu. Méd. Trop.*, 107 : 103-108.
- IBA GUEYE et ODETOYIMBO (J. A.), 1974. — Le paludisme en République Populaire du Congo. Doc. multigr. AFR/MAL/138.
- I.N.R.A.P., 1976. — Géographie de la République Populaire du Congo. Office National des Librairies Populaires, Brazzaville.
- JOLLY (A. M. D.), 1936. — Aspects typiques de *Plasmodium falciparum* chez les enfants indigènes en bas âge à Brazzaville (A.E.F.). Fréquence de l'évolution schizogonique et gamétocytaire complète dans le sang périphérique. *Riv. Malarial.*, 15 : 229-239.
- LACAN (A.), 1957. — Indices paludométriques et immunité palustre chez l'enfant africain. *Bull. Soc. Path. exot.*, 50, 2 : 302-308.
- LACAN (A.), 1958. — Indices gamétocytiques et gamétocytométriques dans la transmission et la prémunition du paludisme. *Bull. Soc. Path. exot.*, 51, 2 : 225-231.
- LACAN (A.) et PEEL (E.), 1958. — *Plasmodium ovale* Stephens, 1922, en Afrique Équatoriale française. *Bull. Soc. Path. exot.*, 51, 2 : 167-169.
- LAMY (L.) et LAMY (H.), 1954. — Données actuelles sur le parasitisme intestinal et sanguin des différentes populations africaines de l'agglomération de Brazzaville. *Ann. Inst. Pasteur*, 86, 4 : 473.
- LANGUILLON (J.), 1956. — Essai d'interprétation des indices de régression après 14 mois de lutte antipaludique au Cameroun. *Bull. Soc. Path. exot.*, 49, 2 : 260-265.
- LANGUILLON (J.), MOUCHET (J.), RIVOLA (E.) et RATEAU (J.), 1956. — Contribution à l'étude de l'épidémiologie du Paludisme dans la région forestière du Cameroun. *Méd. trop.*, 16, 3 : 347-379.
- LIVADAS (G.), MOUCHET (J.), GARIOU (J.) et CHASTANG (R.), 1958. — Peut-on envisager l'éradication du paludisme dans la région forestière du Sud-Cameroun ? *Riv. Malarial.*, 37 : 229-256.
- MAILLOT (L.), 1951. — Étude de l'infection palustre et de l'indice maxillaire chez *A. gambiae* Giles à Brazzaville de décembre 1950 à février 1951. *Bull. Soc. Path. exot.*, 44, 5 : 839-847.
- MERLE (F.) et MAILLOT (L.), 1955. — Campagnes de désinsectisation contre le paludisme à Brazzaville. *Bull. Soc. Path. exot.*, 48, 2 : 242-269.
- MICHEL (R.), CARNEVALE (P.), BOSSENO (M.-F.), MOLEZ (J.-F.), BRANDICOURT (O.), ZOULANI (A.) et MICHEL (Y.), 1981. —

- Le paludisme à *Plasmodium falciparum* et le gène de la Drépanocytose en République Populaire du Congo. I. Prévalence du paludisme et du trait drépanocytaire en milieu scolaire dans la région brazzavilloise. *Méd. trop.*, 41, 4 : 403-412.
- MOLEZ (J.-F.), HURPIN (C.), CARNEVALE (P.), OVAZZA (L.) et BRANDICOURT (O.), 1983. — Étude longitudinale intégrée du paludisme à Soumouso (Programme ELIPS). 23^e Conf. Techn. OCCGE, 11-15 avril 1983, Ouagadougou, Haute-Volta.
- MOLINEAUX (L.) et GRAMICCIA (G.), 1980. — The Garki Project. Research on the Epidemiology and Control of Malaria in the Sudan Savanna of West Africa. Organisation mondiale de la Santé, Genève.
- MOUCHET (J.), 1957. — Observations sur quelques anophèles exophiles au Cameroun. *Bull. Soc. Path. exot.*, 50, 3 : 378-381.
- PÈNE (P.) et CARRIÉ (J.), 1968. — Aspects épidémiologiques du paludisme en zone forestière de Côte d'Ivoire. Int. Conf. Trop. Med. Malaria, Téhéran, Iran, abs. Rev., 8, 1 : 485-86.
- RAKOTOSON (J.), 1976. — Le paludisme chez les enfants d'âge « préscolaire » et « scolaire » en République Populaire du Congo. Rapport de fin de stage, ORSTOM, Brazzaville, multigr.
- SCHWETZ (J.), 1934. — Contribution à l'étude endémiologique de la malaria dans la forêt et dans la savane du Congo oriental. *Mém. Inst. Roy. belge*, 4, 2 : 1-45.
- SERGENT (Ed.), 1950. — Définition de l'immunité et de la prémunition. *Ann. Inst. Pasteur*, 79, 5 : 786-797.
- SERGENT (Ed.) et SERGENT (Et.), 1956. — Historique du concept de l'immunité relative ou prémunition corrélative à une infection latente. *Arch. Inst. Pasteur Algérie*, 34, 1 : 52-69.
- VAISSE (D.), MICHEL (R.), CARNEVALE (P.), BOSSENO (M.-F.), MOLEZ (J.-F.), PEELMAN (P.), LOEMBE (M. T.), NZINGOULA (S.) et ZOULANI (A.), 1981. — Le paludisme à *Plasmodium falciparum* et le gène de la drépanocytose en République Populaire du Congo. II. Manifestations cliniques du paludisme selon la parasitémie et le génotype hémoglobinique. *Méd. trop.*, 41, 4 : 413-423.
- VAUCEL (M.), ROUBAUD (E.) et GALLIARD (H.), 1954. — Terminologie du Paludisme. Rapport d'un Comité de Rédaction nommé par l'Organisation Mondiale de la Santé. Org. mond. Santé, Sér. Monogr., n° 25.