

Distribution et écologie des vecteurs de la trypanosomose humaine africaine de type savanicole en zone de forêt dégradée au sud Cameroun : cas du foyer de Doumé.

J.A. Mbida Mbida (1), R. Mimpfoundi (1), F. Njiokou (1), L. Manga (2) & C. Laveissiere (3)

(1) Laboratoire de biologie générale, Faculté des sciences, BP 812, Yaoundé, Cameroun. E-mail : mbidajeane@yahoo.fr

(2) Bureau régional OMS Afro, BP 6, Brazzaville, Congo.

(3) Institut de recherche pour le développement, BP 1286, Pointe Noire, Congo.

Article n° 3297. "Épidémiologie". Reçu le 10 juillet 2008. Accepté le 23 décembre 2008.

Summary: Distribution and ecology of the savannah human African trypanosomiasis vectors in disturbed forest zone in South Cameroon: about case in the Doumé focus.

Vector control through trapping in the foci of humid forest areas is rather difficult because of the wide spreading of tsetse flies and transmission sites of human African trypanosomiasis. In fact, traps should be a priori set up everywhere to stop the transmission. The identification of the disease transmission sites enables efficient trapping through localisation of dangerous tsetse flies habitats needing vector control measures. The study of adult tsetse flies and teneral tsetse flies spatial distribution and human vector contacts was conducted in Doumé to determine the transmission of human African trypanosomiasis for efficient vector control. *Glossina fuscipes fuscipes* was the only tsetse fly captured with a very low apparent density of 0.13 tsetse flies per trap and per day. Furthermore, the disease transmission in the focus was not found uniform. In fact, human vector contacts are high in two villages (Paki and Mendim) located in the highly disturbed forest zones. These contacts occur in humid shallows where teneral tsetse flies were only captured around streams and forest galleries. The Doumé focus presents therefore characteristics of savannah focus where river banks and nearby biotopes are the main target sites for vector control campaigns.

Résumé :

La large dispersion des glossines et des sites de transmission de la trypanosomose humaine dans les foyers de forêt humide du Cameroun rend difficile la lutte antivectorielle par piégeage, car il faudrait a priori installer des pièges partout pour interrompre la transmission. L'identification des sites de transmission de la maladie permet un piégeage plus efficace par la localisation des gîtes de glossine estimés « dangereux », donc à assainir en priorité. Une étude, basée sur la distribution spatiale des glossines ténérales et du contact homme/glossine a été menée dans le foyer de Doumé pour élucider les sites de la transmission de la trypanosomose humaine afin de mener une lutte antivectorielle efficace. *Glossina fuscipes fuscipes* a été la seule glossine capturée dans ce foyer avec une densité apparente globale très faible, de l'ordre de 0,13 glossine/piège/jour. La transmission de la maladie n'est pas homogène dans le foyer; en effet, le contact homme/glossine est très marqué dans deux villages, Paki et Mendim, situés en zone de forêt dégradée. Ce contact a lieu dans les bas-fonds humides où les glossines ténérales ont été capturées aux abords des cours d'eau et dans les galeries forestières. Le foyer de Doumé présente ainsi les caractéristiques des foyers de savane où les rives des cours d'eau et les biotopes avoisinants sont les sites à cibler en priorité lors des campagnes de lutte antivectorielle.

human african trypanosomiasis
Glossina fuscipes fuscipes
ecology
transmission
humid forest
Doumé
Paki
Mendim
Cameroun
Sub-Saharan Africa

trypanosomose humaine africaine
Glossina fuscipes fuscipes
écologie
forêt humide
Doumé
Paki
Mendim
Cameroun
Afrique intertropicale

Introduction

La trypanosomose humaine africaine est une affection parasitaire due à la présence dans le sang, la lymphe et/ou le liquide céphalo-rachidien d'un protozoaire flagellé du genre *Trypanosoma* (1). La transmission de cette maladie à l'homme est assurée par les mâles et les femelles d'un insecte diptère du genre *Glossina* Wiedemann, 1830 (1).

Plusieurs études ont montré que la transmission de la trypanosomose humaine est liée à la compétence vectorielle de la glossine, au comportement des animaux hôtes nourriciers et aux faciès écologiques (1, 11, 12, 15, 21). La diversité des gîtes de glossines et des situations épidémiologiques a ainsi permis, en Afrique occidentale et centrale, de définir globalement deux faciès éco-épidémiologiques majeurs (4) :

– la savane où les glossines vivent dans les galeries forestières et s'en éloignent peu ;

– la forêt où les glossines sont ubiquistes, même si leur concentration est plus importante le long des cours d'eau, dans les zones humides et dans les sous-bois dégagés (sentiers en franchissement des cours d'eau, plantations...).

En savane, la transmission de la maladie a lieu lorsque l'homme fréquente les cours d'eau et leurs abords immédiats, alors qu'en forêt, la transmission semble *a priori* avoir lieu partout. Il faut donc, dans ce dernier cas, analyser la distribution du vecteur et évaluer le « risque de transmission » dans tous les biotopes, afin d'identifier les sites à cibler de façon prioritaire lors d'une campagne de lutte antivectorielle.

Le domaine forestier occupe le tiers de la superficie du Cameroun (13) où trois foyers de trypanosomose, dont celui de Doumé, sont encore actifs.

Ce foyer présente des caractéristiques épidémiologiques particulières; tous les malades dépistés entre 1999 et 2002 proviennent de deux villages voisins, Paki et Mendim. La prévalence de la maladie observée dans ces villages est la plus faible parmi les foyers forestiers actifs du Sud Cameroun (14).

Une étude entomologique basée sur la distribution des vecteurs (glossines ténérales et âgées) et la fréquence du contact homme/glossine a donc été menée dans ce foyer en vue de comprendre les modalités de la transmission de la maladie (11). En effet, la présence plus ou moins marquée des glossines ténérales, susceptibles de s'infester lors de leur premier repas de sang (22) et le niveau de contact homme/glossine, peuvent permettre d'évaluer le risque de transmission dans un biotope donné. Cet article présente les densités apparentes des glossines adultes et des glossines ténérales, susceptibles de s'infester lors du premier repas sanguin, ainsi que la fréquence du contact homme/glossine dans les différents biotopes de Doumé. Cela doit permettre d'identifier les sites à haut risque de transmission, sites qui seront ciblés en priorité lors des campagnes de lutte antivectorielle par piégeage.

Matériels et méthodes

Site d'étude

Cette étude a été réalisée dans le foyer de Doumé (4° 5 N; 13° 27 E). La zone d'étude est délimitée par les villages au nord

de Bayon II, au sud de Mala, à l'est de Petit-Pol et à l'ouest de Boumpial (figure 1).

Le climat est de type équatorial à quatre saisons (18). La température oscille entre 22 °C et 28 °C; la pluviométrie moyenne se situe autour de 1 500 mm. Les deux principaux cours d'eau de la région sont la Doumé qui présente de vastes zones marécageuses et son affluent principal la Mala. La dominante est la forêt dense sempervirente. Cependant, cette forêt a été progressivement dégradée par une exploitation forestière très intense et l'installation des plantations de café.

En tenant compte du paysage et de la densité de la population humaine, le site d'étude a été subdivisé en quatre zones différentes (tableau I). La zone A regroupe les villages situés entre Grand-Sibita et Mendim; la zone B constitue la zone de cultures de Mala; la zone C représente les villages situés entre Kak et Bayon II, et la zone D regroupe les villages situés entre Kempong et Petit-Pol (figure 1). Dans chaque zone, les contextes écologiques (biotopes) suivants ont été identifiés :

- la lisière des villages;
- les plantations de café, généralement situées sur les sols granuleux et peu humides et dont l'âge moyen est de 15 ans;
- les champs vivriers, implantés après défrichement et brûlis de la forêt;
- les bas-fonds généralement humides;
- les campements de culture, situés loin du village au voisinage des plantations de café ou des champs vivriers.

Méthodes entomologiques

Les prospections entomologiques ont été effectuées en 2004, en février (grande saison sèche), en avril (petite saison des pluies) et en septembre (grande saison des pluies). Pour chaque enquête, 370 pièges Vavoua (10) ont été installés tous les 100 mètres environ durant 4 jours successifs dans les biotopes identifiés. La collecte des glossines a été effectuée deux fois par jour à 9 H et à 15 H. Les glossines ont été identifiées suivant des critères morphologiques et notamment d'après les génitalia (3, 19). Les glossines ténérales ont été identifiées par la présence d'un sac résiduel à l'extrémité postérieure de leur intestin antérieur (8). Lorsque l'intestin moyen contenait du sang frais ou légèrement digéré, celui-ci était prélevé, étalé sur du papier Whatman n° 1 et conservé dans un bocal hermétique.

Figure 1.

Carte de la zone de Doumé (adaptée de la carte de l'ex-Centre géographique national, 1978).
Map of the Doumé area (adapted from the map of the former Centre Géographique National, 1978)

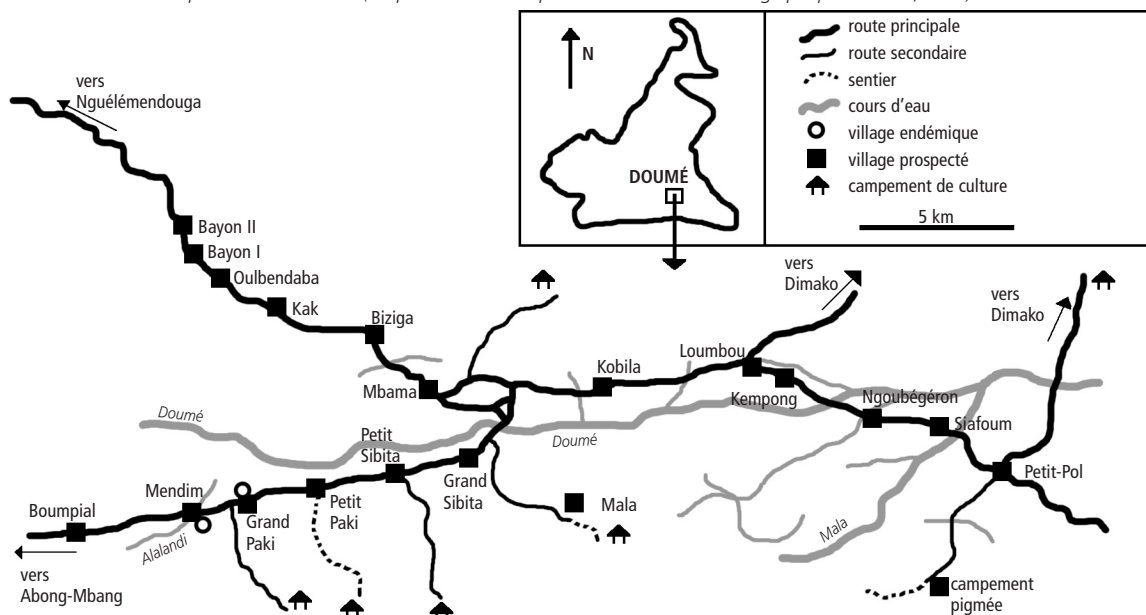


Tableau I.

Distinction de quatre zones prospectées à Doumé, selon leurs caractéristiques écologiques.
Distinction of the four studied zones in Doumé, according to their ecological characteristics.

| zones | A | B | C | D |
|--|---|--|---|---|
| caractéristiques écologiques et démographiques | <ul style="list-style-type: none"> forêt dégradée vastes espaces ouverts dominés par <i>Chromola odorata</i> villages linéaires côtoyés par un bas-fond où l'on trouve des points d'eau et de baignade très fréquentés par l'homme et les porcs 1,5 habitant/km² | <ul style="list-style-type: none"> forêt dégradée par la coupe de bois vastes plantations de cafés et de cultures vivrières campements dispersés et occupés temporairement 0,2 habitant/km² | <ul style="list-style-type: none"> forêt dense moins dégradée qu'en zone A villages linéaires 0,6 habitant /km² | <ul style="list-style-type: none"> forêt dégradée comme en zone A villages linéaires campements occupés temporairement 1 habitant /km² |

Tableau II.

Paramètres entomologiques de la transmission dans les zones distinguées à Doumé.

Entomological parameters of the transmission in the different zones in Doumé.

| paramètre entomologique | zone | | | |
|-------------------------|----------|--------|---------|---------|
| | A | B | C | D |
| C/j | 386/1236 | 31/408 | 76/1500 | 14/1240 |
| DAP | 0,31 | 0,08 | 0,05 | 0,01 |
| effectif ténéraux | 17 | - | 1 | - |
| T | 0,01 | - | 0,00 | - |
| n | 11 | 0 | 1 | 0 |
| p | 4,3 | 0,0 | 0,2 | 0,0 |
| cas de THA (2002/2003) | 6 | 0 | 0 | 0 |

C = effectif de glossines capturées et disséquées; j = nombre de pièges x 4 jours de capture; T = densité apparente des ténéraux; n = nombre de repas de sang humain identifiés; p = contact homme/glossine; - = non capturé.

tiquement fermé, contenant du gel de silice, puis ramené au laboratoire d'entomologie de l'OCEAC où il était conservé à -80 °C. Les repas de sang humains ainsi prélevés ont été identifiés par la technique ELISA (2).

Traitement des données

La densité apparente de glossines par jour (DAP) dans chaque biotope à un moment donné a été évaluée en divisant l'effectif de glossines capturées par le nombre de pièges installés dans le biotope considéré et multiplié par le nombre de jours de capture.

Le contact homme/glossine (p) était évalué par la relation suivante (12) :

$$p = \frac{(k \times n \times C^{a-1})}{Pj^a}$$

où k est une constante égale à 632 en plantation de cacao et 623 en lisière de village (5), n le nombre de repas de sang humain identifiés, C le nombre de glossines disséquées, a est une constante égale à 1,23 en plantation de cacao et 0,63 en lisière de village (5), P est le nombre de pièges utilisés et j le nombre de jours de capture.

Dans cette étude, nous avons considéré que le comportement des glossines n'est pas différent dans les plantations de café et de cacao, les galeries forestières et les autres formations végétales; ainsi, les constantes k et a ne variaient pas pour tous ces faciès, à l'exception de la lisière de village.

Résultats

Composition de la faune de glossines à Doumé

Un total de 507 glossines a été capturé à Doumé au cours de nos prospections. Tout l'échantillon était constitué de la sous-espèce *G. f. fuscipes* avec 3,5 % de glossines ténérales.

Distribution spatiale du vecteur

La densité apparente dans l'ensemble du site prospecté était de 0,13 G/P/J et variait d'une zone à une autre, soit 0,31 G/P/J

en zone A, 0,08 G/P/J en zone B, 0,05 G/P/J en zone C et 0,01 G/P/J en zone D (tableau II). Au total, 18 glossines ténérales ont été capturées et identifiées, dont 17 provenaient de la zone A et une seule de la zone C (tableau II).

La quasi-totalité de l'échantillon des glossines capturées provient de la zone A, aussi l'étude de la distribution des glossines en fonction des biotopes s'est-elle effectuée dans cette zone, plus précisément dans les villages de Paki et Mendim.

La densité apparente de glossines par piège à Paki et à Mendim variait en fonction du biotope (figure 2); elle tendait vers zéro en lisière de village, dans les campements de culture, dans les champs vivriers et dans les plantations de café situées du côté gauche de la route principale en direction d'Abong-Mbang. *G. f. fuscipes* était beaucoup plus abondante dans les bas-fonds situés du côté droit de la route. Dans ce secteur, la densité apparente moyenne de glossines par piège était de 1,79 G/P/J dans les plantations de café, de 1,52 G/P/J près des points d'eau, de 0,57 G/P/J dans les galeries forestières et de 1,00 G/P/J le long des cours d'eau (figure 2). Les glossines ténérales n'ont été capturées que le long des cours d'eau où la densité apparente moyenne de glossines par piège était de 0,14 G/P/J et dans la forêt avoisinante où elle était de 0,08 G/P/J (figure 2).

Fréquence et localisation du contact homme/glossine

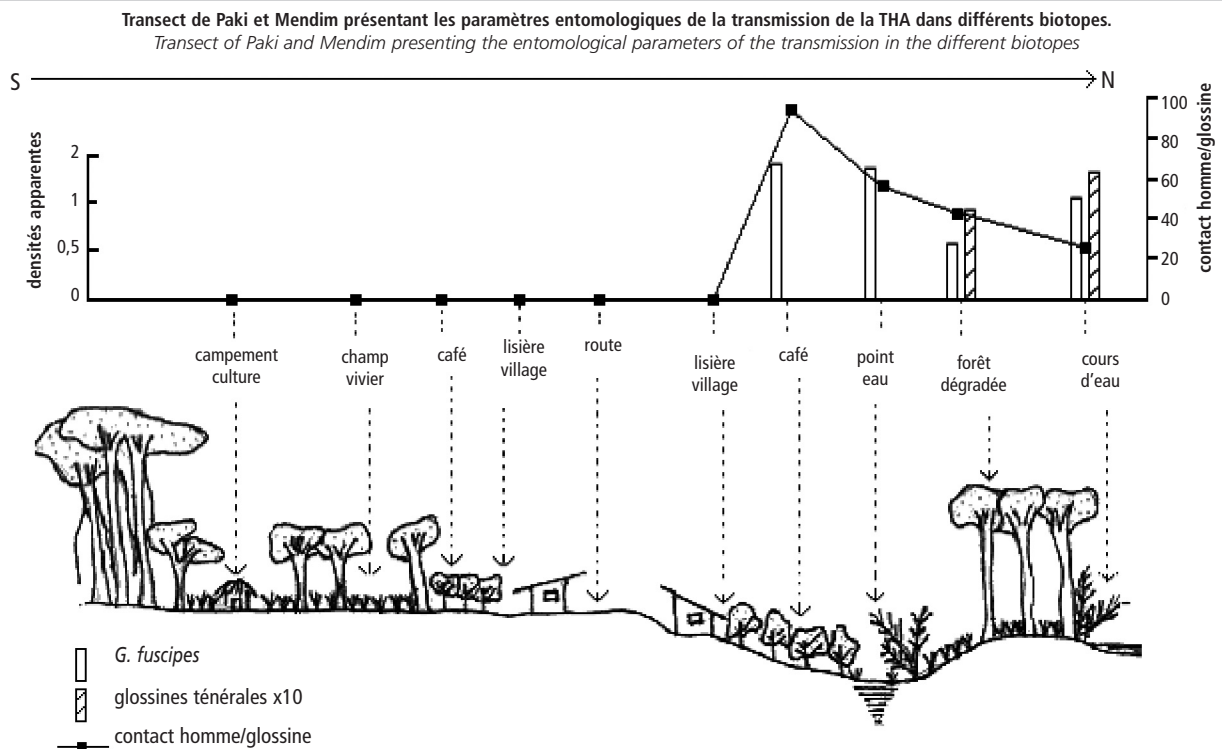
Sur les 507 glossines disséquées à Doumé, 12 repas de sang d'origine humaine ont été identifiés; la valeur moyenne du contact homme/glossine dans l'ensemble du site d'étude est donc de 4,0, avec des valeurs de 4,3 en zone A; 0,0 en zone B et D et 0,2 en zone C (tableau II).

À Paki et Mendim, le contact homme/glossine tendait vers zéro en lisière de village, aux alentours des campements de cultures, des champs vivriers et dans les plantations de café situées du côté gauche de la route principale en direction d'Abong-Mbang. Dans les bas-fonds situés du côté droit de la route, le contact homme/glossine était de 90,3 dans les plantations de café; 57,9 près des points d'eau; 46,3 dans les galeries forestières et de 27,7 le long des cours d'eau (figure 2).

Discussion

À Doumé, 40 ans après les enquêtes de RAGEAU et ADAM en 1953 (20), nous notons la réduction de la diversité spécifique des glossines dans les différents sites. Les espèces zoophiles telles que *Glossina pallicera* et *Glossina fusca*, plus exigeantes du point de vue écologique et les espèces anthropophiles qui font montre d'un plus grand pouvoir d'adaptation comme *G. p. palpalis* se sont raréfiées. Cette raréfaction n'est pas le fait de la technique de piégeage compte tenu de la grande dispersion des pièges Vavoua sur le site d'étude, et de leur efficacité démontrée pour la capture d'une grande variété d'espèces (10). La réduction de la diversité spécifique des glossines à Doumé serait due en grande partie aux changements écologiques survenus dans la région. Elle serait aussi le résultat de la compétition inter-spécifique entre *G. palpalis* et *G. fuscipes* qui a déjà été démontrée au Cameroun (16) et au Congo (12). En effet, *G. f. fuscipes* a été la seule glossine capturée dans la zone prospectée, avec plus de 76 % de la population provenant des deux villages, Paki et Mendim. Cette distribution des glossines correspond aussi à la distribution des malades

Figure 1.



dépistés dans la région entre 1999 et 2002. Ces observations entomologiques et cliniques démontrent que l'épicentre du foyer se situe dans les deux villages (Paki et Mendim).

Les glossines ont été capturées pour la plupart dans les bas-fonds humides situés entre la route principale et la rivière Doumé. Ces bas-fonds sont arrosés par des cours d'eau qui constituent les principaux points de baignade des populations. Des porcs y sont également rencontrés. De tels biotopes sont favorables au développement des glossines qui y trouvent, non seulement de l'humidité, mais aussi des possibilités d'alimentation. On remarque que *G. f. fuscipes* y est présent avec des densités très faibles, tandis que *G. p. palpalis* est absente. Lorsque les deux espèces sont en compétition, *G. f. fuscipes* colonise généralement les grands cours d'eau, tandis que *G. p. palpalis* occupe les petits ruisseaux et les biotopes anthropisés (16). Les biotopes, très anthropisés autour des villages, dans les plantations de café et dans les champs vivriers, ont atteint un niveau critique de dégradation qui ne permet plus le développement des glossines.

D'autre part, les glossines ténérales se rencontrent ainsi exclusivement le long des cours d'eau et dans les forêts galeries. Ces biotopes constituent les principaux gîtes de *G. f. fuscipes* où cette espèce trouve des possibilités de repos et de reproduction. Les glossines ténérales ayant l'aptitude à développer une infection si leur premier repas de sang est infectant (17, 22, 23), leur quantification permet d'évaluer le risque de transmission primaire dans les biotopes. En conséquence, les abords des cours d'eau et les galeries forestières, présentent un risque de transmission primaire très important à cause des conditions écologiques favorables, à la fois par la longévité des glossines et donc l'amplification des trypanosomes et par la présence régulière des humains pour les baignades et les occupations ménagères.

À l'opposé, le risque de transmission dans les biotopes que sont les lisières de village, les champs vivriers ou les plantations de café situées du côté gauche de la route principale en direction d'Abong-Mbang, est très faible, car les glossines n'ont pas été capturées dans ces biotopes. Ces résultats ont

des implications dans la conception de la stratégie de lutte antivectorielle à Doumé qui doit désormais tenir compte de la distribution spatiale des glossines « dangereuses ».

Notre étude montre que la transmission de la trypanosomose humaine africaine dans le foyer de Doumé est assurée par une population réduite de glossines présentes dans les bas-fonds situés entre la route principale et la rivière Doumé. Ces glossines établissent des contacts répétés avec l'homme le long des cours d'eau et dans les galeries forestières où le risque de transmission primaire est accentué par la présence plus marquée des glossines ténérales. Dans les plantations de café situées autour des points d'eau, la présence des glossines âgées attirées par les porcs qui se reposent sous les caféiers après leur bain augmente le risque de transmission secondaire.

Dans le foyer de Doumé comme en savane, la distribution des glossines, des glossines ténérales et des lieux de contact homme/glossine est essentiellement limitée aux points d'eau : par conséquent, la transmission de la maladie à l'homme a lieu lorsque ce dernier fréquente ces biotopes.

La transmission de la THA dans ce foyer est donc de type sylvicole en zone de forêt dégradée, contrairement au foyer de Bipindi (Sud-Cameroun) (7) où la transmission peut intervenir en tout lieu, même si elle est plus importante dans les bas-fonds. À Doumé, les bas-fonds humides constituent ainsi les sites de transmission qui doivent être ciblés en priorité lors des campagnes de lutte antivectorielle par piégeage.

Remerciements

Cette étude a été menée dans le cadre d'une collaboration entre l'Institut de recherche pour le développement (IRD), l'Organisation de coordination pour la lutte contre les endémies en Afrique centrale (OCEAC) et l'Université de Yaoundé-I. Nous remercions le Dr Patrick BITSINDOU pour avoir accepté de lire le manuscrit, M. Samuel BAHEBEGUEL, M. Ernest MOOH et M. Justin MENOUGA pour leur appui technique sur le terrain, et les populations de Doumé pour leur hospitalité.

Références bibliographiques

- AKSOY S – Control of tsetse flies and trypanosomes using molecular genetics. *Vet Parasitol*, 2003, **115**, 125-145.
- BEIER JC, PERKINS PV, WIRTZ RA, KOROS J, DIGGS D *et al.* – Bloodmeal identification by direct enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) tested on *Anopheles* (Diptera : Culicidae) in Kenya. *J Med Entomol*, 1988, **25**, 9-16.
- BRUNHES J, CUISANCE D, GEOFFROY B, HERVY J-P & LEBBE J – *Les glossines ou mouche tsé-tsé. Logiciel d'identification glossine expert.* ORSTOM Paris, 1994, 160 pp.
- CHALLIER A – La transmission de la trypanosomose humaine en Afrique occidentale : écologie et contrôle des vecteurs. *Ann Soc Belge Méd Trop*, 1971, **51**, 549-558.
- GOUTEUX JP & BUCKLAND ST – Observation sur les glossines d'un foyer forestier de trypanosomose humaine en Côte d'Ivoire. 8. Dynamique des populations. *Cah ORSTOM, Sér Ent Méd Parasitol*, 1984, **22**, 19-34.
- GOUTEUX JP – Un cas d'exclusion géographique chez les glossines : l'avancée de *Glossina palpalis palpalis* vers Brazzaville (Congo) au détriment de *Glossina fuscipes quanzensis*. *Insect Science and its Application*, 1992, **13**, 59-67.
- GRÉBAUT P, MBIDA JA, KONDJIO CA, NJIOKOU F, PENCHENIER L, LAVEISSIERE C – Spatial and temporal patterns of human African trypanosomiasis (HAT) transmission risk in the Bipindi focus, in the forest zone of Southern Cameroon. *Vector Borne Zoonotic Dis*, 2004, **4**, 230-238.
- LAVEISSIERE C – Détermination de l'âge des glossines ténérales (*Glossina tachinoides* Westwood). *Cah ORSTOM, Sér Ent Méd Parasitol*, 1975, **13**, 3-11.
- LAVEISSIERE C, COURET D & HERVOUET JP – Localisation et fréquence du contact homme/glossines en secteur forestier de Côte d'Ivoire. 1. Recherche des points épidémiologiquement dangereux dans l'environnement végétal. *Cah ORSTOM, sér. Ent méd Parasitol*, 1986, **1**, 21-35.
- LAVEISSIERE C & GREBAUT P – Recherche sur les pièges à glossines (Diptera : Glossinidae). Mise au point d'un modèle économique : le piège Vavoua. *Trop Med Parasitol*, 1990, **41**, 185-192.
- LAVEISSIERE C, SANE B & MEDA AH – Measurement of risk in endemic areas of human African trypanosomiasis in Côte d'Ivoire. *Trans R Soc Trop Med Hyg*, 1994, **88**, 645-648.
- LAVEISSIERE C, SANE B, DIALLO PB, TRUC P & MEDA AH – Le risque épidémiologique dans un foyer de la maladie du sommeil en Côte d'Ivoire. *Trop Med Int health*, 1997, **8**, 729-732.
- LETOUZEY R – *Étude phytogéographique du Cameroun.* Ed. Lechevalier, Paris, 1968, 600 pp.
- LOUIS FJ, SIMARRO PP & JANNIN J – Situation de la maladie du sommeil en 2003. *Méd Trop*, 2003, **63**, 228-230.
- MOLOO SK, KABATA JM, WAWERU F & GOODING RH – Selection of susceptible and refractory lines of *Glossina morsitans centralis* for *Trypanosoma congolense* infection and their susceptibility to different pathogenic *Trypanosoma* species. *Med Vet Entomol*, 1998, **12**, 391-398.
- MOUCHET J, GARIOU J & RATEAU J – Distribution géographique et écologique de *Glossina palpalis palpalis* ROB.-DESV. et *Glossina fuscipes fuscipes* NEWST. au Cameroun. *Bull Soc Pathol Exot*, 1958, **51**, 652-661.
- MWANGELWA MI, OTIENO LH & REID GDF – Some barriers to *Trypanosoma congolense* development in *Glossina morsitans morsitans*. *Insect Sci Applic*, 1987, **8**, 33-37.
- OLIVRY JC – *Fleuves et rivières du Cameroun.* Collection Monographie Hydrographiques ORSTOM n° 9 Paris.
- POLLOCK JN – *Training manual for tsetse control personnel. Tsetse biology; systematics and distribution; techniques.* FAO, 1982, 280 pp.
- RAGEAU J & ADAM JP – Répartition des glossines au Cameroun français. *Rev Elev Med Vet Pays Trop*, 1953, **6**, 73-76.
- SIMO G, NJIUKOU F, MBIDA MBIDA JA, NJITCHOUANG GR, HERDER S *et al.* – Tsetse fly host preference from sleeping-sickness foci in Cameroun: epidemiological implications. *Inf Genet & Evol*, in press.
- WELBURN SC, MAUDLIN I & ELLIS DS – Rate of trypanosome killing by lectins in midguts of different species and strains of *Glossina*. *Med Vet Entomol*, 1989, **3**, 77-82.
- WIJERS DJB & WILLET KC – Factors that may influence the infection rate of *Glossina palpalis* with *Trypanosoma gambiense*. II. The number of the morphology of the trypanosomes present in the blood of the host at the time of the infected feed. *Ann Trop Med Parasitol*, 1960, **54**, 341-350.