

# ENTOMOLOGIE MÉDICALE

## Etude entomologique sur la transmission de l'onchocercose dans une zone de transition forêt-savane du Cameroun.

P. Barbazan (1), H. Escaffre (2), R. Mbentengam (3) & M. Boussinesq (4) (5)

(1) Centre OSTORM de Montpellier, BP 5045,34032 Montpellier Cedex 1, France

(2) CERMES, BP 10887, Niamey, Niger

(3) Centre Pasteur du Cameroun, BP 1274, Yaoundé, Cameroun

(4) ORSTOM - CS n°5, 213 rue Lafayette, 75480 Paris Cedex 10, France

(5) Manuscrit n° 1872. "Entomologie médicale". Accepté le 25 septembre 1997.

**Summary:** Entomological Study on The Transmission of Onchocerciasis in A Forest-Savanna Transition Area of Cameroon.

An entomological study was conducted in the basin area of middle Sanaga (Cameroon) in order to document the pattern of onchocerciasis transmission in a region where a high prevalence of infection had been recorded in villages located 30 km from the main rivers. The main vector of *O. volvulus* was found to be *S. squamosum* s.s. No breeding site was found in the small tributaries of the Sanaga and Mbam Rivers, and the dispersal of *S. damnosum* s.l. in the area thus appeared to be particularly high. The highest blackfly population densities were recorded during the long rainy season, and a second peak of density occurred along the Mbam River during the short rainy season. A seasonal variation in dispersal patterns was found at three of the four transects studied. The transmission of *Onchocerca volvulus* in the area occurred principally between January and May (i.e. at the end of the long dry season and the beginning of the short rainy season). Vector control operations might well reinforce the effect of ivermectin distributions in this onchocerciasis focus.

**Résumé :**

Une étude entomologique a été menée dans le bassin de la moyenne Sanaga (Cameroun), en vue de préciser les modalités de transmission de l'onchocercose dans cette région où des prévalences élevées sont relevées jusqu'à 30 km des principaux cours d'eau. L'étude a montré que *S. squamosum* s.s. est le principal vecteur d'*O. volvulus* dans la région. Aucun gîte de reproduction n'a été identifié dans les petits affluents de la Sanaga et du Mbam et la dispersion radiaire de *S. damnosum* s.l. apparaît donc particulièrement importante dans la région. Les densités simulidiennes maximales ont été relevées en grande saison des pluies et, sur le Mbam, un deuxième pic a été observé en petite saison des pluies. Une variation saisonnière des capacités de dispersion a été notée au niveau de trois des quatre transects étudiés. La transmission de l'onchocercose a lieu principalement entre janvier et mai (fin de grande saison sèche-début de petite saison des pluies). La lutte antivectorielle par épandage de larvicides est proposée comme complément à la distribution d'ivermectine pour lutter contre l'onchocercose dans ce foyer.

**Key-words:** Onchocerciasis - Transmission - Entomological study - Cameroon

**Mots-clés :** Onchocercose - Transmission - Etude entomologique - Cameroun

## Introduction

La répartition de l'onchocercose au Cameroun est actuellement bien connue (7). Le foyer situé au confluent du fleuve Sanaga avec son principal affluent, le Mbam, est un de ceux où les répercussions oculaires de la maladie sont les plus graves : dans certains villages, le taux de cécité dépasse 5 % de la population totale. Dans ce foyer, la prévalence de l'infestation dépasse 60 % dans certaines communautés situées à plus de 30 km de la Sanaga ou du Mbam ; de plus, si, d'une manière générale, le niveau d'endémie diminue au fur et à mesure que l'on s'éloigne de ces deux cours d'eau, certaines localités situées à distance de ces derniers présentent des prévalences supérieures à celles de villages qui en sont plus proches (2).

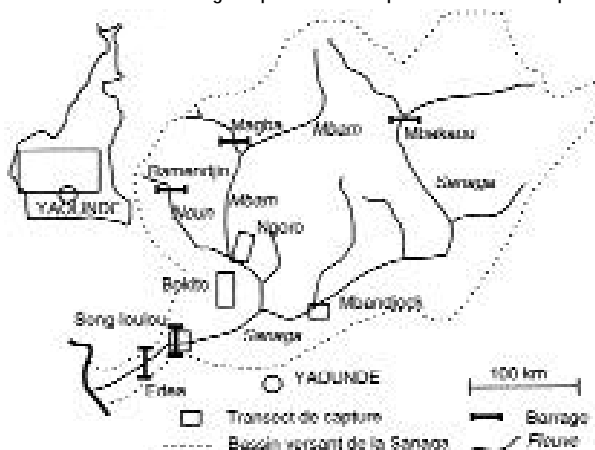
Une étude entomologique a été menée d'avril 1993 à mars 1994, en vue d'expliquer ces résultats. Elle a consisté à identifier les espèces de simuliées vectrices d'*Onchocerca volvulus*, à localiser leurs gîtes de reproduction et à évaluer la dispersion et le taux d'infestation des adultes sur quatre transects perpendiculaires à la Sanaga ou au Mbam.

## Matériel et méthodes

### Zone d'étude (figure 1)

Figure 1.

Bassin versant de la Sanaga. Emplacement des quatre transects de capture.



Le climat est équatorial, avec une grande saison sèche (novembre-février), une petite saison des pluies (mars-juin), une petite saison sèche (juin-août) et une grande saison des pluies (août-novembre). La rive droite de la Sanaga est couverte de savanes arbustives entourant des îlots forestiers, souvent défrichés pour la culture du cacao. Sur la rive gauche, la forêt est beaucoup plus dense ; cependant, autour de Song-Loulou, les abords de la Sanaga sont assez dégagés ; à Mbandjock, des plantations de canne à sucre s'étendent sur plus de 20 000 ha.

Entre 1970 et 1980, le débit moyen de la Sanaga au niveau d'Edéa était de 1774 m<sup>3</sup>/s et celui du Mbam, à Goura, de 658 m<sup>3</sup>/s (9). Cinq barrages ont été construits dans le bassin de la Sanaga pour régulariser les débits (Mbakaou, Magba, Bamendjing) ou pour produire de l'électricité (Edéa et Song-Loulou). Les trois premiers, situés en amont, permettent de maintenir toute l'année un débit minimum de 600 m<sup>3</sup>/s à Edéa et Song-Loulou. L'action régulatrice des barrages et l'étendue des bassins versants du Mbam et de la Sanaga font que la baisse de la pluviométrie en juin-juillet ne se répercute pas sur le débit mensuel. Les barrages permettent aussi de stabiliser les débits d'un jour sur l'autre.

### Recensement des gîtes larvaires de *Simulium damnosum* s. l.

Les nombreux gîtes potentiels de la Sanaga et du Mbam ont d'abord été recensés par hélicoptère. Les récoltes de larves et

de nymphes ont ensuite été effectuées à pied et en bateau au niveau de ces gîtes, mais aussi dans le Noun, la Mapé et la plupart des affluents de la Sanaga et du Mbam situés dans la zone d'étude.

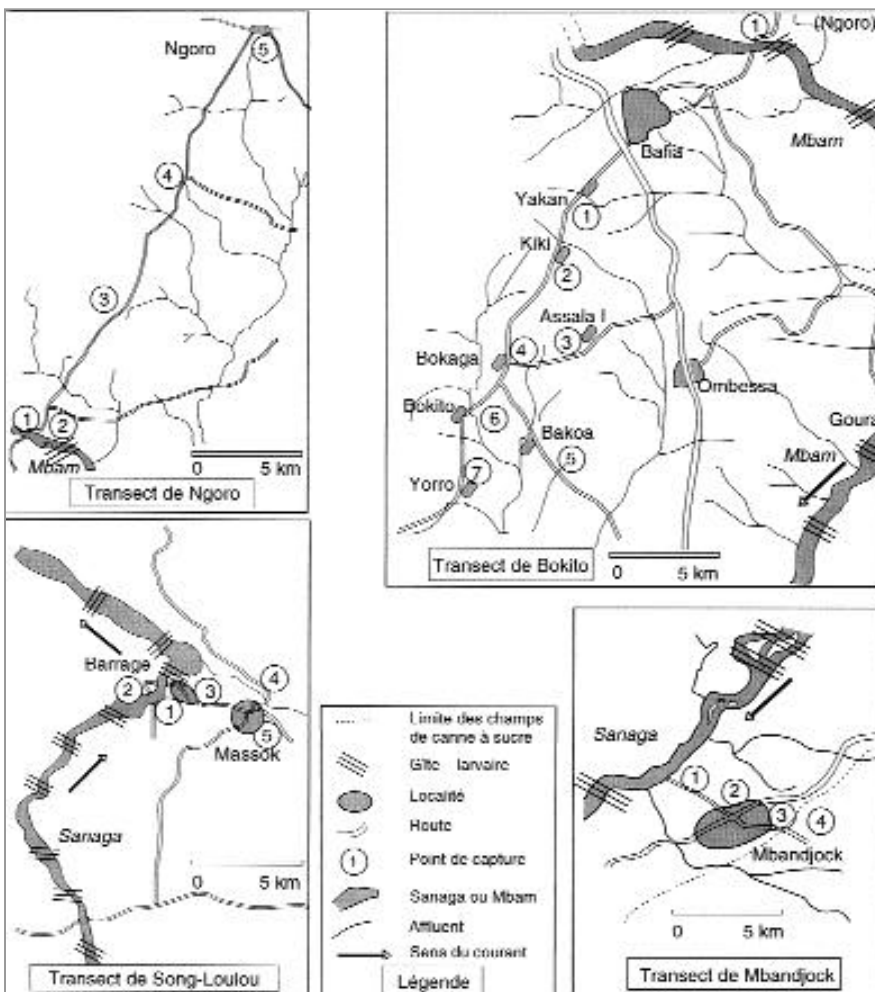
Les larves et les nymphes du complexe *S. damnosum* ont d'abord été séparées de celles des autres espèces sur des critères morphologiques (5). Des échantillons de larves de *S. damnosum* s. l. ont été envoyés pour identification cytotaxonomique (14, 15) à l'unité de recherche appliquée et de surveillance de l'environnement du Programme de lutte contre l'onchocercose en Afrique de l'Ouest (OCP).

### Capture des simulies adultes

Des captures sur homme ont été effectuées sur quatre transects perpendiculaires à la Sanaga ou au Mbam et débutant, pour trois d'entre eux, au bord des cours d'eau (figure 2). Les points de capture, situés à proximité des zones habitées et des routes, ont été choisis aussi semblables entre eux que possible, pour ce qui est du couvert végétal. A chaque site, les captures ont été effectuées selon le protocole d'OCP, soit pendant trois jours consécutifs tous les mois. Les simulies ont été disséquées, afin de déterminer leur âge physiologique et le nombre de larves infectantes morphologiquement indistinguables d'*O. volvulus* présentes dans la tête. Les distances prises en compte pour apprécier la dispersion des simulies sont les distances en ligne droite entre le gîte le plus proche et le point de capture.

Figure 2.

Localisation des points de capture dans les quatre transects.



### Calcul des indicateurs entomologiques

Les densités de femelles piqueuses ont été évaluées par les taux mensuels et annuels de piqûres (TMP et TAP). Le TMP est le nombre théorique de piqûres subies par un homme placé en permanence au point de capture durant un mois et le TAP est la somme des TMP relevés au cours de l'année. L'intensité de la transmission d'*O. volvulus* a été évaluée en calculant les potentiels mensuels et annuels de transmission (PMT et PAT) (3, 17). Le PMT est le nombre théorique de larves infectantes indifférenciables d'*O. volvulus* que recevrait un sujet placé en permanence au point de capture durant un mois et le PAT est la somme des PMT enregistrés durant l'année.

### Résultats

#### Identification et gîtes de reproduction des espèces de simulies

Des larves du complexe *S. damnosum*, associées à des espèces non anthropophiles, ont été récoltées au niveau de la plupart des gîtes potentiels de la Sanaga, du Mbam, du Noun et de la Mapé. Toutes les larves de ce complexe récoltées dans la Sanaga appartenaient à l'espèce *S. squamosum* s.s., ainsi que 90 % des larves récoltées dans le Mbam, le Noun et la Mapé, les autres appartenant

Tableau I.

## Résultats mensuels des captures et dissections des similies sur les quatre transects.

transect	points de capture		mois											
			A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M
Song-Loulou	total	C	3370	3876	3095	3151	2871	4331	3448	2301	1482	3602	2611	4674
		D	569	587	1114	1617	1382	1676	1761	1100	686	1618	610	626
	berge	R (%)	38,4	14,4	31,9	18,5	29,8	25,0	21,9	17,3	15,8	28,0	25,9	23,9
		PMT	818	0	99	0	0	41	0	29	0	117	0	0
	autres	PMT	1690	2285	395	114	150	277	31	942	330	1784	330	1293
Mbandjock	total	C	2485	4033	2825	2031	4279	6759	6820	3275	2736	3048	1857	1347
		D	157	188	247	209	241	296	291	245	210	179	101	179
	berge	R (%)	81,9	69,9	74,3	79,6	71,1	38,6	58,6	51,3	67,1	63,8	96,1	72,3
		PMT	457	9552	0	0	931	0	0	0	0	1203	200	1144
	autres	PMT	375	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ngoro	total	C	2778	4075	1052	321	1614	3067	4338	1657	798	1373	2799	5254
		D	542	593	472	202	713	1014	1339	890	419	619	503	645
	berge	R (%)	27,4	19,2	38,2	73,4	42,8	23,5	32,8	40,1	75,3	57,2	18,2	30,2
		PMT	276	404	0	43	155	0	0	24	0	0	1988	223
	autres	PMT	90	0	0	0	144	28	0	14	71	0	2764	1693
Bokito	total	C	1987	987	144	98	1592	3577	3027	272	3	257	2067	1987
		D	244	154	96	68	928	1726	1022	254	3	236	950	664
	berge	R (%)	27,7	44,2	73,6	70,6	30,3	16,8	31,9	71,0	99,5	75,4	19,8	44,4
		PMT	61	321	345	30	311	85	0	65	0	0	57	30
	autres	PMT												

C et D : nombre de similies capturées et nombre de similies disséquées pour l'ensemble du transect

R (%) : rapport du nombre de similies capturées sur la berge sur le nombre de similies capturées sur l'ensemble des points du transect (pour le transect Bokito, rapport du nombre de similies capturées au point 1 du transect Ngoro, sur la somme du nombre de similies capturées sur ce dernier point et sur l'ensemble des points du transect Bokito)

PMT : potentiel mensuel de transmission (en nombre de larves de stade 3 par homme et par mois)

à l'espèce *S. mengense*. Toutes les larves récoltées au niveau des petits affluents de la Sanaga et du Mbam appartenaient à des espèces non anthropophiles : *S. cervicornutum*, *S. unicornum* et *S. alcocki*.

### Variations saisonnières de la population de femelles piqueuses

Une évolution saisonnière des TMP a été observée au niveau de tous les points des transects Bokito, Ngoro et Mbandjock. Elle est particulièrement nette sur les deux premiers (tableau I). Les TMP, relativement faibles en juin-juillet, augmentent en août (début de grande saison des pluies), pour atteindre un maximum en septembre-octobre. Un deuxième pic de densité est relevé en petite saison des pluies sur le transect Ngoro et au niveau des points les plus proches du Mbam du transect Bokito. A Song-Loulou, où les TMP sont relativement stables au cours de l'année, des valeurs plus basses sont cependant relevées lors de la grande saison sèche.

### Dispersion des similies

Nous nous sommes limités à l'étude de la dispersion radiaire (6) à partir de la Sanaga et du Mbam. La relation entre le TAP et la distance par rapport à ces cours d'eau varie entre les différents transects (tableau II). A Mbandjock et Song-Loulou, les densités simulidiennes sont très importantes sur la berge de la Sanaga, décroissent quand on s'éloigne de quelques kilomètres du gîte et augmentent à nouveau au-delà d'une certaine distance (4 km à Song-Loulou et 4,5 km à Mbandjock). Sur le transect Ngoro, les densités tendent à diminuer au fur et à mesure que l'on s'éloigne du Mbam, mais cette décroissance est très progressive et la valeur du TAP relevée à 23 km de la berge correspond à 44 % de celle relevée sur le Mbam. Sur le transect Bokito, les TAP relevés au niveau des différents points sont assez proches, mais, curieusement, la valeur la plus élevée a été notée au point le plus éloigné du Mbam.

Les variations saisonnières de la dispersion ont été évaluées en calculant chaque mois le rapport entre le nombre de similies capturées sur la berge (pour le transect Bokito, ce point de référence est le point n°1 du transect Ngoro, situé au bord du Mbam) et le nombre total de similies capturées sur l'ensemble des points du transect (tableau I). Sur les transects Bokito et Ngoro, ce rapport diminue nettement d'août à octobre et de

février à mai : les similies se dispersent donc davantage au début des deux saisons des pluies. A Mbandjock, les similies capturées au bord de la Sanaga représentent 70 à 80 % du total, sauf en fin de grande saison des pluies - début de grande saison sèche, où la dispersion est plus importante. A Song-Loulou, on n'observe pas d'évolution nette de la dispersion selon les saisons, et les captures sont toujours plus nombreuses au point situé à 4,3 km du fleuve que sur la berge.

### Age physiologique des similies

Sur l'ensemble des similies disséquées, le taux de pares est de 78 %. D'une manière générale, on note peu de différence entre les taux relevés aux points situés sur la berge et ceux relevés aux autres points. L'évolution saisonnière des taux de parturité varie en fonction des transects. A Ngoro et à Mbandjock, ils sont plus faibles en fin de grande saison des pluies - début de grande saison sèche, tandis qu'à Bokito et Song-Loulou, on n'observe pas de tendance en fonction des saisons.

Tableau II.

Taux annuels de piqûres (TAP) et potentiels annuels de transmission (PAT) en fonction de la distance entre le point de capture et les cours d'eau.

site (bassin versant)	distance (km)	TAP piqûres / H / an	PAT L3 / H / an
Song-Loulou (Sanaga)	0	99 351	1132
	0,3	77 101	537
	2,0	20 171	141
	4,0	23 178	273
	4,3	183 823	9602
Mbandjock (Sanaga)	0	140 700	13488
	3,0	8 280	266
	4,5	11 010	0
	5,0	24 630	109
	6,0	33 150	0
Ngoro (Mbam)	0	98 028	3113
	1,0	60 260	2566
	7,2	43 790	184
	13,5	68 453	1208
	23,0	43 273	846
Bokito* (Mbam & Sanaga)	12 (45)	18 884	81
	16 (41)	13 647	45
	20 (37)	16 542	11
	24 (33)	27 187	225
	28 (29)	15 148	45
	30 (27)	23 441	85
	32 (25)	48 525	813

\* Pour le transect Bokito, la distance entre le point de capture et la Sanaga est indiquée entre parenthèses, le premier chiffre correspondant à la distance avec le Mbam.

## Potentiels de transmission de l'onchocercose

Au sein de chaque transect, la relation entre le PAT et la distance par rapport aux cours d'eau suit en général les mêmes tendances que celles observées pour les densités simulidiennes (tableau II). Les différences entre les points sont cependant nettement plus marquées. Ainsi, au niveau du transect Ngoro, le rapport entre les PAT relevés sur la berge du Mbam et à 7,2 km de cette dernière est de 16,9, alors que le rapport des TAP au niveau de ces mêmes points n'est que de 2,2.

Si l'on combine tous les points des transects Mbandjock et Song-Loulou, on note que, dans ces zones, 86 % de la transmission a lieu de janvier à mai, alors que la somme des TMP pendant cette période ne correspond qu'à 38 % des piqûres de l'ensemble de l'année. Sur la Sanaga, la transmission est donc maximale en fin de grande saison sèche et en début de petite saison des pluies. Sur le transect Ngoro, où les PMT les plus élevés ont été relevés en février, la période de transmission est un peu plus précoce que sur la Sanaga. Sur le transect Bokito, l'évolution saisonnière des PMT est moins marquée, et les valeurs maximales ont été relevées en fin de petite saison des pluies.

## Discussion

### Espèces vectrices d'*Onchocerca volvulus*

Cette étude confirme que *S. squamosum* s.s. est le principal vecteur d'*O. volvulus* au niveau du bassin de la moyenne Sanaga. Cette espèce rassemble plusieurs variants géographiques différenciables par étude cytotaxonomique (1) et dont les exigences écologiques sont peut-être différentes. TRAORÉ-LAMIZANA (comm. pers.) a ainsi observé que les larves récoltées dans le Mbam correspondent au type classique décrit en Afrique de l'Ouest et au nord-Cameroun, tandis que celles provenant de la Sanaga correspondent à un type particulier, dont l'aire de répartition semble limitée à ce fleuve. *S. mengense*, qui constitue environ 10 % des récoltes dans le Mbam et le Noun, a été décrit surtout au Cameroun, aussi bien en zone de forêt qu'en zone de savane (10, 13, 16).

### Localisation des gîtes larvaires

La présente étude montre qu'il n'existe pas de gîtes préimaginaux de *S. damnosum* s.l. dans les petits affluents de la Sanaga et du Mbam. Les principaux facteurs limitant l'établissement des gîtes larvaires de ce complexe d'espèces sont la vitesse du courant, la température et les caractéristiques physico-chimiques de l'eau, la concentration en matières organiques et la présence de supports (6, 12). On peut supposer que les petits affluents de la Sanaga et du Mbam présentent des caractéristiques défavorables à l'établissement de *S. squamosum* et *S. mengense*. Ainsi, la température de l'eau y est inférieure de 3 à 4°C à celle relevée dans la Sanaga et le Mbam. Le faible ensoleillement et les variations rapides du niveau des affluents ont aussi des effets négatifs sur la densité des supports végétaux potentiels et il existe peut-être, au niveau de ces supports, une compétition interspécifique favorable aux espèces de simules non anthropophiles.

### Dynamique saisonnière des populations de simules

Dans la zone d'étude, l'évolution saisonnière des densités simulidiennes correspond au "type synchrone" décrit par LE BERRE (6) : des pics de densité ont en effet été relevés pendant la grande saison des pluies au niveau de trois transects et pendant la petite saison des pluies pour deux d'entre eux. A ces périodes, les

niveaux de la Sanaga et du Mbam sont à la fois élevés (ce qui crée de nombreux supports potentiels au niveau de la végétation immergée ou retombante) et stables (ce qui évite l'assèchement, la submersion ou l'arrachage des supports). En revanche, on a observé une chute des TMP en début de saison des pluies, période où les fluctuations journalières des débits sont importantes, et pendant les petite et grande saisons sèches, périodes où les débits sont relativement stables, mais où la baisse des niveaux entraîne la disparition de nombreux gîtes potentiels. Par ailleurs, l'évolution relevée à Song-Loulou confirme des observations faites en Afrique de l'Ouest qui indiquent que "plus le cours d'eau est important, moins les fluctuations saisonnières des densités simulidiennes sont amples et tranchées" (6). Enfin, il est possible que la régularisation des débits par les barrages situés en amont, en limitant l'amplitude des variations saisonnières et quotidiennes du niveau, ait entraîné une augmentation de la productivité des gîtes larvaires.

### Dispersion des simules

Dans la zone d'étude, les capacités de dispersion radiaire de *S. squamosum* semblent particulièrement importantes. En effet, plusieurs auteurs ont décrit, dans d'autres régions mais pour la même espèce, une décroissance assez rapide des densités simulidiennes au fur et à mesure que l'on s'éloigne des gîtes (4, 11). Sur les transects Bokito et Ngoro, en revanche, on a constaté que les taux de piqûres relevées à proximité et à 25-30 km des gîtes larvaires étaient assez proches. Le type de végétation dans la zone d'étude pourrait favoriser la dispersion des simules. Dans cette zone de transition forêt-savane, la plupart des affluents du Mbam ou de la Sanaga sont bordés par une galerie forestière, au moins sur leur partie la plus en aval. Ces galeries maintiennent une température et une humidité plus favorable aux simules que les zones de savane environnantes. Sur le transect Bokito, certains points sont situés à une zone de partage entre affluents du Mbam et de la Sanaga et il est probable que les simules qui y ont été capturées provenaient de ces deux cours d'eau ; cette situation particulière pourrait expliquer que les TAP sont similaires tout au long de ce transect. A Song-Loulou, les densités simulidiennes relevées à 4,3 km de la Sanaga, au niveau d'un petit affluent, étaient en toute saison plus importantes qu'au bord du fleuve. Il semble exister, au niveau de ce petit affluent, un "effet d'aspiration" des simules lié à la présence d'une galerie forestière plus dense que celle de la Sanaga. Cet effet d'aspiration par les petites galeries est retrouvé au niveau d'autres transects. Ainsi, à Mbandjock, les densités relevées à 6 km de la Sanaga étaient 4 fois supérieures à celle relevées à 3 km ; dans ce cas, les deux petits affluents qui entourent la ville permettent aux simules d'atteindre les champs de canne qui constituent pour elles un environnement favorable. Au niveau des transects Bokito et Ngoro, la dispersion est plus importante au début des petite et grande saisons des pluies. Ce phénomène classique est dû au fait que le couvert végétal, plus dense en saison des pluies, offre alors une protection favorable aux déplacements des simules (6).

### Taux de parturité

Les taux de parturité relevés aux différents points de capture (78 % en moyenne) sont nettement plus élevés que ceux observés pour *S. squamosum* au sud-ouest du Cameroun (4, 8) ou dans la vallée de la Sanaga (TRAORÉ-LAMIZANA, comm. pers.). Ces différences sont difficilement explicables. En revanche, le fait que les taux de parturité soient similaires au bord et à distance des cours d'eau pourrait être lié au fait que la végétation

dans la zone d'étude est intermédiaire entre savane et forêt : en effet, en zone de savane soudanienne ou guinéenne, les femelles nullipares se dispersent plus à partir des gîtes que les femelles pares (4, 6) et un phénomène inverse a été observé à l'ouest du Cameroun, en zone de forêt (4).

## Potentiels de transmission et prévalence de l'onchocercose

Cette étude a également montré que les potentiels de transmission d'*O. volvulus* au niveau de la vallée du Mbam peuvent être élevés jusqu'à plus de 20 km de ce cours d'eau. Cela explique probablement en grande partie le fait que les villages situés à cette distance sont en majorité hyperendémiques (2). Cependant, le type d'occupation de l'espace par les populations humaines et les modalités de déplacement des individus, notamment vers les champs de culture qui sont souvent plus proches des cours d'eau que les lieux d'habitation, influent aussi largement sur l'intensité de l'infestation dans une population donnée. L'importance de ces facteurs a fait l'objet d'une étude spécifique, dans deux villages-pilotes, qui sera présentée séparément.

## Conclusion

Le fait que les gîtes de reproduction de *S. damnosum* s.l. soient strictement localisés dans la Sanaga et le Mbam et le résultat des études de portée de larvicides (perméthrine et pyraclophos) réalisées dans ces cours d'eau (BARBAZAN, données non publiées) indiquent que deux ou trois points d'épandage suffiraient à traiter l'ensemble des gîtes larvaires de la zone d'étude. Compte tenu de cette situation particulière, on peut penser que des opérations de lutte antivectorielle, limitées aux périodes de forte transmission, permettraient de renforcer efficacement, et pour un coût relativement faible, l'efficacité de la lutte contre l'onchocercose basée sur la distribution d'ivermectine. Une telle combinaison serait particulièrement utile dans la vallée du Mbam où les répercussions oculaires de l'onchocercose sont importantes.

## Références bibliographiques

1. BOAKYE D - A pictorial guide to the chromosomal identification of members of the *Simulium damnosum* THEOBALD complex in West Africa with particular reference to the Onchocerciasis Control Programme area. *Trop Med Parasitol*, 1993, **44**, 223-244.

2. BOUSSINESQ M, DEMANGA-NGANGUE, RICHARD P & CHIP-PAUX JP - L'onchocercose dans le département du Mbam (Province du Centre, Cameroun) : étude de 18 villages hyperendémiques. Document non publié ORSTOM - Centre Pasteur du Cameroun n° 34/92, 1992, 23p.
3. DUKE BOL - Studies on factors influencing the transmission of onchocerciasis. VI. The infective biting potential of *Simulium damnosum* in different bioclimatic zones and its influence on the transmission potential. *Ann Trop Med Parasit*, 1968, **62**, 164-170.
4. DUKE BOL - The differential dispersal of nulliparous and parous *Simulium damnosum*. *Tropenmed Parasit*, 1975, **26**, 88-97.
5. FREEMAN P & DE MEILLON B - *Simuliidae of the Ethiopian Region*. British Museum (Natural History), Londres, 1953.
6. LE BERRE R - Contribution à l'étude biologique et écologique de *Simulium damnosum* THEOBALD, 1903 (Diptera, Simuliidae). *Mémoires ORSTOM*, **17**, ORSTOM, Paris, 1966.
7. MACE JM, BOUSSINESQ M, NGOUMOU P, ENYEGUE OYE J, KOERANGA A & GODIN C - Country-wide Rapid Epidemiological Mapping of Onchocerciasis (REMO) in Cameroon. *Ann Trop Med Parasit*, 1997, **91**, 379-391.
8. MOYOU SOMO R, ENYONG P, FOBI G, DINGA J, LAFLEUR C *et al.* - A study of onchocerciasis with severe skin and eye lesions in a hyperendemic zone in the forest of southwestern Cameroon: clinical, parasitologic, and entomologic findings. *Am J Trop Med Hyg*, 1993, **48**, 14-19.
9. OLIVRY JC - *Fleuves et rivières du Cameroun*. Monographies Hydrologiques ORSTOM, n° 9, MESRES-ORSTOM, Paris, 1986.
10. OMS - *Troisième rapport du comité d'experts OMS sur l'onchocercose*. Sér Rapp Techn n° 752, Genève, 1987.
11. PHILIPPON B - Etude de la transmission d'*Onchocerca volvulus* (LEUCKART, 1893) (Nematoda, Onchocercidae) par *Simulium damnosum* THEOBALD, 1903 (Diptera, Simuliidae) en Afrique tropicale. *Travaux et Documents de l'ORSTOM*, **63**, ORSTOM, Paris, 1976.
12. QUILLEVERE D - Contribution à l'étude des caractéristiques taxonomiques, bioécologiques et vectrices des membres du complexe *Simulium damnosum* présents en Côte d'Ivoire. *Travaux et Documents de l'ORSTOM*, **109**, ORSTOM, Paris, 1979.
13. TRAORE-LAMIZANA M & LEMASSON JJ - Participation à une étude de faisabilité d'une campagne de lutte contre l'onchocercose dans la région du bassin du Logone. Répartition des espèces du complexe *Simulium damnosum* dans la zone camerounaise du projet. *Cah ORSTOM, sér Ent méd Parasitol*, 1987, **25**, 171-186.
14. VAJIME CG & DUNBAR RW - Chromosomal identification of eight species of the subgenus *Edwardsellum* near and including *Simulium (Edwardsellum) damnosum* THEOBALD (Diptera: Simuliidae). *Tropenmed Parasit*, 1975, **26**, 111-138.
15. VAJIME CG & DUNBAR RW - The chromosomal identification of *Simulium (Edwardsellum) mengense* new species (Diptera: Simuliidae). *Parassitologia*, 1977, **19**, 95-102.
16. VAJIME CG & GREGORY WG - Species complex of vectors and epidemiology. *Acta Leiden*, 1990, **59**, 235-252.
17. WALSH JF, DAVIES JB, LE BERRE R & GARMS R - Standardization of criteria for assessing the effect of *Simulium* control in onchocerciasis control programmes. *Trans Roy Soc Trop Med Hyg*, 1978, **72**, 675-676.