INTEGRATION DES FACTEURS DEMOGRAPHIQUES A LA CARACTERISATION D'UN ESPACE A RISQUE DE MALADIE DU SOMMEIL EN COTE D'IVOIRE

F. FOURNET, A. KONE, A.H. MEDA, S. TRAORE, J-P. HERVOUET

Med. Trop. 2001 ; **61** : 372-375

RESUME • Les densités de population et d'habitat ont été utilisées pour hiérarchiser le risque de transmission de trypanosomiase humaine africaine ou maladie du sommeil dans quatre espaces du foyer de Zoukougbeu (Côte d'Ivoire) où la localisation des cas dépistés depuis 1990 est connue. Les indices de risque épidémiologique ont été calculés à partir des données entomologiques recueillies au cours de trois enquêtes et analysés par rapport à la présence de malades et au degré d'occupation de chaque espace. Les résultats montrent que le risque de transmission existe à proximité du village de Bahigbeu II où les densités humaines sont comprises entre 30 et 40 habitants par km² et les densités de campement égales ou supérieures à 4 par km². Il apparaît cependant également à Ouatigbeu, espace plus faiblement anthropisé (moins de 30 hab/km² et moins de 4 campements par km²). Or, si à Ouatigbeu, des malades ont été régulièrement dépistés, il n'y en a jamais eu à Bahigbeu II. De fait, si la pression humaine exercée dans un espace peut être considérée comme un facteur de risque, d'autres facteurs comme la mobilité humaine doivent être pris en considération pour caractériser un espace à risque et prédire l'émergence de la maladie.

MOTS-CLES • Trypanosomiase humaine africaine - *Glossina palpalis palpalis* - Occupation de l'espace - Risque épidémiologique - Afrique Noire - Côte d'Ivoire.

USE OF DEMOGRAPHIC FACTORS IN CHARACTERIZATION OF RISK AREAS FOR TRANSMISSION OF SLEEPING SICKNESS IN COTE D'IVOIRE

ABSTRACT • The purpose of this study was to classify the risk for transmission of African human trypanosomiasis (sleeping sickness) according to population and settlement densities in four different areas of Zoukougbeu, Cote d'Ivoire, where the exact location of cases reported since 1990 is known. Epidemiological risk indexes were calculated from entomological data obtained from three surveys and analyzed with respect to presence of patients and occupancy rate in each area. Results indicated that there was a risk of transmission near the village of Bahigbeu II where the population density is between 30 and 40 inhabitants per km² and settlement density is 4 per km². There was also a risk in less inhabited areas such as Ouatigbeu where the population density is less than 30 inhabitants per km² and dwelling density less than 4 per km². In fact, cases are regularly reported in Ouatigbeu but never in Bahigbeu II. Based on these findings, we conclude that, while land occupancy can be considered as a risk factor for sleeping sickness, other factors such as human mobility must be taken into account to characterize risk areas and predict outbreaks.

KEY WORDS • Human African trypanosomiasis - *Glossina palpalis palpalis* - Land occupancy - Epidemiological risk - Black Africa - Cote d'Ivoire.

En zone forestière ivoirienne, le développement de la culture du café et du cacao a créé les conditions favorables au maintien de la Trypanosomiase humaine africaine (THA) ou maladie du sommeil en permettant l'installation de son vecteur, *Glossina (Nemorhina) palpalis palpalis* (Robineau-Desvoidy, 1830) (1). Cependant, la distribution de la maladie est hétérogène et la hiérarchisation des espaces à risque ne peut se faire par la seule prise en compte de facteurs de risque environnementaux comme la présence d'une plantation de café ou celle d'un point d'approvisionnement en eau dans un bas-fond qui sont des biotopes favorables au contact homme-vecteur (2). L'émergence et le maintien de la maladie doivent être étudiés relativement à l'occupation de l'espace et aux modes de gestion mis en œuvre par les populations humaines (3, 4).

De précédentes analyses de la distribution régionale des malades en relation avec les densités de la population et de l'habitat calculées à partir du recensement général de 1988 montrent que dans le Centre Ouest ivoirien, les malades sont essentiellement dépistés dans des espaces où les densités humaines sont comprises entre 30 et 90 habitants par km² et celles des campements entre 1 et 3 par km² (J-P. Hervouët, données non publiées). La mise en évidence de ces indicateurs à l'échelle régionale permet une hiérarchisation sommaire des espaces à risque de THA. A l'échelle des foyers

• *Travail du Laboratoire des Sciences Humaines appliquées à la Santé de l'Institut Pierre Richet (F.F., Chargée de recherche de l'IRD ; A.K., Etudiant en Géographie de la Santé de l'Université de Rouen ; A.H.M., Chargé de recherche de l'OCCGE ; S.T., Maître de Conférence des Universités ; J.P.H., Directeur de recherche de l'IRD), Bouaké, Côte d'Ivoire.*

• *Correspondance : F. FOURNET, Institut Santé et Développement, 15-21 rue de l'Ecole de Médecine, 75006 Paris, France • Fax : +33 01 43 54 13 87 • e-mail Florence.Fournet@libertysurf.fr •*

• *Article reçu le 13/12/1999, définitivement 30/06/2001.*

où les données environnementales, démographiques et épidémiologiques sont plus fines, l'utilisation de ces mêmes indicateurs contribuera à une meilleure caractérisation des espaces à risque. De fait, une approche originale a été adoptée dans le foyer de Zoukougbeu pour évaluer les conditions de la transmission et de la diffusion de la maladie en relation avec les niveaux d'emprise humaine sur le milieu. Le choix de l'emplacement des pièges de capture des glossines a été effectué sur la base de critères environnementaux et démographiques, à savoir les densités des populations humaines et celles des campements. Dans la mesure où des densités de campements élevées peuvent correspondre à des densités de population faibles ou élevées selon la taille de ces campements, générant alors des pressions humaines différentes sur l'espace, les deux critères ont été intégrés, contrairement à une étude précédemment conduite (5). Leur combinaison pourra permettre d'attribuer une signification épidémiologique aux densités humaines et par là, de mieux hiérarchiser le risque de maladie du sommeil.

MATERIEL ET METHODES

La zone d'étude.

Le foyer de Zoukougbeu est situé non loin de Daloa, entre 6°5 et 7° de latitude nord, entre 6°50 et 7°10 de longitude ouest (Fig. 1). Ce foyer est sous l'influence d'un climat régional de type équatorial à deux saisons des pluies. Les amplitudes thermiques annuelles sont faibles (3°C) et la pluviométrie annuelle oscille autour de 1200 mm.

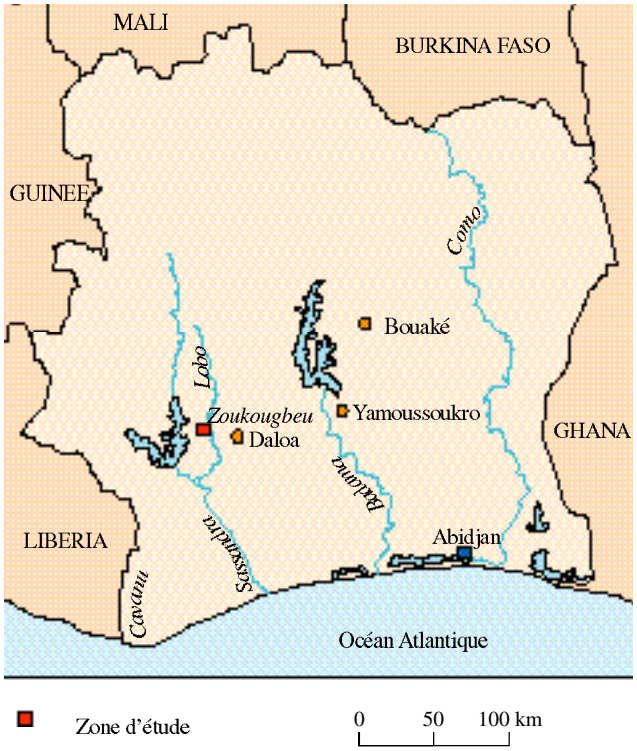

Figure 1 - Situation de la zone d'étude.

Tableau I - Présentation des sous-espaces de capture et des indices de risque épidémiologique correspondants.

	Ouatigbeu	Gregbeu	Bahigbeu II	Zakogbeu
Densités population (hab/km²)	30	30	30-40	30-60
Densités des campements/km²	< 4	4	4	4
Présence de malades*	Oui	Non	Non	Oui
Risque	9,93	0,48	8,62	0,14

* Malades dépistés entre 1990 et 1995.

Dans cet espace où vivent près de 30 000 personnes réparties dans 22 villages et 1 650 campements et hameaux de culture, plus de la moitié de la population (56 %) est constituée par des immigrants agricoles arrivés à la faveur de l'ouverture des réserves foncières à l'économie de plantation. La forêt a progressivement disparu au profit des plantations de café et de cacao, cette évolution créant les conditions favorables au développement et au maintien de la maladie du sommeil. En effet, si l'anthropisation du milieu conduit à la disparition de *Glossina fusca,* elle favorise, au moins jusqu'à un certain degré, l'apparition d'une espèce anthropophile, *Glossina palpalis*, vectrice de la maladie (1).

Dans le foyer de Zoukougbeu, la présence de la maladie du sommeil est ancienne et 226 malades y ont encore été dépistés entre 1990 et 1995.

Le choix des circuits de capture des glossines.

Les levés de terrain ont été complétés par l'interprétation de photographies aériennes au 1/20 000e de sorte à pouvoir comptabiliser et localiser tous les campements et hameaux de culture du foyer. Une carte des densités humaines a été réalisée à partir des données collectées au cours du recensement de la population du foyer. A cette échelle, le mode de représentation de l'emprise humaine fait appel à des isolignes de densité construites selon une méthode informatisée mise au point au Laboratoire des Sciences Humaines appliquées à la Santé de l'Institut Pierre Richet. Cette méthode permet la spatialisation des densités apparentes de la population au sein de leur espace de vie. A Zoukougbeu, l'essentiel des déplacements des habitants des campements se déroule dans un rayon d'un kilomètre autour de leur habitat, délimitant ainsi un espace qui englobe tous les lieux d'activités productrices ou non (plantations, champs de vivriers et points d'eau). Les isolignes de densité ont été construites à partir de points côtés, régulièrement distribués, sur lesquels s'appuient des unités spatiales circulaires d'un kilomètre de rayon.

Le choix de l'emplacement des circuits de piégeage des glossines a été défini par rapport aux sous-espaces mis en évidence à travers les cartes de densités de population et de campements et par rapport aux données épidémiologiques, chacun des malades dépistés entre 1990 et 1995 ayant pu être replacé dans son lieu de résidence (Tableau I) (Fig. 2). Les pièges monoconiques de type Vavoua (6) ont été installés dans les endroits les plus fréquentés par la population de ces sous-espaces (plantations de café ou de cacao, points d'approvisionnement en eau, lieu de passage dans un bas-fond).

Recherche des espaces à risque de THA.

Les captures des glossines ont été effectuées en janvier (saison sèche), mai (début de saison des pluies) et septembre 1996 (saison des pluies). Les pièges étaient mis en place pendant 4 jours consécutifs et les mouches capturées, relevées une fois par jour entre 14 heures et 18 heures. Les mouches capturées ont été identifiées

selon l'espèce, mais seuls les individus appartenant à *Glossina palpalis palpalis* étaient disséqués afin de déterminer l'âge physiologique et de quantifier la proportion de ténérales, les seules susceptibles de s'infecter (7). Les taux de survie ont été calculés (8). Les intestins présentant des traces de repas de sang incomplètement digérés ont été collectés sur papier Whatman N°1 afin de procéder à l'identification de l'origine du repas (9). Le nombre de repas d'origine humaine a été quantifié afin d'évaluer l'intensité du contact homme-glossine. L'ensemble de ces données a permis de calculer l'indice de risque épidémiologique (10) de chacun des sous-espaces identifiés selon la formule suivante :

$$r = \frac{(t+1)^{1,23} \times n^2 \times C^{0,46}}{pj^{3,69}} \times \frac{-Tsj^{20}}{\log Tsj}$$

Où t est le nombre de glossines ténérales (mâles et femelles) parmi le nombre total C de glossines capturées par p pièges Vavoua en *j* jours, *n* le nombre de repas d'origine humaine et *Tsj,* le taux de survie journalier.

Les valeurs de l'indice de risque épidémiologique ont été analysées par rapport aux données démographiques et à la localisation des malades.

RESULTATS

Les trois enquêtes entomologiques réalisées dans les quatre sous-espaces identifiés ont permis de capturer 2 978 mouches (Tableau I). Le vecteur de THA, *Glossina palpalis palpalis,* représente 86,1 % des captures. Deux autres espèces ont été trouvées, *Glossina pallicera* et *Glossina nigrofusca,* qui représentent respectivement 8,6 % et 5,3 % des captures.

Les indices de risque épidémiologique les plus élevés ont été enregistrés autour de Ouatigbeu et de Bahigbeu II qui correspondent à deux types de sous-espaces différents (Tableau I). Autour de Bahigbeu II, les densités de population sont comprises entre 30 et 40 hab/km² et celles des campements sont égales ou supérieures à 4. Au contraire, autour de Ouatigbeu, les densités humaines sont inférieures à 30 hab/km² et celles des campements sont inférieures à 4. Or, ce n'est qu'à Ouatigbeu que des malades ont été régulièrement dépistés depuis 1990 (Fig. 2).

A Gregbeu où aucun malade n'a jamais été dépisté, le risque est faible. En revanche, l'indice de risque observé à Zakogbeu est presque nul alors que ce sous-espace était considéré comme l'épicentre du foyer dans les années 1990 et que des malades continuent d'y être régulièrement dépistés.

DISCUSSION

Les niveaux de risque épidémiologique, calculés pour les quatre sous-espaces du foyer de Zoukougbeu, ne sont pas toujours conformes aux situations épidémiologiques que l'on observe. Ainsi, alors que l'on constate l'existence d'un risque épidémiologique à Bahigbeu II, peu de malades sont dépistés dans cet espace.

L'indice de risque épidémiologique utilisé dans cette étude montre que les conditions sont favorables à la transmission de la maladie du sommeil : présence des glossines ténérales les plus aptes à s'infecter, contact des glossines avec les hommes. L'indice de risque n'indique pas la présence de la maladie dont le développement peut être notamment attribué aux mobilités humaines que l'habitat en campement de culture génère (2). Dans ce type d'espace, les populations sont amenées à se déplacer plus ou moins fréquemment entre le campement et les plantations, entre le campement et les points d'approvisionnement en eau, entre les différents campements et, enfin, entre le campement et les pôles économiques (mar-

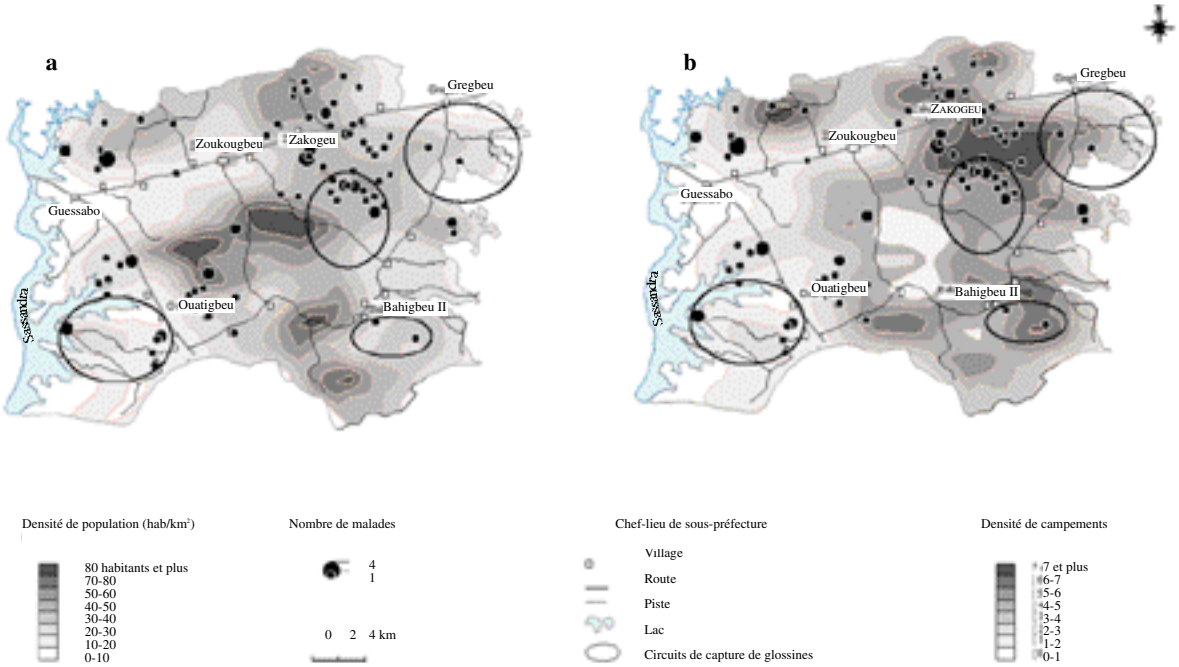

Figure 2 - a) Densités de populations et malades dépistés entre 1990 et 1995 ; b) Densités de campements et malades dépistés entre 1990 et 1995.

chés au carrefour de plusieurs pistes, hameaux, villages, villes...). La faiblesse de la mobilité humaine et sa dilution sur les multiples pistes de circulation qui traversent le sous-espace de Bahigbeu II limiterait donc le développement de la maladie même lorsque le parasite y est introduit. La structure de ce sous-espace socialement ouvert et écologiquement propice aux vecteurs semble donc finalement peu favorable à l'endémie.

Alors que les densités de population et de campements sont comparables à celles que l'on enregistre à Bahigbeu II, l'indice de risque calculé pour le sous-espace de Zakogbeu est nul. La majorité des malades dépistés depuis 1990 provient pourtant de ce sous-espace. Le potentiel vectoriel de transmission de la maladie que l'on observe au travers de l'indice de risque n'est pas concordant avec la situation endémique de cet espace. Les mobilités humaines observées entre Zakogbeu et les campements qui lui sont rattachés s'ajoutent pourtant aux déplacements péridomestiques pour offrir aux glossines davantage de possibilités de contact avec un grand nombre d'hommes et donc de diffusion de la maladie. Cependant, les plus fortes mobilités s'observent davantage autour du village lui-même dont les abords immédiats ont été fortement morcelés par la mise en valeur de nombreuses plantations exploitées par un grand nombre de personnes installées de longue date. Par conséquent, la zone à risque serait, en fait, localisée à la périphérie immédiate de Zakogbeu, en-dehors du sous-espace que nous avons étudié.

Le risque de THA existe aussi vers Ouatigbeu où la densité de la population est inférieure à 30 hab/km^2 et celle des campements, inférieure à 4 par km^2. La transmission de la maladie est confirmée par le dépistage de nombreux malades depuis 1990. Les mouvements de population entre les campements et le village de Ouatigbeu, véritable pôle d'échanges socio-économiques, sont très importants. Ainsi, lorsque l'environnement est propice au développement des vecteurs, la faible occupation de l'espace pourrait être en quelque sorte compensée par l'existence d'une grande mobilité humaine. Les nombreux déplacements humains qui se déroulent sur une seule piste et quelques raccourcis à travers les bas-fonds humides, participent à la diffusion de la maladie et au maintien d'une situation endémique.

L'absence de malade à Gregbeu où l'emprise humaine est comparable à celle que l'on a observé à Ouatigbeu pourrait s'expliquer par le fait que le village de Gregbeu ne constitue pas un pôle attractif pour les campements qui lui sont rattachés, contrairement au village de Ouatigbeu autour duquel s'est développée une importante vie économique et sociale (marchés, lieux de culte, écoles). Dans cet espace où les glossines sont peu abondantes, les déplacements humains peu fréquents ne favorisent donc pas la transmission et la diffusion de la maladie.

CONCLUSION

Les résultats que nous obtenons montrent que le risque de transmission de la maladie du sommeil peut exister dans des espaces où la pression humaine est moyenne, voire même faible, dès lors que les conditions environnementales favorisent la survie des glossines et que la mobilité humaine permet un contact étroit entre les hommes et les vecteurs. Les discordances observées entre la valeur de l'indice de risque et la situation épidémiologique de l'espace considéré peuvent s'expliquer par le fait que cet indicateur ne traduit que la potentialité d'un espace à transmettre la maladie et non l'existence de la maladie.

L'utilisation des indicateurs démographiques peut permettre de délimiter les principaux espaces à risque de THA à l'échelle régionale. A l'échelle du foyer comme celui de Zoukougbeu, on constate que le risque épidémiologique doit en outre être analysé par rapport aux formes de gestion du milieu du fait des mouvements de population qu'elles peuvent entraîner et qui se traduisent par différents degrés de contact entre les hommes et les vecteurs. Ces mouvements de populations peuvent être analysés à partir de la géographie des installations socio-économiques permettant d'identifier les pôles ayant de fortes influences sur leur périphérie, en se référant à un modèle gravitaire (11) ■

***Remerciements** • Cette étude a bénéficié d'un financement du Fonds d'Aide à la Coopération pour la lutte contre la maladie du sommeil (Ministère de la Coopération Française). Nous remercions R. Diabré, F. Dofini, K. Koulana, A. Kumassi, S. Lekpai, G. Ouattara, T. Ouattara, G. Ouedraogo, T. Traoré, A. Yabao, W. Yaméogo et les Agents de Santé Communautaire de Zoukougbeu pour leur travail.*

REFERENCES

1 - LAVEISSIERE C., HERVOUËT J.P. - La trypanosomiase humaine en Afrique de l'Ouest. ORSTOM ed., Paris, 1991, 157 p.

2 - MEDA A.H., LAVEISSIERE C., DE MUYNCK A. et Coll. - Les facteurs de risque de la trypanosomiase humaine africaine dans les foyers endémiques de Côte d'Ivoire. *Med. Trop.* 1993 ; **53** : 83-92.

3 - HERVOUËT J.P., LAVEISSIERE C. - Les grandes endémies : l'espace social coupable. *Politique Africaine* 1987 ; **28** : 21-32.

4 - FOURNET F., KONE A., TRAORE S., HERVOUET J-P. - Heterogeneity in the risk of sleeping sickness in coffee and cacao commercial plantations in Ivory Coast. *Med. Vet. Ent.* 1999 ; **13** : 333-335.

5 - LAVEISSIERE C., MEDA A.H. - Incidence de la maladie du sommeil et densité des campements de culture en forêt de Côte d'Ivoire : possibilité de prédiction des zones à risque pour la mise en place précoce d'un réseau de surveillance. *Trop. Med. Int. Health* 1999 ; **4** : 199-206.

6 - LAVEISSIERE C., GREBAUT P. - Recherches sur les pièges à Glossines *(Diptera : Glossinidae).* Mise au point d'un modèle économique : le piège « Vavoua ». *Trop. Med. Parasitol.* 1990 ; **41** : 185-192.

7 - MAUDLIN I., WELBURN S.C. - Lectin mediated establishment of midgut infections of *Trypanosoma congolense* and *Trypanosoma brucei* in Glossina morsitans. *Trop. Med. Parasitol.* 1987 ; **38** : 167-170.

8 - CHALLIER A., TURNER D.A. - Methods to calculate survival rate in tsetse fly *(Glossina)* populations. *Ann. Soc. Belg. Med. Trop.* 1985 ; **65** : 191-197.

9 - DIALLO B.P., TRUC P., LAVEISSIERE C. - A new method for identifying blood meals of human origin in tsetse flies. *Acta Trop.* 1997 ; **63** : 61-64.

10 - LAVEISSIERE C., SANE B., MEDA H.A. - Measurement of risk in endemic areas of human African trypanosomiasis in Cote d'Ivoire. *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.* 1994 ; **88** : 645-648.

11 - PUMAIN D., SAINT-JULIEN T. - Les interactions spatiales. Armand Colin ed., Paris, 2001, 191 p.