

Enquête épidémiologique et sérologique sur les arboviroses dans la basse vallée de l'Omo (Ethiopie méridionale) *

F. RODHAIN,¹ C. HANNOUN,² & D. METSELAAR³

Afin de compléter les données recueillies lors d'investigations sur les arbovirus menées au Kenya et en Ouganda, on a effectué une enquête similaire dans la basse vallée de l'Omo, dans le sud de l'Ethiopie.

L'examen des sérums prélevés chez les habitants de cette région a montré des variations notables, suivant les villages, du taux de positivité globale vis-à-vis des arbovirus et de la nature des anticorps décelés. Une hypothèse est formulée pour expliquer cette hétérogénéité des réponses sérologiques.

Le virus amaril semble peu actif dans la basse vallée de l'Omo qui représente vraisemblablement la limite méridionale de l'extension de l'épidémie de fièvre jaune qui a sévi en Ethiopie de 1960 à 1962.

La grande épidémie de fièvre jaune qui, de 1959 à 1962, a sévi au Soudan d'une part (région du Nil Bleu) et en Ethiopie d'autre part (vallées de l'Omo et de la Didessa) a donné lieu à plusieurs études épidémiologiques (notamment: Berdonneau et al., 1961; Sérié et al., 1968). Par la suite, en 1966, de nouveaux cas furent signalés en Ethiopie, à l'est du lac Marguerite et le virus semble maintenant implanté dans cette région.

Un certain nombre d'enquêtes sérologiques ont été effectuées durant les cinq dernières années, tant dans les régions touchées de façon notoire par l'épidémie que dans les régions avoisinantes. C'est ainsi que furent prospectées les zones suivantes:

— Kenya: région du lac Victoria, districts de Kitui et de Malindi (Geser, Henderson & Christensen, 1970); district du Nord, à l'ouest du lac Rodolphe: Lokitaung, Lokichokio, Lodwar (Henderson et al., 1968); à l'est du lac Rodolphe: Marsabit, Moyale (Henderson et al., 1968); Ileret, Garissa, Loglogo, Maikona et Marsabit (Metselaar et al., 1970; Henderson et al., 1970);

— Somalie: district de Giohar (Henderson et al., 1968);

— Ouganda: district de Karamoja (Henderson et al., 1968); régions de Kigezi, Karamoja, Mengo, West Nile, Madi et Bwamba (Henderson, Kirya & Hewitt, 1970).

Pour notre part, dans le cadre de l'Expédition française de l'Omo (mission paléontologique du Centre national de la Recherche scientifique dirigée par Y. Coppens), nous avons effectué une enquête semblable en Ethiopie, dans la basse vallée de l'Omo, région jusque-là non prospectée (août et septembre 1971). Cette enquête sérologique fut menée de pair avec une enquête entomologique dans la même zone, commencée en 1968 et 1969 et continuée en 1971 (Rodhain, 1971, 1972).

PRÉSENTATION DE LA RÉGION PROSPECTÉE

Topographie

La basse vallée de l'Omo est une plaine alluviale qui fait partie de la grande cassure africaine qu'est la « Rift Valley » et se prolonge par la cuvette du lac Rodolphe (voir carte). Au milieu de cette vallée, le fleuve Omo déroule ses méandres compliqués.

Sur la rive occidentale de l'Omo, la seule qui fut étudiée, s'étale un plateau supportant une petite chaîne de volcans récents: les monts Nakua. L'altitude moyenne de cette zone est d'environ 500 m.

* Cette recherche a bénéficié d'une subvention de l'Organisation mondiale de la Santé.

¹ Assistant à l'Institut Pasteur de Paris, France.

² Professeur à l'Institut Pasteur de Paris.

³ Chef de la Section de virologie du Medical Research Centre Nairobi (Department of the Royal Tropical Institute, Amsterdam, Pays-Bas).

constitué par l'Omo et ses affluents, un seul cours d'eau existe dans la région: la rivière Kibish, qui longe le flanc ouest des monts Nakua, pour se perdre dans le sol avant d'atteindre le lac. Son régime apparaît différent de celui de l'Omo et leurs origines sont bien distinctes. Généralement sèche en juillet-août, la Kibish se remplit en septembre. Pendant la saison sèche, les habitants obtiennent toutefois de l'eau en creusant des trous profonds de 1 à 8 m dans le lit de la Kibish afin d'abreuver leur bétail, ce qui montre la faible profondeur de la nappe phréatique à cet endroit. Quelques marais temporaires existent çà et là près de l'Omo. C'est le cas notamment des marais situés près des villages de Weleso (III, IV) et de Cungura (I, II). Sans communication directe avec le fleuve, secs durant une grande partie de l'année, ils se remplissent lors de la remontée de la nappe phréatique.

Climatologie

Cette région est soumise à un climat semi-désertique. D'une façon générale, l'année comprend, au dire des habitants, une période humide (janvier à juin) et une période sèche (juillet à décembre). L'hygrométrie atmosphérique est toutefois relativement élevée, de l'ordre de 20% aux heures chaudes, et de 50 à 60% durant la nuit (mois de juillet et août). La température est habituellement élevée, atteignant généralement 37°C ou 38°C vers 14 heures, et retombant entre 20°C et 25°C la nuit (mois de juillet et août). Le vent dominant, rarement violent, souffle du sud.

Végétation

Elle est avant tout conditionnée par les quelques données climatologiques exposées ci-dessus. Le type de végétation dominant sur le plateau est une steppe boisée à *Acacia* et *Commiphora*, avec des zones plus ou moins vastes, recouvertes seulement de graminées, alors qu'ailleurs, cette végétation constitue des forêts claires ou des fourrés.

Plus au sud, dans la région de Kalam, la végétation naturelle est très altérée par le surpâturage des bovins et des chèvres; ce n'est pas le cas dans la zone occupée par les Nyangatom, la présence de glossines près du fleuve repoussant les troupeaux vers les monts Nakua et la Kibish (Ovazza & Rodhain, 1972).

Le long de l'Omo existe une galerie forestière discontinue; inexistante à certains endroits (convexité des méandres), habituellement large de 10 à 20 m, elle peut atteindre une centaine de mètres dans la

concavité de certaines courbes. Il s'agit d'une forêt sèche, composée d'arbres parfois très hauts et de lianes. Les zones marécageuses temporaires sont boisées, constituant un petit bosquet dont la tache verte tranche sur la savane environnante.

Peuplement humain

Hormis la région de Kalam, habitée par les Dassanetch (ou Marillé), une ethnie de langage kouchitique apparentée aux Galla, la zone prospectée est peuplée par une petite ethnie nilotique: les Nyangatom. Il s'agit d'une population sédentaire de pasteurs pratiquant la transhumance et se livrant assez peu à la culture (mil, ricin). L'étude ethnographique des Nyangatom est menée par S. Tornay, du laboratoire d'Ethnologie de l'Université de Paris-Nanterre.

Les Nyangatom vivent dans des huttes de branchages et de paille, de forme hémisphérique, groupées en petits villages d'environ 200 à 300 habitants disposés soit le long de l'Omo, à la lisière de la galerie forestière (Weleso, Cungura, Kañikañ), soit au voisinage du poste de Kibish. Les seules sources d'eau, pour le bétail comme pour les hommes, sont constituées par l'Omo et les marais temporaires voisins des villages, et, dans la région de Kibish, par les trous creusés dans le lit de la rivière atteignant la nappe souterraine.

MÉTHODES DE TRAVAIL

Nous avons réalisé, dans le pays nyangatom, deux enquêtes parallèles, l'une entomologique (missions 1968, 1969 et 1971), l'autre sérologique et virologique (mission 1971).

Enquête entomologique sur la faune culicidienne

Les résultats détaillés de ces recherches ont déjà été publiés (Rodhain, 1971, 1972) et nous ne ferons donc qu'en résumer brièvement ici les résultats. Nous avons prospecté tous les gîtes larvaires potentiels (rives de l'Omo et de ses affluents, marécages situés près des villages, rivière Kalam, mares résiduelles dans les ravins, trous d'approvisionnement en eau). Par ailleurs, nous avons capturé des culicidés adultes soit sur homme soit au piège lumineux CDC.

C'est en vain que nous avons cherché des adultes dans les huttes nyangatom, ou des larves de culicidés dans les faibles réserves d'eau disposées dans les calebasses à l'intérieur de ces habitations. La pose de pondoires-pièges n'a donné pratiquement aucun

résultat. Par ailleurs, aucun trou d'arbre, dans la galerie forestière très sèche de l'Omo, ne pouvait abriter de larves, du moins aux mois de juillet et août.

La liste des espèces culicidiennes présentes soit dans la zone de l'Omo, soit dans celle de Kibish est présentée dans le tableau 1.

Tableau 1. Espèces culicidiennes présentes dans la région étudiée (juillet-août)

Espèce	Omo	Kibish
<i>Anopheles gambiae</i>	+	+++
<i>An. pharoensis</i>	+++	—
<i>An. rivulorum</i>	+	—
<i>Mansonia africana</i>	+++	—
<i>M. uniformis</i>	+++	—
<i>Aedeomyia africana</i>	+++	—
<i>Uranotaenia balfouri</i>	+	—
<i>Ficalbia mimomyiaformis</i>	+	—
<i>F. splendens</i>	+	—
<i>F. malfeyti</i>	+	—
<i>Aedes sudanensis</i>	+	—
<i>Ae. albicosta</i>	+++	++
<i>Ae. circumluteolus</i>	++	—
<i>Culex poicillipes</i>	+	—
<i>C. univittatus</i>	+++	+++
<i>C. sinaiticus</i>	+	—

Enquête sérologique

Prélèvements. Nous avons pu effectuer un prélèvement de sang chez un certain nombre de Nyan-gatom, dans les villages des rives de l'Omo et dans différents hameaux Kibish. Le sang, recueilli sur anticoagulant, était décanté au camp de l'expédition. Le sérum fut conservé à +4°C jusqu'à la fin de la mission, soit durant une quinzaine de jours, puis rapporté à Paris. Au total, 290 sérums de Nyangatom, provenant de 10 villages ou hameaux, ont été ainsi testés, auxquels il convient d'ajouter 10 sérums de Dassanetch, soit au total 300 sérums. Selon le sexe et l'âge (préssumé), les individus se répartissent comme il est indiqué dans le tableau 2.

Désignation des localités

Villages des rives de l'Omo

- I : Cungura I
- II : Cungura II
- III : Weleso I
- IV : Weleso II
- V : Kañikañ

Hameaux de Kibish

- VI : Natir
- VII : Nawiatiir
- VIII : Lokwamuñan
- IX : Rukruk
- X : Nawiapua

Technique. Les sérums furent éprouvés par inhibition de l'hémagglutination (IH) vis-à-vis des 15 antigènes suivants:

- groupe A: chikungunya (CHIK), Sindbis (SIND), Semliki (SEM);
- groupe B: fièvre jaune (FJ), West Nile (WN)

Tableau 2. Répartition des sérums étudiés par localité, par groupe d'âge et par sexe

Localité	5-9 ans		10-14 ans		15-19 ans		20-29 ans		30 ans et plus		Total		Total général
	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	
Omo I	2	0	2	0	3	1	13	5	8	7	28	13	41
Omo II	1	3	2	2	2	0	2	2	11	5	18	12	30
Omo III	0	0	3	0	0	1	0	0	6	4	9	5	14
Omo IV	1	0	1	0	2	0	2	0	4	1	10	1	11
Omo V	0	0	1	0	0	0	0	0	2	1	3	1	4
Kibish VI	1	2	1	0	0	0	4	1	4	0	10	3	13
Kibish VII	0	1	6	0	2	0	0	1	5	6	13	8	21
Kibish VIII	6	4	7	5	2	2	10	5	12	6	37	22	59
Kibish IX	2	3	1	2	1	2	3	11	10	10	17	28	45
Kibish X	7	1	4	3	0	1	3	2	17	8	31	15	46
Kibish divers	0	0	0	0	1	0	4	0	1	0	6	0	6
Dassanetch	0	0	2	0	2	0	6	0	0	0	10	0	10
Total	20	14	30	12	15	7	47	27	80	48	192	108	300

Wesselsbron (WES), Spondweni (SPON), encéphalite de Saint-Louis (ESL), dengue 1 (D1), dengue 2 (D2), Zika (ZIK), Uganda S (UGS);

- groupe California: Tahyna (TAH);
- groupe Bunyamwera: Bunyamwera (BUN), Ilesha (ILE).

L'IH est effectuée selon la méthode habituelle au laboratoire, c'est-à-dire après traitement au kaolin pour les sérums humains, après traitement à l'acétone pour les sérums animaux. La réaction est faite avec un contact rapide (1 heure, température du laboratoire) entre les dilutions de sérum et 8 unités d'antigène. Dans ces conditions, un titre de 1/10 est considéré comme significatif.

Enquête chez les animaux

Vertébrés. Un très petit nombre d'animaux sauvages ont pu être piégés ou tués. Les animaux capturés vivants (rongeurs piégés dans les villages) étaient sacrifiés, après prélèvement de leurs ectoparasites. Leur sérum, conservé à +4°C, a été examiné pour la recherche d'anticorps. Quelques organes: cerveau, reins, rate, furent prélevés, conservés en azote liquide, aux fins d'isolement de virus à Nairobi. En ce qui concerne les animaux tués (oiseaux, carnivores), seul le sérum fut recueilli et traité comme précédemment.

Invertébrés. En raison de l'impossibilité d'un approvisionnement régulier en azote liquide, nous n'avons pu congeler qu'un faible nombre de moustiques en vue d'essais d'isolement de virus; 17 lots de 50 culicidés (*Culex univittatus* essentiellement), recueillis à l'aide de pièges lumineux CDC, au village de Cungura, ont été examinés à Nairobi.

RÉSULTATS

Sérums humains

Pourcentage de positivité globale selon la localité. Le tableau 3 montre le pourcentage par localité des sérums dans lesquels la présence d'anticorps fut mise en évidence pour un au moins des arbovirus recherchés. Ces résultats montrent des différences parfois importantes entre les divers villages, certaines de ces différences étant clairement significatives malgré la taille parfois réduite des effectifs.

Pourcentage de positivité globale selon le sexe. L'analyse des résultats par sexe a montré que les différences entre sujets masculins et féminins ne sont pas significatives et il est possible de ne pas séparer les sexes dans l'analyse détaillée des résultats.

Réponses monospécifiques et réactions de groupe. Les tableaux 4 à 7 donnent, pour les quatre groupes d'arbovirus et selon les localités, les résultats des réponses monospécifiques et des réactions de groupe. L'analyse des réactions secondaires de groupe B en fonction de la fréquence et de l'intensité des réponses pour chaque virus de ce groupe est présentée dans le tableau 6.

Interprétation des résultats

Groupe A: d'après les données du tableau 4, les 3 virus testés (CHIK, SIND et SEM) semblent présenter dans la région un niveau d'activité faible; les réactions positives avec l'antigène CHIK dans la région de Kibish traduisent peut-être en fait la présence du virus o'nyong nyong.

Groupe B: les résultats consignés dans les tableaux 5 et 6 suggèrent la présence possible des virus West

Tableau 3. Pourcentage de positivité globale selon la localité

Localité	Nombre de sérums examinés	Sérums positifs		Localité	Nombre de sérums examinés	Sérums positifs	
		Nombre	%			Nombre	%
Omo I	41	37	90,2	Kibish divers	6	6	(100)
Omo II	30	22	73,3	Kibish VI	13	5	38,4
Omo III	14	9	64,2	Kibish VII	21	11	52,2
Omo IV	11	9	81,8	Kibish VIII	59	22	37,2
Omo V	4	2	(50)	Kibish IX	45	37	82,2
				Kibish X	46	32	69,5
Total Omo	100	79	79,0				
Dassanetch	10	8	80,0	Total Kibish	190	113	59,4

Tableau 4. Réactions positives vis-à-vis des virus du groupe A

Localité	Nombre de sérums examinés	Nombre de sérums positifs pour le virus			Sérums positifs	
		CHIK	SIND	SEM	Nombre	%
Omo I	41	0	2	1	3	7,3
Omo II	30	0	0	1	1	3,3
Omo III	14	0	0	0	0	0
Omo IV	11	0	0	0	0	0
Omo V	4	0	0	0	0	0
Kibish VI	13	0	0	0	0	0
Kibish VII	21	0	0	0	0	0
Kibish VIII	59	0	1	0	1	1,6
Kibish IX	45	1	5	1	7	15,5
Kibish X	46	2	0	0	2	4,3
Kibish divers	6	0	0	0	0	0
Dassanetch	10	0	1	0	1	10,0
Total	300	3	9	3	15	5,0

Nile, Wesselsbron, Spondweni et Zika. On notera la grande fréquence du virus West Nile dans tous les villages prospectés, particulièrement dans ceux du bord de l'Omo.

Les valeurs des χ^2 relatifs aux taux de positivité globale d'une part, aux taux de positivité pour le groupe B d'autre part, constatés dans les différents villages ou hameaux prospectés, mettent en évidence une hétérogénéité parmi les divers hameaux de Kibish, qui peuvent être répartis en deux groupes au sein desquels les différences de pourcentage ne sont pas significatives: les hameaux VI, VII et VIII d'une part, avec un pourcentage de positivité globale relativement bas (30 à 47%) et présence de Spondweni; les hameaux IX et X d'autre part, avec un pourcentage de positivité globale élevé (67 à 75%), avec des résultats rappelant ceux des villages des rives de l'Omo. Nous tenterons ultérieurement d'expliquer ces différences. Il convient encore de noter qu'un seul sérum a donné une réponse monospécifique en fièvre jaune (homme âgé d'environ 22 ans, du hameau IX).

Groupe California: des anticorps TAH ont été trouvés dans quelques sérums (7), provenant des villages I et IX, ainsi que chez deux individus de Kibish (hameau non précisé). Ces 7 sérums positifs appartiennent à des individus âgés de plus de 20 ans. Peut-être traduisent-ils le passage, il y a une vingtaine d'années, du virus Tahyna ou d'un virus voisin.

Groupe Bunyamwera: si les individus présentant des anticorps correspondant au virus Bunyamwera sont trop peu nombreux (3) pour conclure, il appa-

Tableau 5. Réactions positives vis-à-vis des virus du groupe B ^a

Localité	Nombre de sérums examinés	Nombre de sérums positifs pour le virus						Réactions de groupe	Sérums positifs	
		FJ	WN	WES	SPON	ZIK	UGS		Nombre	%
Omo I	41	0	14	6	0	1	0	16	37	90,2
Omo II	30	0	11	1	0	0	0	10	22	73,3
Omo III	14	0	6	0	0	0	0	2	8	57,1
Omo IV	11	0	5	0	0	0	0	4	9	81,8
Omo V	4	0	1	0	0	0	0	1	2	(50)
Kibish VI	13	0	1	0	0	0	0	3	4	30,7
Kibish VII	21	0	2	2	0	0	0	6	10	47,6
Kibish VIII	59	0	1	0	3	0	0	14	18	32,0
Kibish IX	45	1	5	1	0	1	0	26	34	75,5
Kibish X	46	0	9	0	0	0	0	19	28	67,8
Kibish divers	6	0	4	0	0	0	0	2	6	(100)
Dassanetch	10	0	4	0	0	0	1	3	8	80,0
	300	1	63	10	3	2	1	106	186	62,0

^a Tous les sérums se sont révélés négatifs pour les antigènes ESL, D1 et D2.

Tableau 6. Analyse des réactions secondaires de groupe B

Localité	Virus les plus fréquents	Titres les plus élevés	
Omo I	1. WN 2. WES 3. FJ 4. SPON, ZIK	1. SPON 2. WN	
Omo II	1. WES 2. WN 3. ZIK 4. FJ	1. SPON 2. WN	
Omo III et IV	1. WN 2. WES 3. FJ, SPON	1. SPON 2. WN, ZIK 3. FJ	
Kibish VI, VII et VIII	1. FJ, WES 2. SPON 3. WN, ESL	1. WN 2. FJ 3. SPON	
Kibish IX	1. WN, SPON 2. FJ 3. D1 4. ESL 5. ZIK	1. ZIK 2. WN 3. ESL	
Kibish X	1. WN 2. SPON 3. D1 4. FJ	1. WN 2. ZIK	

raît qu'il existe dans cette zone une endémie d'assez faible niveau de virus Ilesha, surtout dans les hameaux IX et X, où des anticorps sont régulièrement retrouvés dans tous les groupes d'âge.

Répartition par sexe et âge: par ailleurs, le sexe ne semble pas intervenir dans les taux de positivité. Il apparaît effectivement logique de considérer qu'en raison de leur mode de vie, les hommes et les femmes sont, à l'intérieur comme à l'extérieur des villages, également exposés aux piqûres des moustiques.

L'étude des résultats positifs par virus et par groupe d'âge ne révèle l'existence d'un pic épidémique dans les 20 dernières années pour aucun des virus testés, hormis, peut-être, le virus donnant des anticorps Tahyna qui se serait manifesté il y a vingt ans.

Vertébrés

Sérologie. Sur les 10 animaux (8 mammifères: 3 *Lepus* sp., 1 *Gerbillus (Hendecapleura)* sp., 2 *Mastomys* sp., 1 *Rhynchotragus guentheri*, 1 *Gazella granti*, et 2 oiseaux: 1 *Ardeotis kori* et 1 *Eupodotis senegalensis*), dont le sérum a pu être testé vis-à-vis des 15 antigènes arboviraux, seuls les deux oiseaux se sont avérés positifs: l'un (*A. kori*) vis-à-vis du virus Wesselsbron, l'autre (*E. senegalensis*), à un titre très élevé, vis-à-vis du virus de la fièvre jaune.

Essais d'isolement de virus. Par ailleurs, une souche virale a été isolée au Medical Research Centre de Nairobi, à partir d'un pool rein-rate d'un *Mastomys*

Tableau 7. Réactions positives vis-à-vis des virus Tahyna, Bunyamwera et Ilesha

Localité	Nombre de sérums examinés	Sérums positifs pour le virus TAH		Réactions monospécifiques		Réactions de groupe BUN	Réactions de groupe BUN (%)
		Nombre	%	BUN	ILE		
Omo I	41	2	4,8	0	5	2	17,0
Omo II	30	0	0	0	4	0	13,3
Omo III	14	0	0	1	1	0	14,2
Omo IV	11	0	0	0	0	0	0
Omo V	4	0	0	0	0	0	0
Kibish VI	13	0	0	0	0	1	7,6
Kibish VII	21	0	0	0	2	0	9,5
Kibish VIII	59	0	0	0	5	0	8,4
Kibish IX	45	3	6,6	0	10	0	2,2
Kibish X	46	0	0	1	6	0	15,2
Kibish divers	6	2	33,3	0	1	0	16,6
Dassanetch	10	0	0	1	0	0	10,0
Total	300	7	2,5	3	34	3	14,2

sp. piégé au village de Cungura. L'étude de cette souche est actuellement en cours à l'Institut Pasteur de Paris.

Invertébrés

Aucune souche n'a pu être isolée à partir des lots de moustiques étudiés à cet égard.

DISCUSSION

Le principal problème épidémiologique est constitué par les différences observées dans les différents villages.

1) Les résultats fournis par les différents villages et hameaux nyangatom des bords de l'Omo (2 hameaux de Cungura, 2 hameaux de Weleso et Kañikañ) sont comparables entre eux. La positivité globale varie entre 64,2% et 90,2%, la positivité pour le groupe B entre 57,1% et 90,2%; sont présents les virus: Sindbis et Semliki pour le groupe A; West Nile, Wesselsbron et peut-être Zika et Spondweni pour le groupe B; Tahyna (ou Lumbo); Bunyamwera et Ilesha. Ceci est en accord avec la présence, en abondance à proximité ou même à l'intérieur de ces villages, de *Mansonia africana*, dont on a déjà isolé le virus Spondweni (Mc Intosh et al., 1961; Worth et al., 1961) et qui peut transmettre le virus amaril (Robinson, 1950), de *M. uniformis*, déjà trouvé porteur des virus Wesselsbron (Kokernot et al., 1960) et Spondweni (Kokernot et al., 1957), de *Aedes circumluteolus*, à partir duquel furent isolés les virus Wesselsbron (Smithburn et al., 1957; Worth et al., 1961), Spondweni (Mc Intosh et al., 1961; Worth

et al., 1961) et Bunyamwera (Kokernot et al., 1958), de *Ae. albicosta*, qui pourrait peut-être jouer un rôle comparable au précédent, de *Culex univittatus*, connu pour être porteur des virus Sindbis (Taylor et al., 1955; Malherbe et al., 1963), Spondweni (Worth et al., 1961), Wesselsbron (Kokernot et al., 1960; Worth et al., 1961), et surtout West Nile (Smithburn et al., 1954) et d'*Anopheles pharoensis*, vecteur du virus Sindbis (Taylor et al., 1955).

2) Il existe une hétérogénéité parmi les différents hameaux de Kibish, bien que le milieu et notamment la faune des vecteurs y semblent constants. Les pourcentages globaux de sujets possédant des anticorps dans les divers villages ont été comparés par calcul du χ^2 entre les villages voisins pour déterminer la légitimité de regroupements (tableau 8). On voit que 7 villages peuvent être regroupés (I, II, III, IV, V, IX, X) et 3 autres forment un autre groupe (VI, VII, VIII). L'analyse des résultats obtenus pour les arbovirus du groupe B seul amène à une conclusion identique (tableau 8). L'hétérogénéité des villages de Kibish, pourtant voisins et apparemment analogues au point de vue des conditions écologiques, demande une explication.

Un premier groupe, comprenant les hameaux Natir, Nawiatiir et Lokwamuñan, est caractérisé par des pourcentages de positivité globale relativement faibles compris entre 37,2% et 52,2% (30,7% et 47,6% pour le groupe B), avec présence probable des virus West Nile (mais plus rare), Spondweni, peut-être fièvre jaune et Wesselsbron, Ilesha (absence des virus du groupe A, de Bunyamwera, des anticorps Tahyna), présence explicable par la seule exis-

Tableau 8. Valeurs de χ^2

Signification des villages	Positivité tous groupes		Positivité groupe B	
	χ^2	Signification de la différence ^a	χ^2	Signification de la différence ^a
I × II	3,7	NS	3,7	NS
III × IV	0,8	NS	1,7	NS
(I + II) × (III + IV)	1,5	NS	2,5	NS
VI × VII	0,6	NS	0,9	NS
VII × VIII	1,4	NS	2,0	NS
IX × X	2,0	NS	2,3	NS
(VI à VIII) × (IX + X)	23,6	S à P < 0,0001	20,9	S à P < 0,0001
(I à V) × (VI + VIII)	38,8	S à P < 0,0001	35,6	S à P < 0,0001
(I à V) × (IX + X)	0,3	NS	2,3	NS

^a NS = non significative; S = significative.

tence de *C. univittatus* en grand nombre, aux côtés d'*Aedes albicosta*.

Un second groupe est formé des hameaux de Rukruk et Nawiapua, dont les résultats sont comparables à ceux des rives de l'Omo: pourcentage de positivité globale: 69,5% et 82,2% (67,8% et 75,5% pour le groupe B), présence probable des virus chikungunya (ou o'nyong nyong), Sindbis, Semliki, fièvre jaune, West Nile en abondance, Zika, et peut-être Wesselsbron, Tahyna, Bunyamwera et surtout Ilesha. Les vecteurs, nous l'avons dit, ne présentent pas de différence par rapport au groupe de hameaux précédent. Il nous semble donc que la raison de l'hétérogénéité constatée à Kibish doit être recherchée, non au niveau de l'environnement local, mais dans le mode de vie des habitants de ces hameaux. Nous savons déjà que les Nyangatom pratiquent l'élevage transhumant, et les particularités de leurs déplacements.

La présence de glossines dans la galerie forestière des rives de l'Omo oblige tous les Nyangatom à élever leur bétail près de la Kibish, en transhumant à l'ouest, vers le Soudan, de juillet à décembre, et, pendant le reste de l'année, sur le plateau entre la rivière Kibish et l'Omo, sans atteindre ce dernier (S. Tornay, communication personnelle). Il apparaît que l'ethnie des Nyangatom présente une organisation territoriale, les individus étant répartis en sections patrilinéaires, qui ont chacune un territoire de transhumance bien déterminé et maintenu constant par le respect de la tradition. Par ailleurs, la plupart des familles sont divisées en deux, une partie demeurant dans un village permanent (sur le bord de l'Omo par exemple), une autre partie accompagnant le bétail et vivant dans une résidence temporaire, à Kibish notamment. L'étude des itinéraires de transhumance, dans des aires qui sont propres à chaque section, montre que les échanges et les déplacements sont fréquents entre:

a) le hameau Nawiapua de Kibish et des villages non étudiés, situés plus au nord, également au bord de l'Omo;

b) les hameaux Natir, Nawiatiir et Lokwamuñan et les régions où vont paître les troupeaux de leurs habitants situées au Soudan.

Il apparaît donc que les individus dont le sérum fut prélevé à Kibish vivent en réalité souvent dans des zones différentes et peuvent, par conséquent, se trouver exposés à l'attaque d'espèces culicidiennes différentes. On peut penser que l'infection par les arbovirus serait réalisée surtout dans la région de l'Omo pour les localités I à V et IX et X, dans les

montagnes du Soudan pour les habitants des localités VI à VIII, d'où les différences observées.

3) Comment interpréter les faibles taux de positivité obtenus vis-à-vis du virus amaril? Si l'on considère, à la lumière des études de Sérié et al. (1968), l'histoire de l'épidémie de 1960/62, on peut penser que, très probablement, le virus est entré du Soudan en Ethiopie, dans la région d'Assosa ou des rivières Baro et Ghilo, où n'existe aucune frontière naturelle susceptible d'arrêter les mouvements de population. C'est là que, récemment, fut introduite la trypanosomiase humaine. L'épidémie se serait alors propagée le long de la Didessa vers le nord, jusqu'à son confluent avec le Nil Bleu, et le long de l'Omo, vers le sud. Bien entendu, l'hypothèse de l'apport du virus par l'intermédiaire des *Epomophorus* (chauves-souris frugivores migratrices), voire d'oiseaux, puisque nous avons trouvé une réaction fortement positive chez une outarde, ne doit pas être écartée a priori.

Quoi qu'il en soit, la question se pose de savoir jusqu'où l'épidémie s'est propagée vers le sud, le long de l'Omo. Peut-être n'a-t-elle pas atteint le territoire des Nyangatom qui en possèdent fort peu de traces sérologiques. C'est d'ailleurs légèrement au nord de ce territoire que l'aridité du paysage se manifeste, la forêt sèche bordant le fleuve ne permettant, semble-t-il, l'installation d'aucun *Aedes* du sous-genre *Stegomyia*, comme dans les haute et moyenne vallées de l'Omo. Dans leur étude épidémiologique, Sérié et al. (1968) considèrent d'ailleurs que le poste de Kalam constitue « l'extrême limite de l'extension possible ». Toutefois il est possible que le virus amaril continue à circuler dans la région de façon sporadique, expliquant notamment les résultats sérologiques rapportés de Lokitaung, Lokichokio et même Lodwar, en pays Turkana (Henderson et al., 1968) ou encore à Ileret, sur la rive est du lac Rodolphe (Henderson et al., 1970).

Un certain nombre d'études restent à effectuer pour compléter notre enquête. Il serait souhaitable en particulier d'étudier des sérums prélevés plus au nord, dans des villages nyangatom des bords de l'Omo et situés dans l'aire de transhumance réservée aux individus étudiés du hameau de Nawiapua, ainsi que des sérums de Dassanetch, ethnie localisée surtout dans la région de Kalam, mais de part et d'autre du fleuve.

L'étude sérologique d'animaux nous paraît du plus grand intérêt, surtout des singes, des oiseaux, des rongeurs ou même des animaux domestiques,

ainsi que le prélèvement d'organes et de lots de moustiques en vue d'essais d'isolement de souches virales. Enfin, il serait encore intéressant de pouvoir

effectuer des enquêtes entomologiques à d'autres périodes de l'année afin de prouver la constance de l'absence des *Aedes* du sous-genre *Stegomyia*.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier toutes les personnes qui ont permis la réalisation de ce travail, notamment: M. Yves Coppens, Sous-Directeur du Musée de l'Homme, Paris, Chef de l'Expédition française de l'Omo (CNRS); M. Serge Tornay, ethnologue, Maître-Assistant à l'Uni-

versité de Paris-Nanterre, dont la présence et la connaissance de la langue nyangatom nous furent des plus utiles dans l'abord des populations de l'Omo; M^{lle} Anne-Marie Salmon, technicienne, Laboratoire des Arbovirus, Paris.

SUMMARY

EPIDEMIOLOGICAL AND SEROLOGICAL SURVEY OF ARBOVIRUSES IN THE LOWER OMO VALLEY, SOUTHERN ETHIOPIA

In order to complement the data obtained by other workers in Northern Kenya and Uganda, a serological and epidemiological survey of arboviruses was carried out in the lower valley of the river Omo in southern Ethiopia, and an entomological study was made of local mosquitos. Sera from 10 wild vertebrates and 300 humans were studied; of the latter, 290 were obtained from members of the Nyangatom, a small group of sedentary pastoral people living in 10 villages, 5 along the river Omo and 5 in the Kibish area. The sera were tested against 15 different arbovirus antigens by the haemagglutination inhibition test. In different villages, positive results were obtained with 37.2-90.2% of the sera. The results show that the following viruses may be active in the area: Chikungunya (or o'nyong nyong), Sindbis, Semliki, West Nile, Wesselsbron, Spondweni, Zika, Tahyna (or Lumbo), Bunyamwera, and Ilesha. Only one serum showed a monospecific low-titre response with yellow fever antigen. With respect to virus groups, the proportions of positive results varied as follows: group A,

0-15.5%, group B, 32-90.2%; California group, 0-6.6%; Bunyamwera group, 0-17.0%. The only significant finding with animal sera was the presence of yellow fever antibodies in a bustard (*Eupodotis senegalensis*). An unidentified virus was isolated from a rodent belonging to the genus *Mastomys*. It is suggested that the wide variation in serological response in different neighbouring Nyangatom villages at Kibish may be accounted for by the fact that the people of different villages move to different areas to graze their herds. Some move periodically with their herds to a region near the Omo river and their antibody pattern resembles that of villagers who live in that region; other move their animals towards higher, more arid zones in Sudan and their serological response is quite different. The fact that only one serum was positive for yellow fever is understandable if the Nyangatom region is considered to have been the southernmost limit of the 1960-62 epidemic. However, it is possible that circulation of the virus may be continuing at a very low level in animal reservoirs.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Berdonneau, R. et al. (1961) *Bull. Soc. Path. exot.*, **54**, 276-283
- Geser, A., Henderson, B. E. & Christensen, S. (1970) *Bull. Org. mond. Santé*, **43**, 539-552
- Henderson, B. E. et al. (1968) *Bull. Org. mond. Santé*, **38**, 229-237
- Henderson, B. E., Kirya, G. B. & Hewitt, L. E. (1970) *Bull. Org. mond. Santé*, **42**, 797-805
- Henderson, B. E. et al. (1970) *Bull. Org. mond. Santé*, **42**, 787-795
- Kokernot, R. H. et al. (1957) *S. Afr. J. med. Sci.*, **22**, 103-112
- Kokernot, R. H. et al. (1958) *Amer. J. trop. med. Hyg.*, **7**, 579-584
- Kokernot, R. H. et al. (1960) *S. Afr. med. J.*, **34**, 871-874
- Malherbe, H. et al. (1963) *S. Afr. med. J.*, **37**, 547
- Mc Intosh, B. M. et al. (1961) *S. Afr. med. J.*, **35**, 647-650
- Metselaar, D. et al. (1970) *E. Afr. med. J.*, **47**, 130-137
- Morel, P. C. & Rodhain, F. (1972) *Bull. Soc. Path. exot.* (sous presse)
- Ovazza, M. & Rodhain, F. (1972) *Bull. Soc. Path. exot.*, **65**, 166-169
- Robinson, G. G. (1950) *E. Afr. med. J.*, **27**, 284-288
- Rodhain, F. (1971) *Bull. Soc. Path. Exot.*, **64**, 117-127
- Rodhain, F. (1972) *Bull. Soc. Path. exot.* (sous presse)
- Sérié, C. et al. (1968) *Bull. Org. mond. Santé*, **38**, 879-884
- Smithburn, K. C. et al. (1954) *J. Immunol.*, **72**, 248
- Smithburn, K. C. et al. (1957) *S. Afr. med. J.*, **22**, 113-120
- Taylor, R. M. et al. (1955) *Amer. J. trop. Med. Hyg.*, **4**, 844
- Worth, C. B. et al. (1961) *Amer. J. trop. Med. Hyg.*, **10**, 583-592