

# Circulation selvatique du virus Dengue 2 en 1980, dans les savanes sub-soudaniennes de Côte d'Ivoire

Données entomologiques  
et considérations épidémiologiques (1).

Roger CORDELLIER (2), Bernard BOUCHITÉ (2)  
Jean-Claude ROCHE (3), Nicole MONTENY (2)  
Blaise DIACO (3) et Patrice AKOLIBA (3)

---

## Résumé

*A Sokala-Sobara, dans la zone des savanes sub-soudaniennes semi-humides, la surveillance épidémiologique de la Fièvre Jaune a permis d'isoler, en 1980, 28 souches de virus Dengue 2, à partir de lots de quatre espèces de vecteurs potentiels de Fièvre Jaune, selvatiques et primatophiles en Afrique de l'Ouest, à savoir : Aedes (Diceromyia) furcifer/taylori, A. (Stegomyia) luteocephalus, A. (S.) opok et A. (S.) africanus.*

*Ces isolements, aisément obtenus par une méthode peu sensible, témoignent d'une très forte amplification virale. Issus exclusivement de moustiques selvatiques, ils sont la preuve indiscutable de l'existence d'un foyer naturel africain de Dengue 2.*

*Les données entomologiques précédemment connues et en cours d'étude à Sokala-Sobara, permettent de penser que les singes sont les hôtes vertébrés amplificateurs majeurs, sinon exclusifs. Il n'est pas impossible que d'autres vertébrés puissent jouer un rôle secondaire dans la circulation de ce virus, mais aucun vecteur non primatophile n'a jusqu'ici été incriminé.*

*Le virus ne paraît pas avoir été présent dans l'écosystème de Sokala-Sobara, avant le mois de mai 1980, mais ultérieurement son maintien sur place est possible, car la transmission verticale par voie transovarienne a été mise en évidence en octobre 1980, avec l'isolement d'une souche à partir d'un lot de mâles d'A. furcifer/taylori.*

*La circulation du virus a pu être décelée pendant une période de 5 mois. Elle a débuté précocement dès le mois de mai pour s'éteindre à la fin du mois d'octobre, la saison des pluies s'étendant d'avril à la fin du mois de novembre.*

*L'homme paraît ne pas avoir été notablement impliqué dans cet épisode viral, et aucune forme grave, hémorragique, n'a été signalée. Il est possible que les vecteurs qui ont assuré la transmission du virus Dengue 2 au cours de cette phase selvatique, soient responsables du caractère bénin et de la rareté des cas de Dengue humaine en Afrique, hors des agglomérations où A. aegypti est le vecteur.*

**Mots-clés :** Dengue 2 — Aedes — Primatophilie — Transmission — Cycle selvatique — Savanes — Côte d'Ivoire.

---

(1) Travail réalisé en collaboration par l'O.R.S.T.O.M., Centre d'Adiopodoumé, Abidjan, et l'Institut Pasteur de Côte d'Ivoire, et bénéficiant d'un soutien financier de l'OMS.

(2) Entomologie médicale, Centre O.R.S.T.O.M., 01 B.P. V-51, Abidjan 01, Côte d'Ivoire.

(3) Institut Pasteur de Côte d'Ivoire, 01 B.P. 490, Abidjan 01, Côte d'Ivoire.

## Summary

THE SYLVATIC DISTRIBUTION OF DENGUE 2 VIRUS IN THE SUBSUDANESE SAVANNA AREAS OF THE IVORY COAST IN 1980. ENTOMOLOGICAL DATA AND EPIDEMIOLOGICAL STUDY. An arbovirus surveillance station was set up at Sokala-Sobara, Ivory Coast, in the subsudaneese savana area, in 1979. 28 strains of Dengue 2 virus have been isolated there from four *Aedes* species : *Aedes* (*Diceromyia*) *furcifer/taylori*, *A.* (*Stegomyia*) *luteocephalus*, *A.* (*St.*) *opok* and *A.* (*St.*) *africanus*. All these mosquitoes species are highly primatophilic and breed in sylvatic habitat. They are also well known vectors of yellow fever virus in West Africa.

The virus isolations were easily obtained by suckling mice inoculation, a technic which is not very sensitive. Therefore we can anticipate that the virus amplification level was very high. These isolations from strictly sylvatic mosquitos prove that a natural focus of Dengue 2 occurs in West Africa.

Entomological and ecological data already recorded at Sokala-Sobara lead to think that monkeys are the major and may be the only vertebrate hosts and amplificators, as no isolation was yet obtained from non primatophilic mosquito species. If other vertebrates are involved they can only play an accessory role.

It is very likely that the Dengue virus was not introduced in the Sokala-Sobara ecosystem before May 1980. Its circulation in the area could be demonstrated during five months, from May to October 1980. The isolation at the end of the transmission season, of a strain from *Ae. furcifer/taylori* males strongly supports the hypothesis of vertical transmission through transovarial route. Such a process could participate to the persistence of the virus in adverse conditions.

There is no prove that humans were involve in the viral circulation which seems to have been strictly epizootic. No clinical case was reported and serological surveys were negative.

**Key words :** Dengue 2 — *Aedes* — Epidemiology — Sylvatic cycle — Savannas — Ivory Coast.

## 1. Introduction

Les savanes sub-soudaniciennes occupent une place prépondérante dans le quart nord-est de la Côte d'Ivoire (carte 1). L'apparition de cas de fièvre jaune en 1977, dans la région de Dabakala, et les études réalisées, suivant un transect nord-sud, sur la répartition et l'écologie de ses vecteurs potentiels (Cordellier, 1978), ont conduit à considérer ces savanes comme une zone privilégiée d'émergence endémique de cette maladie. En installant

à Sokala-Sobara, non loin de Dabakala, une station d'étude, l'O.R.S.T.O.M. et l'Institut Pasteur de Côte d'Ivoire se sont donnés pour but de conduire, dans cette zone phytogéographique, une surveillance arbovirologique continue. Entreprise en mai 1979, celle-ci devait permettre, au cours de la saison des pluies 1980, l'isolement à partir de moustiques, de 28 souches du virus Dengue 2, (Roche *et al.*, 1983).

Dans ce travail, nous nous proposons d'analyser les circonstances de ces isolements, et d'en définir les implications épidémiologiques.

TABLEAU I

Valeurs mensuelles des précipitations : moyennes à Dabakala (Station A.S.E.C.N.A.) ; relevés au km 9 de la piste Ngorla à Sarala depuis le mois d'octobre 1979.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Moyenne sur 30 ans.	9,9	36,2	68,8	128,0	136,4	137,7	97,7	134,6	226,4	129,1	36,9	13,1	1155,9
1979										117,7	23,9	4,7	
1980	38,4	11,3	45,1	109,8	142,9	92,2	153,7	262,6	175,0	224,2	124,9	20,7	1401,3
1981	0	4,0	113,2	125,6	211,9	127,0	170,5	159,1	179,0	77,9	0	0	1168,2



## 2. Zone d'étude, méthodes et matériel

### 2.1. CARACTÉRISTIQUES DE LA ZONE D'ÉTUDE

Sokala-Sobara est situé à 15 km au nord-ouest de Dabakala, par 8°26' N et 4°30' W. Les sites de captures sont deux galeries qui coupent respectivement la piste menant de Ngorla à Sarala aux km 9 et 10, à 4 et 5 km du village (carte 1).

Les savanes sub-soudaniennes constituent la frange méridionale du Domaine soudanien. Elles présentent un boisement dense caractérisé par la présence d'*Isobertinia doka* et de *Panicum phragmitoides* (Guillaumet et Adjanohoun, 1974). Les galeries forestières y sont relativement peu denses et fréquemment interrompues, mais rarement de façon bilatérale.

Cette région se trouve en climat équatorial de transition atténué, avec une tendance, très marquée certaines années, à un rythme bimodal des précipitations. La hauteur moyenne des précipitations est de 1 160 mm par an, le mois de septembre étant normalement le plus arrosé (tabl. I). La saison sèche dure 4 mois, de novembre à février, avec en moyenne deux mois écologiquement secs pendant lesquels souffle l'harmattan, vent sec et froid de secteur nord-est. Au cours de l'année, on enregistre de fortes variations des températures mensuelles moyennes et de l'hygrométrie. En 1980, les pluies ont été excédentaires, avec 1401,3 mm, mais surtout, la saison sèche 1979-1980 a été relativement pluvieuse, et la petite saison sèche bien marquée, en avance d'un mois par rapport au rythme normal, comme d'ailleurs le second pic de la saison des pluies (tabl. I, fig. 1).

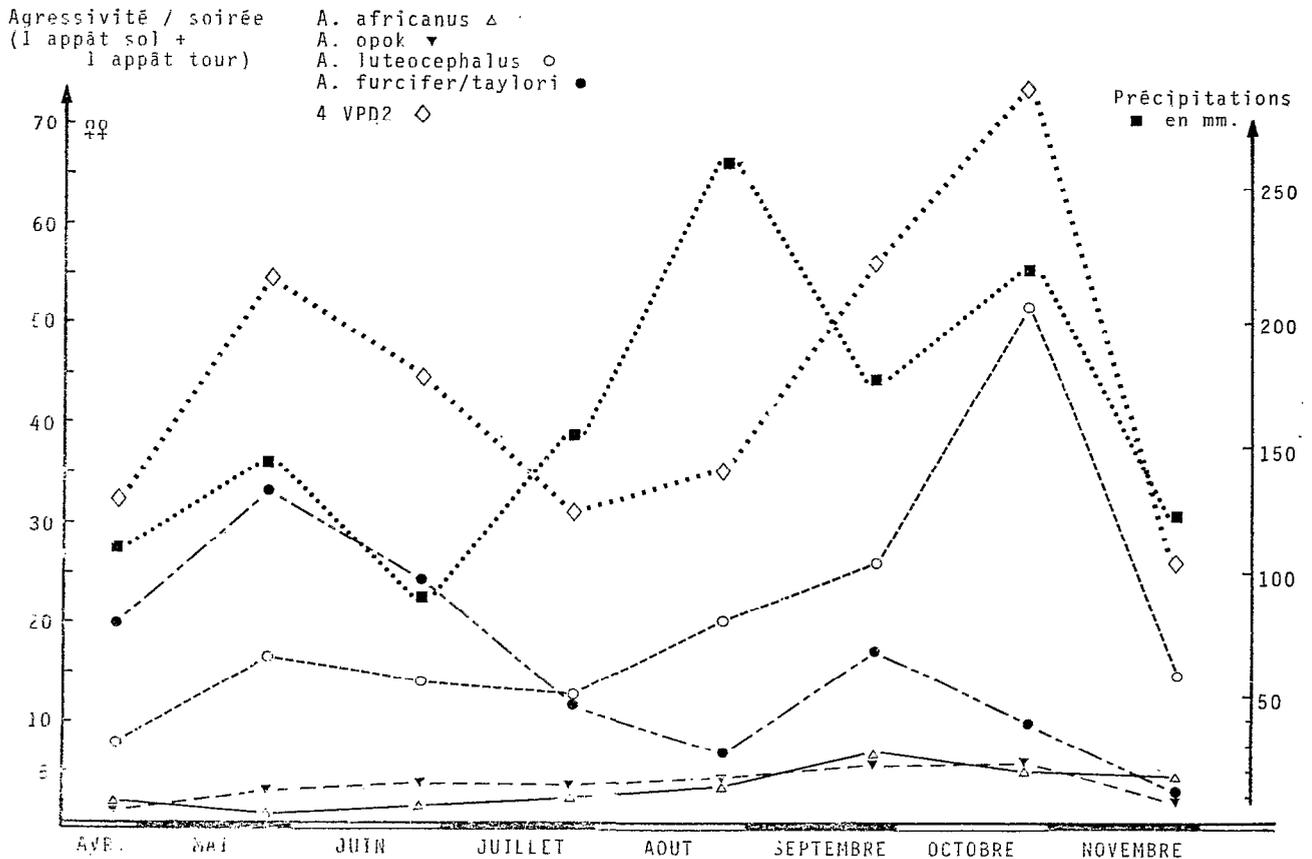


FIG. 1. — Dynamique des populations de vecteurs potentiels de Dengue 2, en 1980, et pluviométrie.

## 2.2. MÉTHODES DE TRAVAIL

Les objectifs à atteindre déterminent bien évidemment le choix des méthodes les plus appropriées. En l'occurrence, la surveillance de la fièvre jaune était prioritaire, et les inventaires arbovirologique et faunistique de la région constituaient les objectifs secondaires destinés à rentabiliser au maximum les moyens mis en œuvre.

### 2.2.1. Techniques de captures

Trois modes d'investigations ont été utilisés : la capture crépusculaire sur homme, la capture crépusculaire sur singe, la capture au filet dans la végétation basse.

#### *Captures crépusculaires sur homme*

Ce type de capture a été si souvent décrit qu'il n'est pas nécessaire d'y revenir longuement. On pourra en trouver une description complète dans Cordellier *et al.* (1977).

#### *Captures crépusculaires sur singe*

La méthode utilisée à Sokala-Sobara a été mise au point à l'occasion de recherches entreprises dans le bloc forestier du Sud-Ouest Ivoirien, à Taï (Cordellier *et al.*, en préparation). Les vecteurs potentiels de fièvre jaune ne pouvant être récoltés au moyen de piègeages automatiques, nous avons opté pour une capture effectuée par un homme très couvert sur un singe auquel on a administré un calmant, placé dans une cage à très larges mailles. Les moustiques qui viennent se poser sur le singe sont récupérés au moyen d'un aspirateur à bouche. La suite des opérations rejoint le protocole classique des captures sur homme. Nous avons montré à Taï que le biais introduit par la présence de l'homme était négligeable ou nul ; par contre il nous est apparu qu'en présence de fortes densités, la technique utilisée, plus longue que la prise directe des moustiques en tubes à hémolyse, conduisait à une sous-évaluation de la densité des femelles agressives pour les singes.

#### *Captures au filet*

Elles ont été pratiquées dans la végétation basse des galeries forestières, par des équipes de deux ou trois hommes, pendant deux heures, en matinée. Leur rendement en vecteurs potentiels est très faible, mais elle permettent la capture de très nombreuses femelles non anthropophiles, et de mâles.

### 2.2.2. Sites, périodicité et fréquence des captures

#### *Sites*

Les captures crépusculaires ont été pratiquées en 11 points se répartissant comme suit : 6 dans la galerie du km 9, de part et d'autre de la piste ; 4 dans la galerie du km 10, de part et d'autre de la piste ; 1 dans une galerie située au sud du village de Sokala-Sobara. Les captures ont été conduites au niveau du sol, sur homme, puis à 12 mètres, sur homme, sur deux tours implantées dans la galerie du km 9 et une tour implantée dans la galerie du km 10, à partir du mois d'avril 1980, enfin à 12 m, sur singe et sur ces mêmes tours, à compter du mois de juillet 1980.

Les captures au filet ont été pratiquées dans les galeries forestières, dans la zone des points de captures crépusculaires.

#### *Périodicité et fréquence*

Une enquête a été effectuée au cours de la dernière décennie de chaque mois, chacune comportant 5 soirées de captures. Au mois d'octobre, en raison de l'abondance des vecteurs en fin de saison des pluies, et de l'hypothèse de travail selon laquelle les risques amarils sont alors les plus forts, le nombre de soirées de travail a été porté à 10.

Au niveau du sol, le nombre de captures en chaque point est généralement de deux par enquête ; ce nombre est porté à trois pour les sites les plus productifs, en saison des pluies, et plus rarement réduit à un.

Sur homme, à 12 m, pour chaque enquête de 5 jours, trois à cinq séances de capture ont été pratiquées sur chaque tour.

Sur singe, à ce niveau, il a été conduit quatre captures par tour et par enquête.

Les captures au filet ont été programmées de telle manière qu'un même secteur de galerie forestière soit prospecté deux fois, par l'une, puis l'autre équipe de captureurs.

### 2.2.3. Exploitation du matériel récolté

Quelle que soit leur origine, les moustiques ont toujours été identifiés sur place, encore vivants dans leurs tubes de capture. Groupés en lots monospécifiques, par 30 au maximum, après anesthésie au froid, ils ont toujours été placés, vivants, dans l'azote liquide, et acheminés jusqu'au Laboratoire des Arbovirus de l'Institut Pasteur de Côte d'Ivoire. La technique de mise en lot adoptée permet, même lorsqu'on doit regrouper des lots d'une même espèce issus de captures successives, de conserver sans interruption les moustiques en azote liquide jusqu'au moment de l'inoculation aux souriceaux.

nouveau-nés, sans aucune décongélation puis recongélation intermédiaires. A l'exception de celles des genres *Mansonia* (toxicité pour les souriceaux), et *Uranotaenia* (intérêt arbovirologique nul), toutes les femelles ont été mises en lot. Les mâles des *Aedes* primatophiles sont également dans ce cas.

### 2.3. MATÉRIEL RÉCOLTÉ ET INOCULÉ

#### 2.3.1. Caractéristiques générales des récoltes

Au cours de l'année 1980, plus de 32 000 moustiques ont été capturés sur les sites de la station de Sokala-Sobara. On compte parmi eux 21 035 femelles (tabl. II) dont 54 % ont été récoltées au cours des captures crépusculaires sur homme ou sur singe. Plus de 90 % des femelles de moustiques capturées au cours des captures crépusculaires constituent le groupe des six espèces d'*Aedes* primatophiles (Section A du tableau II). Ce même

groupe ne constitue en revanche que 0,8 % des femelles capturées au filet dans la végétation basse des galeries. Parmi les 11 000 mâles récoltés (97 % au filet et 3 % au cours des captures crépusculaires), on en trouve 376 appartenant au groupe des 6 espèces d'*Aedes* primatophiles ; 348 d'entre eux sont des *Diceromyia*.

#### 2.3.2. Le groupe des *Aedes* primatophiles

Six espèces ou groupe d'espèces appartenant à 3 sous-genres constituent ce groupe :

- *Aedes* (*Stegomyia*) *aegypti* (Linnaeus), 1762
- *A.* (*S.*) *africanus* (Theobald), 1901
- *A.* (*S.*) *luteocephalus* (Newstead), 1907
- *A.* (*S.*) *opok* Corbet et Van Someren, 1962
- *A.* (*Diceromyia*) *furcifer* (Edwards), 1913, et *taylori* Edwards, 1936
- *A.* (*Aedimorphus*) *vittatus* (Bigot), 1861.

TABLEAU II

Captures et inoculations des femelles de moustiques, à Sokala-Sobara, en 1980 : a : Année 1980 complète ; b : Période d'isolement du virus Dengue 2 (mai-octobre).

			CAPTURES					INOCULATIONS					
			Crépusculaires		au filet		TOTAL	Effectifs			Lots		
			Nb	%	Nb	%	Nb	%	%	Nb	%	%	
SECTION A.	<i>A. aegypti</i>	a	152		3		155	1,5%	155	1,5%	14	3,3%	
		b				31	0,9%	31	0,9%	7	2,0%		
	<i>A. vittatus</i>	a	414		7		421	4,0%	417	4,0%	26	6,1%	
		b				228	2,5%	227	2,5%	14	4,1%		
	<i>A. africanus</i>	a	888		48		936	8,9%	933	8,9%	45	10,5%	
		b				742	8,3%	742	8,3%	32	9,4%		
	<i>A. opok</i>	a	984		2		986	9,4%	982	9,4%	44	10,3%	
		b				827	9,2%	824	9,2%	35	10,3%		
<i>A. luteocephalus</i>	a	4821		22		4843	46,1%	4832	46,1%	176	41,1%		
	b					4291	48,2%	4288	48,2%	153	44,7%		
<i>A. furcifer</i> / <i>taylori</i>	a	3164		0		3164	30,1%	3164	30,1%	123	28,7%		
	b					2748	30,9%	2748	30,9%	101	29,5%		
Total Section A ( <i>Aedes</i> anthropo- philes).	a	10423	91,5%	82	0,8%	10505	100,0%	10483	100,0%	51,8%	428	100,0%	43,1%
	b					8917		8910	100,0%		342	100,0%	
SECTION B.	AEDES divers		597	5,2%	2728	28,3%	3325	31,6%	3295	33,8%	205	36,3%	
	CULEX		52	0,5%	5796	60,2%	5848	55,6%	5593	57,3%	278	49,3%	
	COQUILLETTIDIA, MANSONIA, ANOMHELES		282	2,5%	206	2,1%	488	4,6%	320	3,3%	37	6,6%	
	Divers dont ERETMAPODITES		34	0,3%	325	8,6%	859	8,2%	547	5,6%	44	7,8%	
	Total Section B		965	8,5%	9555	99,2%	10520	100,0%	9755	100,0%	48,2%	564	100,0%
Total Général		11388	100,0%	9637	100,0%	21025		20238	100,0%		992	100,0%	

Dans le sous-genre *Diceromyia*, on observe en se référant aux dissections de génitalia mâles, une très nette domination d'*A. furcifer*. L'utilisation des critères morphologiques d'identification récemment mis en évidence par Germain et Ferrara (comm. pers.) confirme nettement cette tendance.

Pour l'ensemble de l'année 1980, les femelles d'*A. luteocephalus* et celles d'*A. furcifer/taylori* représentent ensemble 76 % des effectifs, et 70 % des lots inoculés (tabl. II). *A. africanus* et *A. opok* constituent une forte minorité, cependant qu'*A. vittatus* et *A. aegypti* représentés exclusivement par des populations sylvatiques, n'ont que des effectifs réduits.

### 3. Isolements du virus Dengue 2

- - Ce virus a été isolé de 27 lots constitués entre les mois de mai et octobre 1980, à partir de femelles des 4 espèces ou groupe d'espèces d'*Aedes* suivant : *A. furcifer/taylori* (16 souches), *A. luteocephalus* (7 souches), *A. opok* (3 souches), et *A. africanus* (1 souche) (tabl. III, fig. 2). Une vingt-huitième souche a été isolée d'un lot de mâles d'*A. furcifer/taylori*.

On note que 12 souches sont issues de femelles

capturées sur homme au niveau du sol, 9 de femelles venues piquer l'homme à 12 m, et 6 de femelles prises sur singe à 12 m. Le faible nombre d'isollements obtenus à partir de moustiques pris sur singe peut être imputé à la mise en route tardive (juillet 80) des captures sur singe. La souche isolée à partir de mâles d'*A. furcifer/taylori* provient d'une capture sur homme à 12 m.

Le premier et seul isolement du mois de mai, ainsi que les deux derniers, en octobre, ont été obtenus d'*A. furcifer/taylori* qui est à l'origine des 3/5 des souches de Dengue 2 mises en évidence.

Le nombre d'isollements réalisés n'est proportionnel aux effectifs récoltés que dans le cas d'*A. opok*. Il marque un déficit sensible pour *A. africanus*, et plus encore pour *A. luteocephalus* (26 % des souches isolées pour 55 % des lots du groupe des 4 vecteurs potentiels de Dengue 2), et au contraire un net excédent pour *A. furcifer/taylori* (60 % des souches pour 37 % des lots). Aucun isolement n'a été réalisé sur *A. aegypti* ni *A. vittatus*, mais les effectifs capturés, respectivement 155 et 417, sont très faibles.

Aucune souche de Dengue 2 n'a été isolée des 9 755 femelles appartenant à d'autres espèces de moustiques, groupées en 564 lots, soit 57 % des

TABLEAU III

Origine et chronologie des isollements des souches de Dengue 2 à Sokala-Sobara en 1980 : AHS : lots de femelles capturées au sol sur homme ; AHT : lots de femelles capturées à 12 m sur homme ; AAT : lots de femelles capturées à 12 m sur singe.

		AVR.	Mai	JUIN	JUL.	AOÛT	SEP.	OCT.	NOV.		
<i>A. furcifer / taylori</i>	AHS		1	4	2						7
	AHT			2	2				1		5
	AAT	////	////	////	2	1			1		4 16
<i>A. luteocephalus</i>	AHS			2		1					3
	AHT			1	1	1					3
	AAT	////	////	////	1						1 7
<i>A. opok</i>	AHS				1						1
	AHT						1				1
	AAT	////	////	////		1					1 3
<i>A. africanus</i>	AHS						1				1
	AHT										0
	AAT	////	////	////							0 1
TOTAL	AHS		1	6	3	1	1				12
	AHT			3	3	1	1	1			9
	AAT	////	////	////	3	2		1			6 27
		0	1	9	9	4	2	2	0		27

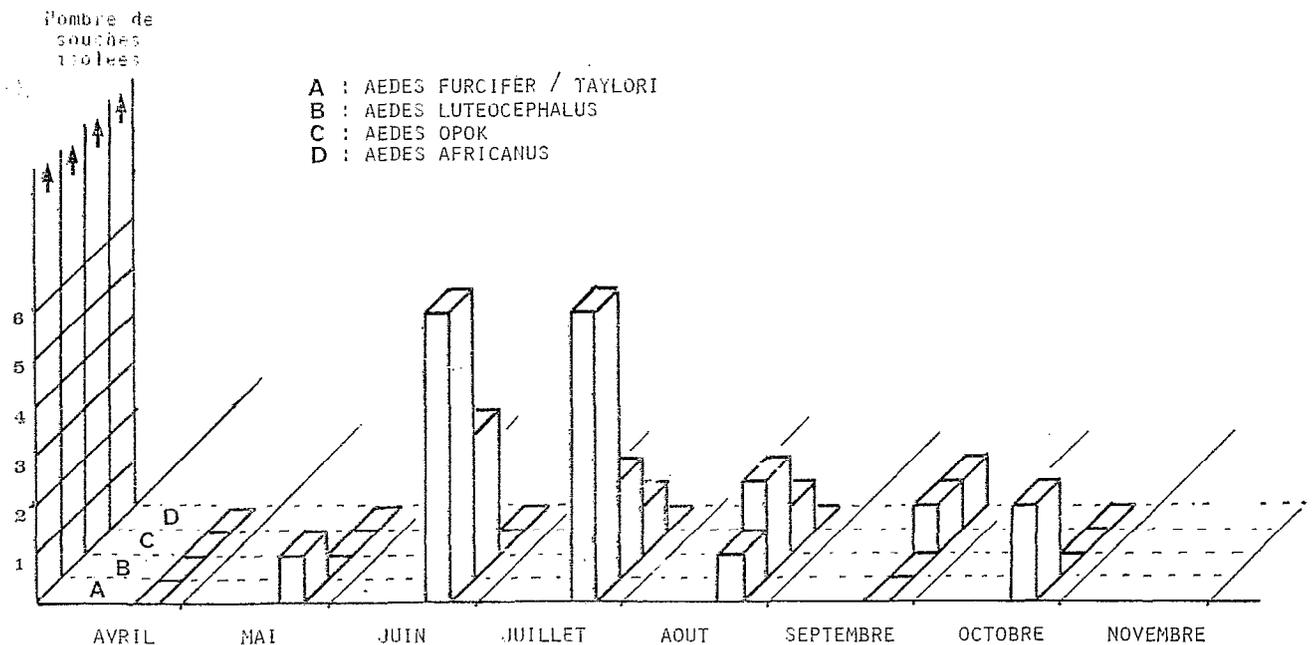


FIG. 2. — Chronologie des isolements pour chaque espèce (♀♀ seules).

inoculations. La très grande majorité de ces moustiques ne viennent pas piquer l'homme, et un nombre encore plus restreint de ces espèces n'est qu'occasionnellement pris sur singe à 12 m au cours des captures crépusculaires.

#### 4. Caractéristiques essentielles des vecteurs potentiels de Dengue 2, à Sokala-Sobara

##### 4.1. DONNÉES BIOÉCOLOGIQUES

La bioécologie des 4 espèces de moustiques impliquées dans les isolements du virus Dengue 2 a été déjà largement étudiée, car ce sont des vecteurs potentiels de fièvre jaune. A Sokala-Sobara, ces 4 espèces sont :

- Selvatiques
- Crépusculaires
- Anthropophiles et Simiophiles
- Dendrophiles

Le caractère selvatique se manifeste aussi bien par la nature des gîtes préimaginaux qui sont de petits récipients naturels mis en eau par les

pluies (essentiellement des creux d'arbre), que par le comportement des adultes bien qu'*A. furcifer/taylori*, et dans une moindre mesure *A. luteocephalus*, puissent aller piquer l'homme dans les villages lorsqu'ils sont proches des galeries forestières (Cordellier, 1978).

L'agressivité est essentiellement crépusculaire à Sokala-Sobara, comme partout ailleurs en Afrique de l'Ouest et en Afrique Centrale. On n'a pas observé comme en Afrique Centrale pour *A. africanus*, l'effet d'intrusion tel qu'il est défini par Germain *et al.* (1973) au Cameroun.

L'anthropophilie de ces 4 espèces est connue depuis longtemps, même si elle n'est pas totale et exclusive, comme les observations faites au Nigeria par Service (1964, 1965) peuvent le laisser penser. La simiophilie d'*A. africanus* est bien établie, et, peut-être pour cette raison, l'habitude a été prise de considérer comme certain ce qui n'était que vraisemblable, à savoir qu'une espèce anthropophile était automatiquement simiophile. L'étude en cours à Sokala-Sobara (tabl. IV, fig. 3), montre que tel est bien le cas pour les 4 espèces de vecteurs potentiels de Dengue 2. On note qu'à 12 m, le nombre de femelles des 4 espèces réunies

TABLEAU IV

Importance relative des 6 espèces d'*Aedes* primatophiles : (1) pour chacun des trois types de capture pratiqués de juillet 80 à novembre 81 (% en ligne) ; (2) agressivité comparée de chaque espèce selon l'appât et le niveau (% en colonnes). Les valeurs absolues sont égales au cumul de l'agressivité mensuelle moyenne d'une espèce pour un appât/soirée, de juillet 80 à novembre 81.

	<i>A. aegypti</i>		<i>A. africanus</i>		<i>A. opok</i>		<i>A. luteocephalus</i>		<i>A. furcifer</i>		<i>A. taylori</i>		
HOMME AU SOL	3,85	4,8%	10,07	12,5%	6,28	7,8%	25,21	31,3%	7,75	9,6%	27,48	34,0%	100%
	77,0%		10,1%		6,7%		5,5%		54,0%		9,3%		
HOMME A 12 M	0,74	0,2%	41,18	10,0%	39,31	9,5%	189,29	45,9%	4,04	1,0%	138,28	33,5%	100%
	14,8%		41,5%		42,3%		41,7%		28,1%		46,8%		
SINGE A 12 M	0,41	0,1%	48,06	10,1%	47,35	10,0%	246,05	51,9%	2,57	0,5%	129,84	27,4%	100%
	8,2%		48,4%		51,6%		53,4%		17,8%		43,9%		
Total	5,00	0,5%	99,31	10,3%	92,94	9,6%	460,55	47,6%	14,36	1,5%	295,60	30,5%	100%
	100,0%		100,0%		100,0%		100,0%		100,0%		100,0%		

venues se poser sur un singe de 3 à 4 kg est sensiblement supérieur au nombre de celles qui se sont posées sur un homme de 60 à 70 kg, ce qui dénote une attractivité supérieure du singe. Cette

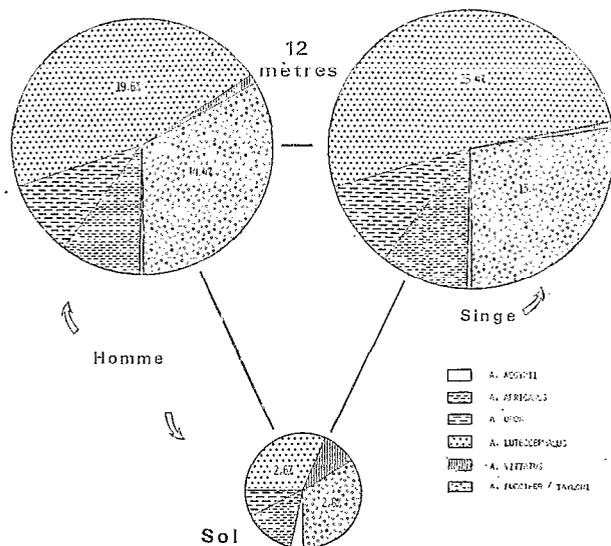


FIG. 3. — Agressivité comparée des vecteurs potentiels de fièvre jaune à Sokala-Sobara, sur homme au niveau du sol et à 12 mètres, et sur singe à 12 m, dans la canopée (Galeries forestières).

simiophilie est prépondérante sur l'anthropophilie chez *A. luteocephalus* et *A. opok*, et moins marquée chez *A. africanus* ; par contre *A. furcifer/taylori* serait plus anthropophile que simiophile. Il est donc possible de parler de primatophilie de ces espèces, étant entendu que la part respective des repas sur homme et sur singe observée à Sokala-Sobara est très probablement un caractère variable.

L'observation de la répartition verticale de l'activité entre les différents étages du milieu — proximité du sol et canopée — montre une nette tendance à piquer dans la voûte forestière plutôt qu'au niveau du sol. (tabl. IV, fig. 3). Cette dendrophilie n'est toutefois que partielle. *A. luteocephalus* est l'espèce chez qui elle s'exprime le plus fortement, et *A. africanus* celle qui pique le plus volontiers près du sol ; ceci contraste fortement avec le comportement de ce moustique en forêt primaire, où il est exceptionnel qu'il soit capturé à ce niveau (Cordellier et Akoliba, 1981).

#### 4.2. DYNAMIQUE DES POPULATIONS

Le volume global des pluies au cours d'une année ne joue qu'un rôle secondaire dans le développement des populations de moustiques sténotoxes, alors que la distribution de ces pluies est déterminante (Cordellier *et al.*, 1974 ; Cordellier,

TABLEAU V

Variations mensuelles de la densité apparente des *Aedes* primatophiles, au niveau du sol, sur tour à 12 m (moyenne homme et singe), et cumulée pour les deux niveaux (\*) (cette dernière valeur sert à établir les graphiques de la figure 1).

		A	K	J	Jt	A	S	O	N
<i>A. segypti</i>	au sol	0,15	0,28	0,12	0,30	0,24	0,15	0,11	0,50
	sur tour	0	0,08	0,17	0,07	0,04	0	0	0,16
	:: sol + tour	0,15	0,36	0,39	0,37	0,28	0,15	0,11	0,66
<i>A. vittatus</i>	au sol	0,38	0,60	0,97	0,84	0,78	0,04	0,22	0,09
	sur tour	0	0,08	0,42	0,16	0,70	0,37	0,04	0,04
	:: sol + tour	0,38	0,68	1,39	1,00	1,43	0,41	0,26	0,13
<i>A. africanus</i>	au sol	0,17	0,47	0,36	0,37	0,93	1,70	1,05	0,63
	sur tour	1,75	0,50	1,42	2,16	2,73	4,75	4,16	4,00
	:: sol + tour	1,92	0,97	1,78	2,53	3,66	6,45	5,21	4,63
<i>A. opok</i>	au sol	0,31	0,62	0,64	0,43	0,54	0,91	0,71	0,28
	sur tour	1,50	2,75	3,67	3,61	4,00	5,45	5,50	2,96
	:: sol + tour	1,81	3,37	4,31	4,04	4,54	6,36	6,21	3,24
<i>A. luteocephalus</i>	au sol	0,65	2,43	1,78	0,99	3,52	3,24	6,76	0,89
	sur tour	7,50	14,42	12,25	11,35	17,01	22,79	45,02	13,84
	:: sol + tour	8,15	16,85	14,03	12,34	20,53	26,03	51,78	14,73
<i>A. furcifer</i> / <i>taylori</i>	au sol	2,75	7,53	4,40	1,94	1,07	3,54	1,49	0,46
	sur tour	17,50	25,75	20,00	10,00	4,96	13,89	8,57	2,80
	:: sol + tour	20,25	33,28	24,40	11,94	6,03	17,42	10,06	3,26
← PERIODE DE CIRCULATION DU VIPUS DENGUE 2. →									

1978). A Sokala-Sobara ce rythme est bimodal et conduit à une dynamique de population semblable pour les 3 espèces de *Stegomyia*, et bien différente de celle du groupe *furcifer/taylori* (tabl. V, fig. 1).

*A. africanus* comme *A. opok* n'atteignent jamais de fortes densités. L'installation de leurs populations suit les premières pluies. La petite saison sèche détermine la présence d'un palier ou d'une légère diminution de densité au mois de juillet. L'acmé est atteinte en septembre/octobre.

*A. luteocephalus* suit un rythme identique mais, cette espèce atteignant les densités les plus fortes, avec des accentuations plus nettes. Le maximum de densité est atteint en octobre avec une valeur triple de celle observée en mai, au cours de la petite saison des pluies. La décroissance est ensuite très rapide mais des femelles sont encore capturées en décembre.

*A. furcifer* et *A. taylori* sont deux espèces que nous ne savions pas différencier en 1980, et par conséquent, le rythme saisonnier observé est la résultante de celui de deux populations. Les identifications effectuées sur génitalia mâles font apparaître une quasi disparition d'*A. taylori* après le

mois d'août 80, alors que cette espèce représente jusqu'à 20 % du groupe du cours de la première partie de la saison des pluies. L'apparition des populations est précoce et leur accroissement rapide puisqu'on note en avril un niveau d'agressivité qui ne sera atteint qu'au mois d'août par *A. luteocephalus*. L'acmé est atteinte en mai, puis les densités décroissent très rapidement pour atteindre en août une valeur plancher 5 fois plus faible que celle de l'acmé, à peine supérieure à celles d'*A. africanus* et *A. opok*. Un second accroissement rapide mais bref conduit à l'établissement d'un pic secondaire en septembre. La décroissance terminale est plus lente que celle observée après le mois de mai, et des femelles sont encore capturées au mois de décembre.

## 5. Considérations épidémiologiques

### 5.1. REMARQUES PRÉLIMINAIRES

#### 5.1.1. Facilité des isolements

Roche *et al.* (1983) font justement remarquer

la facilité avec laquelle les isolements ont pu être réalisés, avec une méthode réputée la plus mauvaise qui soit pour mettre en évidence les virus de la Dengue. Il est absolument certain que la technique utilisée pour la mise en lots et leur conservation joue un grand rôle dans ce résultat. La mise en azote liquide de moustiques vivants, qui n'en sortent plus jusqu'au moment de leur préparation pour l'inoculation aux souriceaux nouveau-nés, permet évidemment la meilleure conservation qui soit du titre initial de virus. Ce titre initial devait donc être élevé. Ce fait traduit l'existence d'une très forte amplification par les relais vertébrés, de la circulation virale dans l'écosystème de Sokala-Sobara.

#### 5.1.2. Existence d'un foyer naturel africain de Dengue 2

Des isolements de Dengue 2 ont été obtenus au Nigeria, principalement à partir de malades fébriles (Carey et Causey, 1971). Toujours au Nigeria, ce virus a été isolé à partir d'un lot d'*A. aegypti* domestique et d'un lot d'*A. (Stegomyia)* sp. d'origine non précisée (Moore *et al.*, 1975). L'isolement à partir d'un lot d'*A. luteocephalus*, en 1974 au Sénégal (Robin *et al.*, 1980) est le seul qui, par l'origine selvatique certaine des moustiques incriminés, permettait jusqu'ici d'envisager l'existence d'un cycle selvatique du virus Dengue 2 en Afrique.

L'isolement de 28 souches, dont une à partir d'un lot de mâles, de moustiques selvatiques, montre sans discussion possible, l'existence d'un foyer naturel de Dengue 2 en Afrique. Les 68 isolements obtenus de moustiques selvatiques capturés dans la région de Bobo-Dioulasso (Hervy *et al.*, en préparation) confirment s'il en est encore besoin, l'existence d'un tel foyer.

#### 5.2. LES SINGES A SOKALA-SOBARA

Le virus Dengue 2 n'a été isolé que de moustiques dont la primatophilie est très largement dominante, sinon absolue, à l'exclusion des espèces dont les préférences trophiques vont vers les rongeurs, les bovidés, les oiseaux et autres vertébrés (Rickenbach *et al.*, 1974).

L'isolement récent du virus Dengue 2 d'un sérum de singe par l'Institut Pasteur de Dakar (Comm. Colloque Microbio. trop., Abidjan, mars 82) vient confirmer l'hypothèse selon laquelle les singes assureraient un rôle essentiel dans l'épidémiologie de la Dengue 2. L'absence de mise en évidence

de ce virus chez des vecteurs non primatophiles ne permet évidemment pas d'exclure définitivement les vertébrés autres que les singes, mais elle conduit à ne leur accorder, éventuellement, qu'un rôle très secondaire.

L'enquête réalisée à notre demande par le Laboratoire de Mammalogie du Centre O.R.S.T.O.M. d'Adiopodoumé (Abidjan), en mars 1980, précise quelques points d'intérêt épidémiologique (Galat et Galat-Luong, 1980). Trois espèces peuplent l'écosystème de Sokala-Sobara : *Erythrocebus patas* (singe rouge ou singe pleureur), *Cercopithecus aethiops sabaeus* (singe vert ou callitriche) et *Papio anubis* (babouin doguera). Ces espèces n'étaient représentées, au moment de l'enquête, que par une bande chacune, composée au plus d'une dizaine d'individus. Les grandes facultés de déplacement de ces espèces, particulièrement des Patas, permet d'envisager la fréquentation de l'écosystème de Sokala-Sobara par un nombre de bandes deux fois, voire trois plus élevé, ce qui ne porterait même pas le nombre des singes susceptibles de se trouver dans ce secteur, à un moment ou un autre, à une centaine d'individus.

Les Callitriches manifestent une tendance plus arboricole que les deux autres espèces, ce qui ne les empêche pas de se déplacer au sol hors des galeries forestières. Les Patas, quant à eux, peuvent parcourir jusqu'à 25 ou 30 km en une journée, ce qui confère à leur territoire une étendue particulièrement vaste. Tous ces singes ont leurs dortoirs dans les arbres, mais la comparaison du comportement de chaque espèce amène à faire du Patas le meilleur hôte vertébré du virus Dengue 2. En effet, cette espèce, contrairement aux deux autres, est déjà installée dans ses sites de repos nocturne lors du crépuscule, au moment où les moustiques vecteurs sont les plus actifs. Les singes verts, qui ont repéré avant le crépuscule le site où ils vont passer la nuit (Galat, comm. pers.), ne s'y installent qu'après la tombée du jour, et les babouins choisissent plus rarement les arbres des galeries forestières pour leur repos nocturne. Cette hypothèse demande toutefois vérification.

On notera enfin que les dortoirs, s'ils ne sont fréquentés que par une seule espèce à la fois, le sont en revanche successivement par plusieurs, ou par des bandes différentes de la même espèce. Il en résulte que les moustiques présents sur un site donné, et dont les déplacements sont relativement restreints, peuvent assurer une transmission entre plusieurs bandes de singes, en restant sur place.

## 5.3. ANALYSE DE LA CIRCULATION VIRALE À SOKALA-SOBARA

Les principales caractéristiques de la circulation du virus Dengue 2 à Sokala-Sobara, sont résumées dans le tableau VI; on se rapportera également à la figure 2 où la chronologie des isoléments est représentée pour chaque espèce.

## 5.3.1. Origine du virus

Il est très important de savoir si le virus Dengue 2 était déjà présent dans l'écosystème de Sokala-Sobara, avant sa mise en évidence à la fin du mois de mai 1980, en début de saison des pluies,

ou bien si cette mise en évidence a suivi de peu son introduction.

La première hypothèse est parfaitement envisageable, ne serait-ce qu'en raison de l'existence probante d'une transmission verticale par voie transovarienne que l'isolement réussi à partir d'un lot de mâles d'*A. furcifer/taylori* suggère; toutefois aucune souche n'avait été isolée en 1978 et 1979 malgré une surveillance continue. La même remarque est vraie pour la région de Bobo-Dioulasso. Une preuve de la qualité de la surveillance dans cette dernière zone est fournie par l'isolement de 5 souches de fièvre jaune (Hervy *et al.*, 1979). D'autre part, la très forte amplifica-

TABLEAU VI

Principales caractéristiques de la circulation du virus Dengue 2 dans l'écosystème de Sokala-Sobara, entre le mois de mai et le mois d'octobre 1980, avec les valeurs d'encadrement pour avril et novembre.

		A	M	J	Jt	A	S	O	N
A. FURCIFER / TAYLORI	Nombre de femelles inoculées	228	746	495	257	254	493	506	86
	Nombre de lots inoculés	11	26	18	10	10	18	19	4
	NOMBRE DE SOUCHES ISOLEES		1	6	6	1		2	
	TAUX MINIMUM D'INFESTATION		1,3%	12,1%	23,3%	3,9%		3,9%	
	AGRESSIVITE SOL + TOUR "	20,3	33,3	24,4	11,9	6,0	17,4	10,0	3,3
A. LUTEO-LEPHALUS	Nombre de femelles inoculées	65	292	247	201	570	661	2335	374
	Nombre de lots inoculés	3	11	10	8	21	23	80	14
	NOMBRE DE SOUCHES ISOLEES			3	2	2			
	TAUX MINIMUM D'INFESTATION			12,1%	10,0%	3,5%			
	AGRESSIVITE SOL + TOUR "	8,2	16,9	14,00	12,3	20,5	26,0	51,8	14,7
A. OFOK	Nombre de femelles inoculées	18	69	86	80	119	170	304	84
	Nombre de lots inoculés	2	3	4	4	5	7	12	4
	NOMBRE DE SOUCHES ISOLEES				1	1	1		
	TAUX MINIMUM D'INFESTATION				12,5%	8,4%	5,9%		
	AGRESSIVITE SOL + TOUR "	1,8	3,4	4,3	4,0	4,5	6,4	6,2	3,2
A. AFRICANUS	Nombre de femelles inoculées	20	35	41	55	111	203	299	121
	Nombre de lots inoculés	2	2	2	3	6	8	11	6
	NOMBRE DE SOUCHES ISOLEES						1		
	TAUX MINIMUM D'INFESTATION						4,9%		
	AGRESSIVITE SOL + TOUR "	1,9	1,0	1,6	2,5	3,7	6,5	5,1	4,6
TOTAL	Nombre de femelles inoculées	331	1143	869	593	1054	1527	3444	665
	Nombre de lots inoculés	18	42	34	25	42	56	122	28
	NOMBRE DE SOUCHES ISOLEES		1	9	9	4	2	2	
	TAUX MINIMUM D'INFESTATION		0,9%	10,4%	15,2%	3,8%	1,3%	0,6%	
	AGRESSIVITE SOL + TOUR "	33,2	54,6	44,5	30,7	34,7	56,3	73,1	25,8

tion virale plaide en faveur d'une introduction récente. En effet la très faible population simienne n'eut pas permis d'avoir suffisamment de sujets réceptifs en 1980 si le virus avait circulé l'année précédente. Donc selon une probabilité élevée, il y a tout lieu de penser que le virus Dengue 2 a été introduit dans l'écosystème de Sokala-Sobara au début de la saison des pluies 1980. Toutefois l'origine du virus est encore inconnue et les hypothèses que l'on peut envisager sont encore insuffisamment étayées pour que l'on puisse en faire état.

5.3.2. Rôle de l'homme

Apparemment il n'y a pas eu de preuves absolues du passage du virus chez l'homme, ni au point de vue clinique, ni au point de vue sérologique (Roche *et al.*, 1983). Ceci confirme les suspicions qui planent sur les singes comme seuls hôtes impliqués dans cet épisode viral.

5.3.3. Processus de la circulation virale

L'examen des données brutes fait apparaître une durée de circulation du virus de 5 mois minimum. Il s'est en effet écoulé très exactement 160 jours entre la date du premier isolement et celle du dernier.

Le taux d'infection (TX. INF), instrument de mesure choisi, est calculé de la manière suivante :

$$TX. INF = \frac{\text{Nombre de souches isolées} \times 1000}{\text{Nombre de femelles inoculées}}$$

La valeur obtenue exprime le nombre minimum de femelles infectées pour 1 000. Étant donné la relative uniformité du nombre de femelles par lot, une expression semblable est obtenue au moyen des pourcentages de souches par rapport au nombre de lots inoculés.

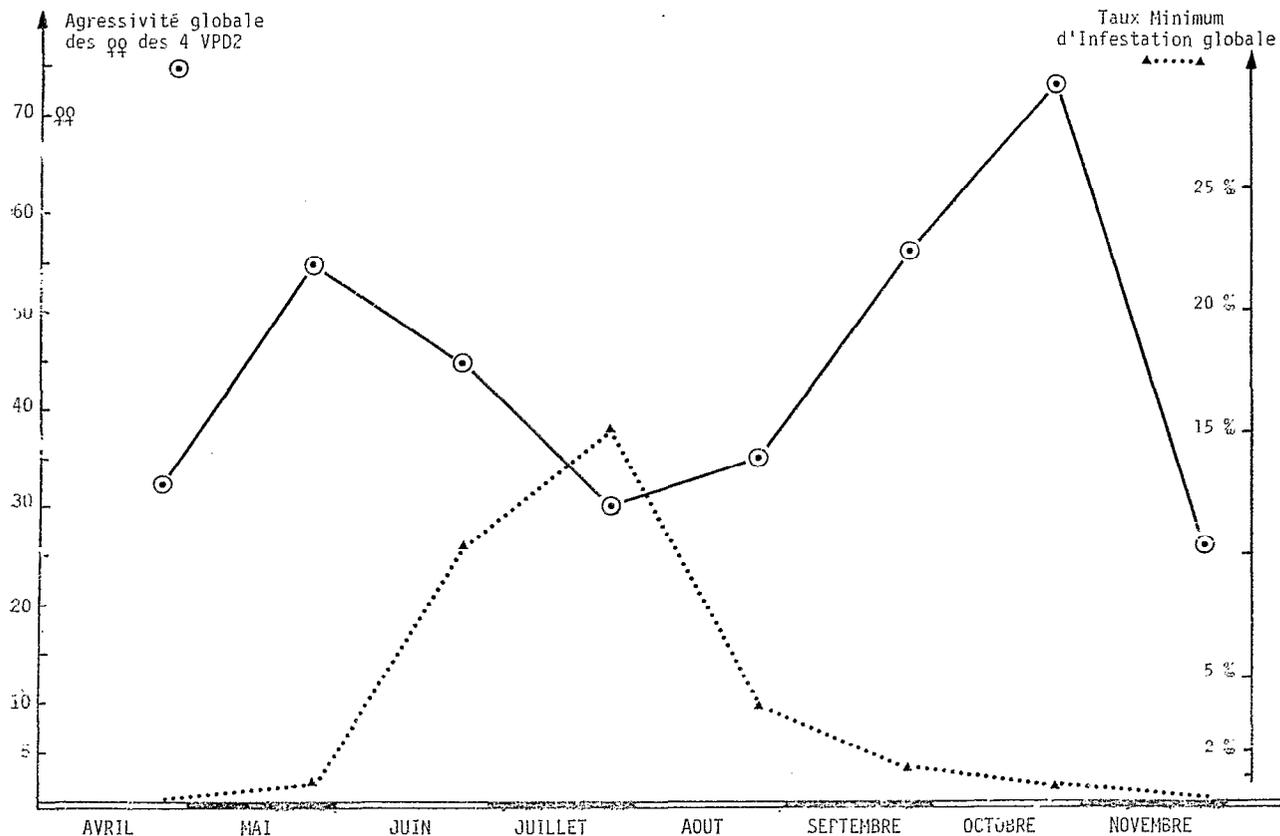


FIG. 4. — Évolution du taux minimum d'infection globale des 4 vecteurs potentiels de Dengue 2 (VPD 2) à Sokala-Sobara, et dynamique de leurs populations.

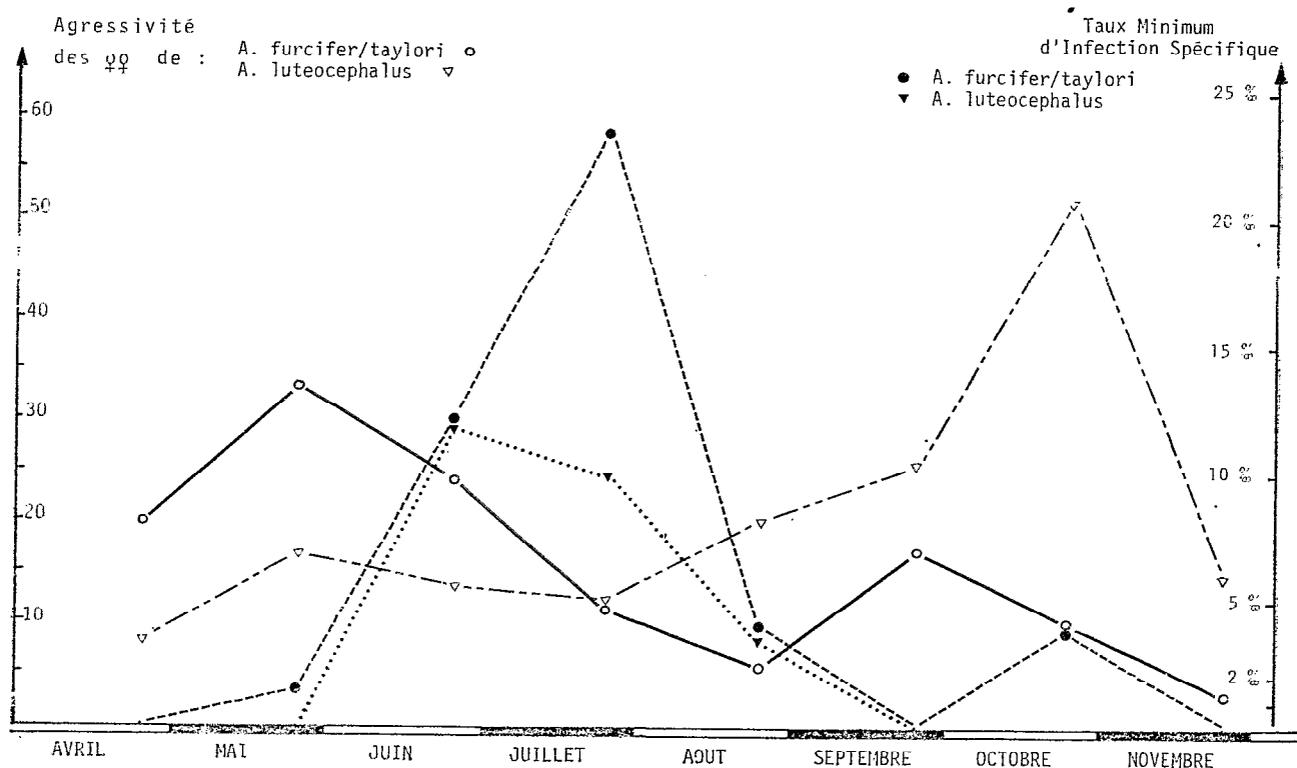


FIG. 5. — Évolution des taux minimaux d'infection d'*A. furcifer/taylori* et d'*A. luteocephalus*, et dynamique de leurs populations.

L'analyse globale de la circulation, faisant abstraction de la plurispécificité de la transmission, conduit à penser que celle-ci débute à la fin du mois de mai, s'accroît très fortement pour culminer à la fin du mois de juillet, puis régresse assez rapidement pendant un mois et plus lentement ensuite pour s'éteindre fin octobre ou début novembre (fig. 4).

Il n'est cependant pas certain que les choses se soient passées aussi simplement. La figure 5 où est représentée l'évolution du taux d'infection des deux vecteurs potentiels principaux, *A. furcifer/taylori* et *A. luteocephalus*, peut en effet faire penser que la transmission n'est pas assurée de la même manière par chacune des espèces incriminées. Elle montre également que ces deux vecteurs ne semblent plus être impliqués dans la transmission du virus Dengue 2 dès le mois de septembre. L'isolement d'une souche à partir d'un lot de mâles d'*A. furcifer/taylori* au mois d'octobre, ainsi que de 2 souches à partir de femelles de ce groupe, pourraient relever d'un mode de transmission de type vertical.

## 6. Conclusions

La surveillance de la fièvre jaune dans sa zone d'émergence endémique a permis d'isoler 28 souches du virus Dengue 2 à partir de 4 espèces d'*Aedes* primatophiles, également vecteurs potentiels de fièvre jaune.

L'existence d'un foyer naturel africain de cette arbovirose est ainsi prouvée.

Un isolement obtenu à partir d'un lot de mâles d'*A. furcifer/taylori* permet en outre de montrer, comme pour la fièvre jaune, que la transmission verticale par voie transovarienne est probable pour le virus Dengue 2.

Les indices d'un passage de ce virus chez l'homme sont encore faibles, et de toute manière, il n'a entraîné aucune manifestation grave. Dans une zone où plusieurs cas de fièvre jaune sont apparus en 1977, avec des densités vectorielles plus faibles (Chippaux *et al.*, 1981), le virus Dengue 2 n'a apparemment que peu touché les habitants. L'hypothèse émise par Rickenbach et Mouchet

(1981) selon laquelle les souches virales pourraient varier selon les vecteurs, trouverait ici une confirmation. Les souches du Sud-Est Asiatique et du Pacifique seraient plus virulentes pour l'homme; cela expliquerait alors la rareté des Dengues humaines en Afrique, hors des agglomérations où, comme à Ibadan au Nigeria, *A. uegypti* est le vecteur (Moore *et al.*, 1975).

## REMERCIEMENTS

Nous remercions Messieurs les Directeurs du Centre

O.R.S.T.O.M. d'Adiopodoumé et de l'Institut Pasteur de Côte d'Ivoire qui ont mis à notre disposition les moyens nécessaires à la réalisation de notre travail dans les meilleures conditions possibles.

Nous sommes très reconnaissants à MM. Jean Mouchet, Max Germain, et Jacques Brengues, entomologistes médicaux de l'O.R.S.T.O.M., pour l'aide et les conseils qu'ils nous ont amicalement donnés.

*Manuscrit reçu au Service des Éditions de l'O.R.S.T.O.M.  
le 6 octobre 1983*

## BIBLIOGRAPHIE

- CAREY (D. E.), CAUSEY (O. R.), REDDY (S.) et COOKE (A. R.), 1971. — Dengue viruses from febrile patients in Nigeria, 1964-1968. *Lancet*, i : 105.
- CHIPPAUX (A.), CHIPPAUX-HYPPOLITE (Cl.), MONTENY-VANDERVORST (N.) et SOULOUMIAC-DEPREZ (D.), 1981. — Diagnostic de plusieurs cas de fièvre jaune en zone d'émergence endémique en Côte d'Ivoire. *Méd. trop.*, 41, 1 : 54-61.
- CORDELLIER (R.), 1978. — Les vecteurs potentiels sauvages dans l'Épidémiologie de la fièvre jaune en Afrique de l'Ouest. *Trav. et Doc. de l'O.R.S.T.O.M.*, n° 81, Paris, 258 p.
- CORDELLIER (R.) et AKOLIBA (P.), 1981. — Les moustiques de la forêt sempervirente du Sud-Ouest Ivoirien. 1. Étude du contact entre l'homme et les vecteurs potentiels de fièvre jaune au niveau du sol. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Ent. méd. et Parasitol.*, vol. XIX, n° 4 : 297-301.
- CORDELLIER (R.), GERMAIN (M.) et MOUCHET (J.), 1974. — Les vecteurs de fièvre jaune en Afrique. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Ent. méd. et Parasitol.*, vol. XII, n° 1 : 57-75.
- CORDELLIER (R.), GERMAIN (M.), HERVY (J.-P.) et MOUCHET (J.), 1977. — Guide pratique pour l'étude des vecteurs de fièvre jaune en Afrique et Méthodes de lutte. *Init. Doc. Tech. O.R.S.T.O.M.*, n° 33, Paris, 114 p.
- GALAT (G.) et GALAT-LUONG (A.), 1980. — Données écologiques sur les Singes de la région de Dabakala et du Parc National de la Comoé (Côte d'Ivoire). *Rapp. de mission multigr*; Centre O.R.S.T.O.M. d'Adiopodoumé, Abidjan (R.C.I.), 14 p.
- GERMAIN (M.), ÉOUZAN (J.-P.), FERRARA (L.) et BUTTON (J.-P.), 1973. — Données complémentaires sur le comportement et l'écologie d'*Aedes africanus* (Theobald) dans le nord du Cameroun Occidental. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Ent. méd. et Parasitol.*, vol. XI, n° 2 : 127-146.
- GUILLAUMET (J. L.) et ADJANOHOUN (E.), 1971. — La végétation *in* Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire. *Mém. O.R.S.T.O.M.*, Paris, n° 50, 104 p.
- HERVY (J.-P.), COURTOIS (B.), COURET (D.), MONTENY-VANDERVORST (N.), SOULOUMIAC-DEPREZ (D.), SALAUN (J.-J.) et CHIPPAUX (A.), 1979. — Isolement de virus amaril et d'autres arbovirus à partir d'*Aedes* (*Stegomyia*) capturés en savane soudanienne près de Bobo-Dioulasso (Haute-Volta). *Rapp. fin. 19<sup>e</sup> Conf. Techn. O.C.C.G.E.*, Bobo-Dioulasso.
- MOORE (D. L.), CAUSEY (O. R.), CAREY (D. E.), REDDY (S.), COOKE (A. R.), AKINKUGBE (F. M.), DAVID-WEST (T. S.) et KEMP (G. E.), 1975. — Arthropod-borne viral infections of Man in Nigeria, 1964-1970. *Ann. Trop. Med. Parasit.*, 69, 1 : 49-64.
- RICKENBACH (A.), BOREHAM (P. F. L.), WEITZ (B.), GERMAIN (M.) et ÉOUZAN (J.-P.), 1974. — Étude des préférences trophiques des moustiques (Diptera, Culicidae) de la région de Yaoundé (Cameroun) par la méthode des tests de précipitines. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Ent. méd. et Parasitol.*, vol. XII, n° 3 : 179-189.
- RICKENBACH (A.) et MOUCHET (J.), 1981. — Les Diptères hématophages vecteurs d'arbovirus en Afrique. *Méd. trop.*, 41, 1 : 13-22.
- ROBIN (Y.), CORNET (M.), HÈME (G.) et LE GONIDEC (G.), 1980. — Isolement du virus de la Dengue au Sénégal. *Ann. Virol. (Inst. Pasteur)*, 131 E : 149-154.
- ROCHE (J.-C.), CORDELLIER (R.), HERVY (J.-P.), DIGOUTTE (J.-P.) et MONTENY (N.), 1983. — Isolement de 96 souches de virus Dengue 2 à partir de moustiques capturés en Côte d'Ivoire et Haute Volta. *Ann. Virol. (Inst. Pasteur)*, 134 E : 233-244.
- SERVICE (M. W.), 1964. — The attraction of mosquitoes by animal baits in the Northern Guinea Savannah of Nigeria. *J. ent. Soc. S. Afr.*, 27 : 29-36.
- SERVICE (M. W.), 1965. — The identification of blood meals from Culicid mosquitoes from Northern Nigeria. *Bull. ent. Res.*, 55 : 637-643.