

## L'influence de l'indice de végétation sur la densité apparente des glossines dans les communes de Mandé et de Kita, au Mali

### [ The influence of the vegetation index on the apparent density of tsetsees in the communes of Mandé and Kita, Mali ]

*Astan Traore<sup>1</sup>, Boubacar Bass<sup>2</sup>, Alpha Seydou Yaro<sup>1,2</sup>, Youssouf Faya Kéita<sup>1</sup>, Solomani Ballo<sup>1</sup>, Bintou Ly<sup>1</sup>, and Bernard A. Sodio<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Université des Sciences des Techniques et des Technologies de Bamako, Faculté des Sciences et Techniques, Laboratoire d'Entomologie - Parasitologie, Bamako, Mali

<sup>2</sup>Ministère du développement rural, Direction service vétérinaire, Laboratoire central Vétérinaire, Bamako, Mali

<sup>3</sup>Malaria Research and Training Center, International Centre for Excellence in Research (ICER-MALI), Bamako, Mali

Copyright © 2023 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

**ABSTRACT:** Tsetse flies are the only biological vectors of animal and human trypanosomosis. They occur only in Africa and are dependent on vegetation, islets, forests, galleries. These places generally constitute places of hunting, culture of peaches or market gardens for the populations. The present study aims to determine the vegetation index (NDVI) in relation to the number of tsetse flies captured in two communes of two different regions. Tsetse flies were captured in Mali, along watercourses using biconical and monoconical traps in 3 riverside villages in the commune of Mandé (Koulikoro region) and 3 villages in the commune of Kita (Kayes region). For each site, tsetse number, density and NDVI were determined. In the commune of Mandé, 589 flies were caught. The mean apparent density was 12.80 flies/trap/day. In the cotton zone of Kita, 173 flies were caught with an average apparent density of 4.35 flies/trap/day. The vegetation index in Taliko (Kita) was equal to that of Samalé (0.27). Similarly the NDVI of Badala was equal to that of Samanko (0.32). Farabana had recorded the highest NDVI. A correlation test between the number of flies caught and the vegetation index (NDVI) shows that the DAP is not a function of the NDVI. These results show that the high number of flies caught is not directly related to the vegetation index.

**KEYWORDS:** Trypanosomoses, tsetse fly, bulk density, vegetation index.

**RESUME:** Les glossines sont les seules vectrices biologiques des trypanosomoses animale et humaine. Elles sévissent uniquement en Afrique et sont tributaires de la végétation, des îlots, des forêts, des galeries. Ces endroits constituent généralement des lieux de chasse, de culture de pêches ou de maraichages pour les populations. La présente étude vise à déterminer l'indice de végétation (NDVI) en relation avec le nombre de glossines capturées dans deux communes de deux régions différentes. Des glossines ont été capturées au Mali, le long des cours d'eau à l'aide des pièges biconiques et monoconiques dans 3 villages riverains de la commune de Mandé (région de Koulikoro) et 3 villages de la commune de Kita (région de Kayes). Pour chaque site, le nombre de glossines, la densité et le NDVI ont été déterminés. Dans la commune de Mandé, 589 glossines ont été capturées. La densité apparente moyenne était de 12,80 glossines/piège/jour. Dans la zone cotonnière de Kita, 173 glossines ont été capturées avec une densité apparente moyenne de 4,35 glossines/piège/jour. L'indice de végétation à Taliko (Kita) était égal à celui de Samalé (0,27). De même le NDVI de Badala était égal à celui de Samanko (0,32). Farabana avait enregistré le NDVI le plus élevé. Un test de corrélation entre le nombre de glossines capturées et l'indice de végétation (NDVI) montre que la DAP n'est pas fonction du NDVI. Ces résultats montrent que le nombre élevé de glossines capturées n'est pas directement fonction de l'indice de végétation.

**MOTS-CLEFS:** Trypanosomoses, glossine, densité apparente, indice de végétation.

## **1 INTRODUCTION**

Les glossines ou mouches tsé-tsé transmettent des parasites (trypanosomes) responsables de la trypanosomiase humaine africaine (THA) ou maladie du sommeil et de la trypanosomose animale africaine (TAA) ou nagana chez les animaux [1,]. Elles sévissent dans 37 pays d'Afrique au sud du Sahara. Environ 8,5 millions de km<sup>2</sup> sont infestés, soit le tiers de la superficie totale du continent. Dans ces pays, 46 millions de bovins sont exposés aux TAA qui affectent directement la santé du bétail, les capacités agricoles et l'utilisation des terres [2], [3]. A l'échelle du continent, les pertes annuelles directes pour l'élevage ont été estimées à 1340 millions US\$ [4] et les pertes globales pour l'agriculture et l'élevage s'élèveraient à 4750 millions US\$ [5]. Ces pertes sont d'autant plus importantes que l'aire de répartition des glossines se situe dans les zones les plus fertiles [6].

Au Mali, les glossines occupent 16% du territoire national à très grand potentiel agricole [7]. On estime qu'environ 2,7 millions de bovins et 2,5 millions de personnes sont exposés au risque de la maladie entraînant la perte de 500 000 tonnes de viande, 1 million de litres de lait.

La niche écologique des glossines est déterminée par le climat, la végétation, le sol, la vie animale et l'activité humaine [8] L'éco climat normal correspond à celui des zones boisées situées dans les régions recevant plus de 1000 mm de pluies. Cependant elles peuvent exister dans les parties où la pluviosité est un peu inférieure à celle-ci comme par exemple le long du réseau hydrographique au Sud du lac Tchad. Au Mali, les activités sylvo-pastorales occupant une place importante dans l'économie. La zone péri-urbaine de Bamako, traversée par le bassin du fleuve Niger et renfermant la commune du Mandé est reconnue comme étant prioritaire pour la lutte contre la TAA à cause de ses grandes potentialités agro-pastorales. Cette partie de la zone constitue la ceinture laitière de Bamako et approvisionne le district de Bamako en produits maraîcher et laitier. La commune de Kita arrosé par les affluents du fleuve Sénégal avec ces potentialités agricoles pour la production d'arachide et de coton. Ces deux communes sont dans les zones soudano – pré guinéenne et soudano – sahélienne, la pluviométrie, la température et l'hygrométrie et la végétation sont favorables pour la prolifération des glossines. La nuisance des glossines entraîne l'abandon des terres fertiles par les agro – éleveurs, la diminution de la traction de 10%, la réduction du temps de travail des pêcheurs et des maraichers [9]. Dans ces zones, la densité des glossines atteint 4, 64 glossines/piège/jour avec une variation d'une zone à une autre [10]. L'objectif de la présente étude est de déterminer l'influence de l'indice de végétation sur le nombre de glossines capturées par zone dans ces deux communes à savoir, Mandé et Kita, dans les régions de Koulikoro et Kayes au Mali en vue de la mise en oeuvre d'une lutte intégrée contre les glossines et les trypanosomoses au Mali.

## **2 MATERIELS AND METHODES**

### **2.1 ZONE D'ETUDE**

L'étude a été conduite dans les communes du Mandé et de Kita.

La commune rurale du Mandé est Située entre le 12°27'47"N et 8°7'20"W à l'ouest de Bamako (20 km du centre-ville) dans le cercle de Kati, Région de Koulikoro (Figure 13). Elle couvre une superficie de plus de 532, 25 km<sup>2</sup> ou 53.225 ha pour une population de 30.577 habitants. Elle est majoritairement composée de malinké, de peulh, de bambara, de bozo etc.

Le Cercle de Kita couvre une superficie globale de 35 250 km<sup>2</sup> pour une population estimée à 383 501 habitants composée de: Malinké, Peulh, Bambara, Soninké, Diawambé, Kakolo, Kassonkhé, Maure, Bozo. Il s'étend du Nord au Sud et d'Est en Ouest. Il est situé dans la partie Sud- Ouest de la région de Kayes (figure 1). Il est compris entre le 14<sup>ème</sup> et le 18<sup>ème</sup> degré de latitude Nord et le 10<sup>ème</sup> degré de longitude Ouest. Le choix de ces communes a été motivé par leur situation géographique (présence du fleuve Niger pour la commune du Mandé et quelques affluents du fleuve Sénégal pour celle de Kita) et l'intérêt économique qu'apportent ces deux communes au district de Bamako notamment. Notamment la commune de Mandé qui approvisionne le district de Bamako en produits maraîcher et laitier. La commune de Kita offre des produits agricoles comme l'arachide et le coton.

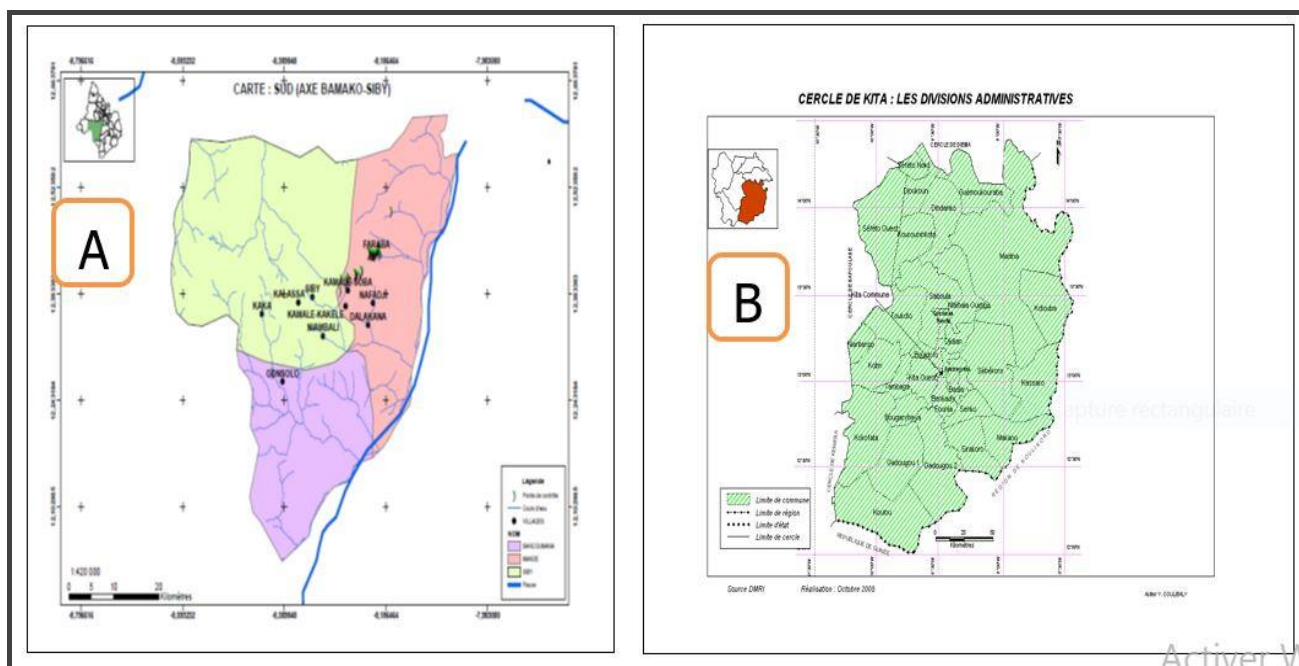


Fig. 1. (A). Carte: Commune de Mandé (source PATTEC-Mali, 2009), (B). Carte: Commune de Kita (CADERKAF, 2008)

## 2.2 TYPE ET PERIODE D'ETUDE

Il s'agissait d'une étude descriptive transversale à passage unique. Elle s'est étalée sur une durée de 10 mois de février 2019 à octobre 2019. Les captures ont lieu de février 2019 à mars 2019 et les activités de laboratoire et l'analyse des données d'avril à octobre de la même année.

## 2.3 METHODES

Les captures ont été effectuées le long des cours d'eau à type de végétations différentes au moyen des pièges biconiques Challier-Laveissière et monoconiques "Vavoua" à des points distants d'au moins de 50 mètres. Une dizaine de villages ont été choisis dans les deux communes. Il s'agit des villages de Samanko, Farabana et Samalé pour la commune de Mandé et Taliko, Badala, Bankoni pour celle de Kita. Ces sites ont été choisis en fonction de la présence de cours d'eau permanent ou temporaire et du couvert végétal. Au total 80 pièges ont été posés dont 46 pièges dans la commune de Mandé et 34 pièges dans la zone cotonnière de Kita. Chaque piège était étiqueté et portait les informations suivantes: l'initial du site, la date, le numéro du point de capture (ou du piège) et les coordonnées géographiques. Les glossines capturées étaient récoltées 24 heures après l'installation. Elles étaient ensuite séparées des autres espèces de mouches capturées puis identifiées morphologiquement; leur nombre et leur sexe étaient déterminés.



**Fig. 2.** Séance de vérification des pièges de capture de glossines le long des cours d'eau

#### 2.4 ESTIMATION DE LA DENSITÉ APPARENTE ET DU SEX - RATIO

La Densité apparente des glossines capturées a été estimée par la formule suivante:

$$DAP = \text{Nombre de glossines} / \text{Nombre de piège / jour}$$

Le sex-ratio ou rapport mâle – femelle est estimé comme suit:

$$\text{Sex-ratio} = \text{Nombre de mâle} / \text{Nombre de femelle}$$

#### 2.5 ESTIMATION DE L'INDICE DE VÉGÉTATION

Pour établir une relation entre l'importance du couvert végétal et le nombre de glossines capturées, nous nous sommes appuyés sur des valeurs de l'indice NDVI (Normalisation Difference Vegetation Index) dérivé des mesures satellitaires de la réflectance dans les canaux vert et rouge et qui peut être relié à la densité de la végétation verte. L'utilisation de cet indice défini par Tucker (1979) est largement admise par la communauté scientifique dans les études environnementales et particulièrement celles du suivi de la végétation. L'indice de végétation NDVI est un rapport calculé à partir de deux bandes spectrales: le rouge et le proche infrarouge. Les valeurs théoriques de NDVI oscillent entre -1 et 1 et son expression est la formule suivante

$$NDVI = \frac{\rho_{PIR} - \rho_R}{\rho_{PIR} + \rho_R}$$

Où PPIR et PR sont les réflectances mesurées dans le canal proche-infrarouge et rouge, respectivement.

Dans cette étude, nous avons fait le choix d'utiliser le produit NDVI délivré par le satellite MODIS TERRA qui offre une résolution spatiale suffisamment fine pour travailler à l'échelle d'une petite aire. Le produit utilisé (vegetation indices 16 days L3 Global 250 m) est calculé à partir des produits de réflectances terrestres de base qui ont été corrigés des effets atmosphériques et géométriques. Les produits comportent 2 indices (NDVI et EVI) et 10 canaux pour chaque image. Le choix a été porté sur le canal NDVI et chaque image fournie correspond à une synthèse temporelle des NDVI (enregistrements effectués sur 16 jours). Le calcul de la production de matière verte à partir des valeurs maximales de NDVI, moyennées sur 16 jours pendant la phase de croissance et les données sont obtenues via le site <http://daac.oml.gov/modiswebservice>.



Fig. 3. MODIS image NDVI du 18/2/2019 dans le cercle Kita

## 2.6 GESTION ET ANALYSES DES DONNEES

Les données de recouvrement et d'indice foliaire dérivées de photographies prises au-dessus des couverts herbacés, ont été saisies dans un tableur Excel. Les paramètres de position (moyennes des variables, écart type, le coefficient de variabilité) ont été calculés dans Excel Windows 2010. Pour les comparaisons, le seuil de signification était estimé à 5%. Le logiciel R a été également utilisé pour réaliser certaines figures présentées dans la section résultats. Pour établir les relations entre les variables (DAP et l'indice foliaire) et la phytomasse herbacée, des régressions linéaires ont été réalisées à l'aide du logiciel R (RCRAN <https://cran.r-project.org/Card>), un logiciel de traitement statistique. Les fichiers Excel ont été convertis dans un premier temps en fichiers csv lisibles par R.

## 2.7 ETHIQUE ET BIOSECURITE

Avant le démarrage des activités de terrain, les autorités administratives et communautaires ont été contactées pour avoir leur consentement et leur soutien service vétérinaire. Le dispositif utilisé était inoffensif, selectif et n'a pas d'effet sur l'environnement.

## 3 RESULTS

### 3.1 NOMBRE DE GLOSSINES CAPTUREES PAR SITE

Au total 762 glossines ont été capturées. Il existait une forte variation spatiale du nombre de glossines capturées autour des sites d'étude liée au biotope.

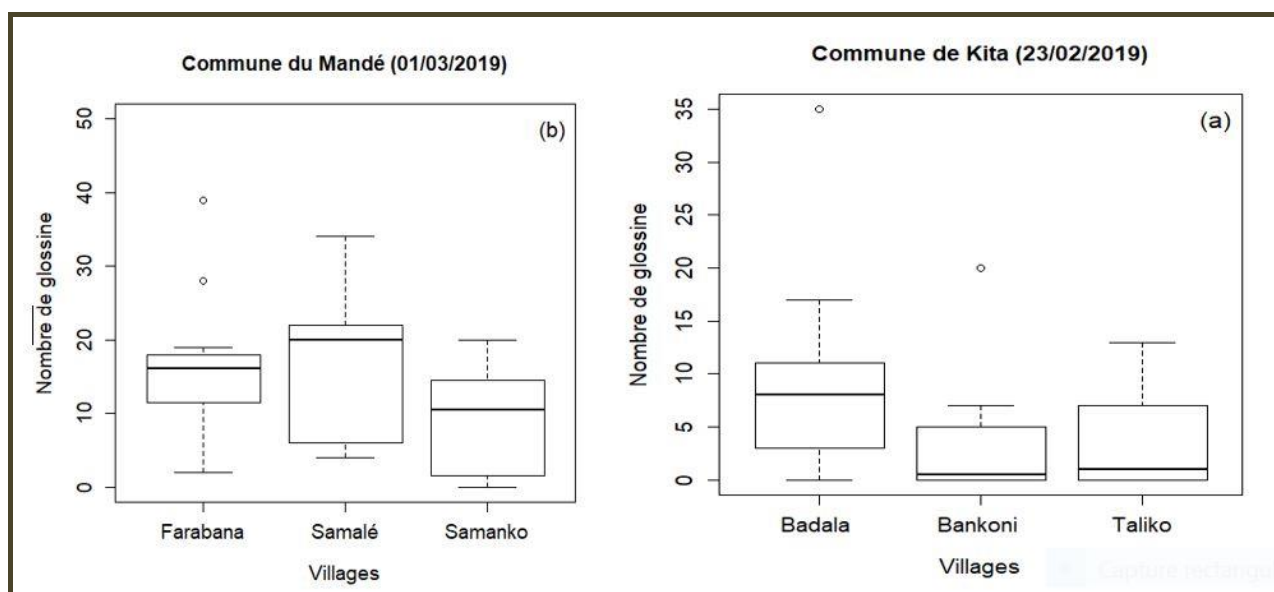


Fig. 4. Variation du nombre de glossines capturées autour des sites de capture

La DAP moyenne des glossines a varié d'un site à un autre. Elle était plus élevée dans les sites de Mandé que ceux de Kita (figure 5) et différente selon les sexes. Le sex-ratio était en faveur des femelles dans tous les sites de capture sauf Farabana et Samalé. La densité moyenne était de 4,09 glossines/piège/jour chez les mâles et 4,78 glossines/piège/jour chez les femelles.

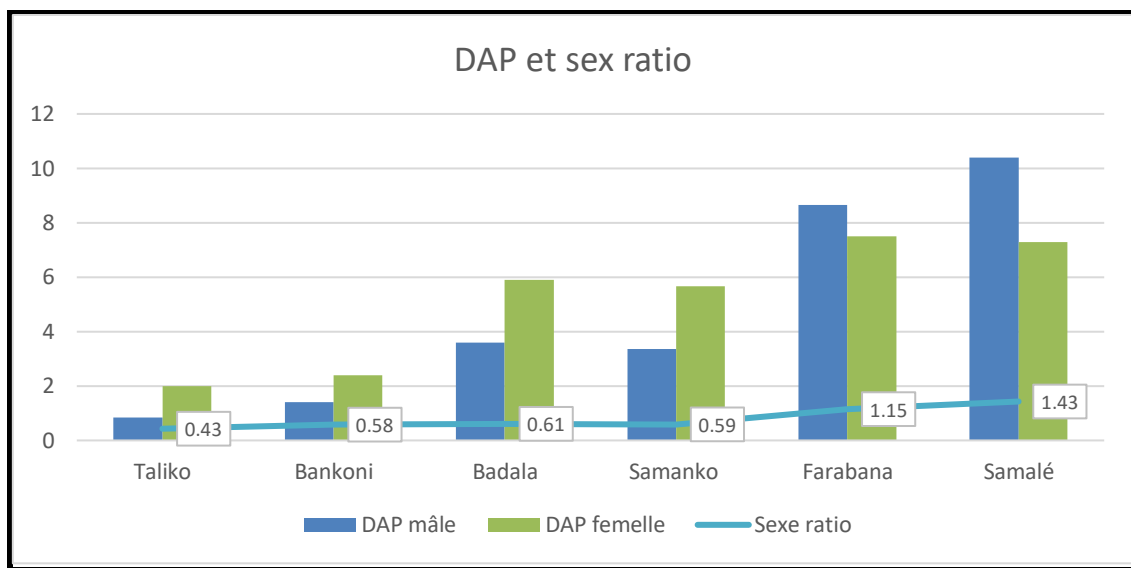


Fig. 5. Densité et sex-ratio en fonction des sites de capture

Comparativement, Il ressort des résultats que la densité moyenne des glossines était significativement différente d'une localité à un autre ou d'in site à un autre ( $P < 0,005$ ), avec un coefficient de variabilité de 0,62 à pour les sites de Kita et 0,32 pour les sites de Mandé (figure 6a 6b) (fig 6).

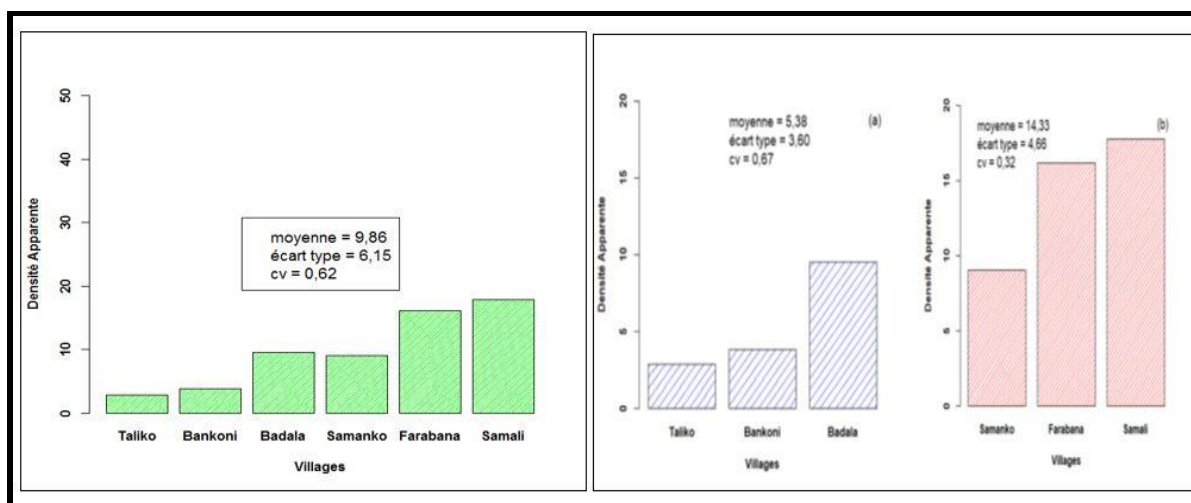


Fig. 6. Comparaison des densités en fonction des sites de capture

### 3.2 RELATION ENTRE L'INDICE DE VEGETATION (NDV) ET LE NOMBRE DE GLOSSINES CAPTUREES

l'indice de végétation était égal à Samalé (Mandé) et Taliko (Kita) d'une part et à Samako (Mandé) et Badala (Kita) d'autre part (fig Z). Cependant, il existait une forte variabilité de la densité des glossines en fonction des sites. Le NDVI le plus élevé a été enregistré à Farabana tandis que la densité la plus élevée a été enregistrée à Samalé qui avait un NDVI plus faible (figure 7).

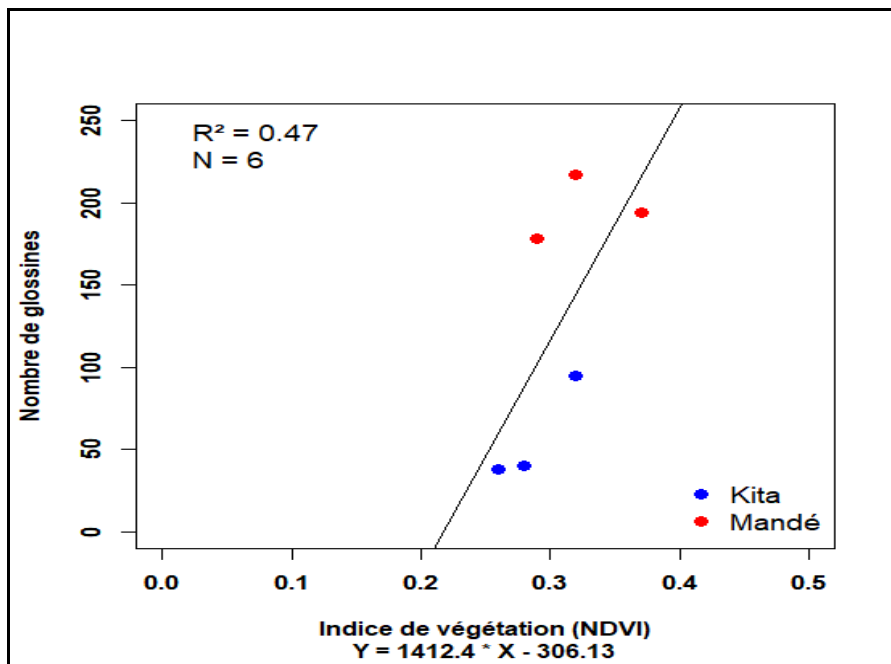


Fig. 7. Indice de végétation en des sites de capture

Il existe une forte variabilité de la densité des glossines en fonction du court végétal. Le NDVI et le nombre de mouches capturées n'est pas proportionnelle (figure 8).

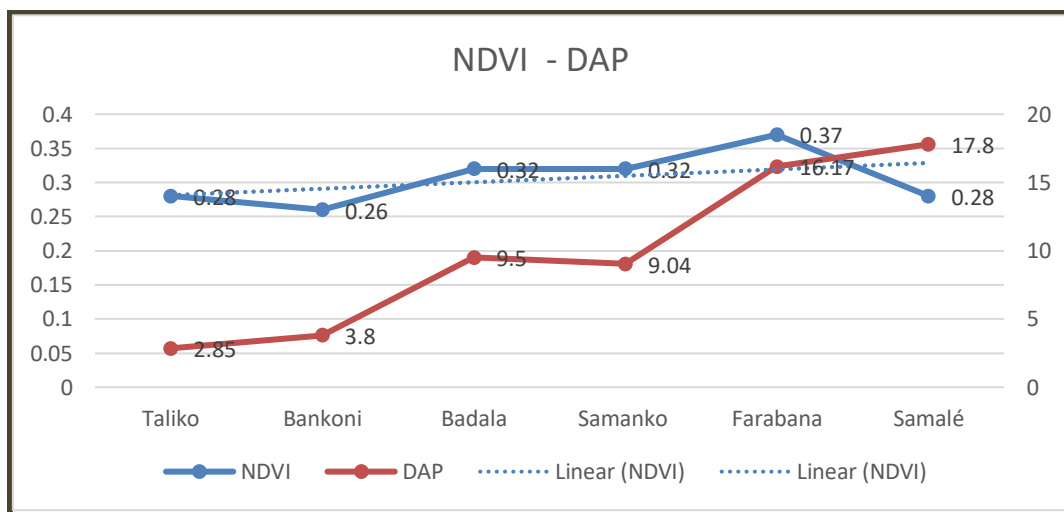


Fig. 8. Relation entre l'indice de végétation (NDVI) et le nombre de glossines capturées

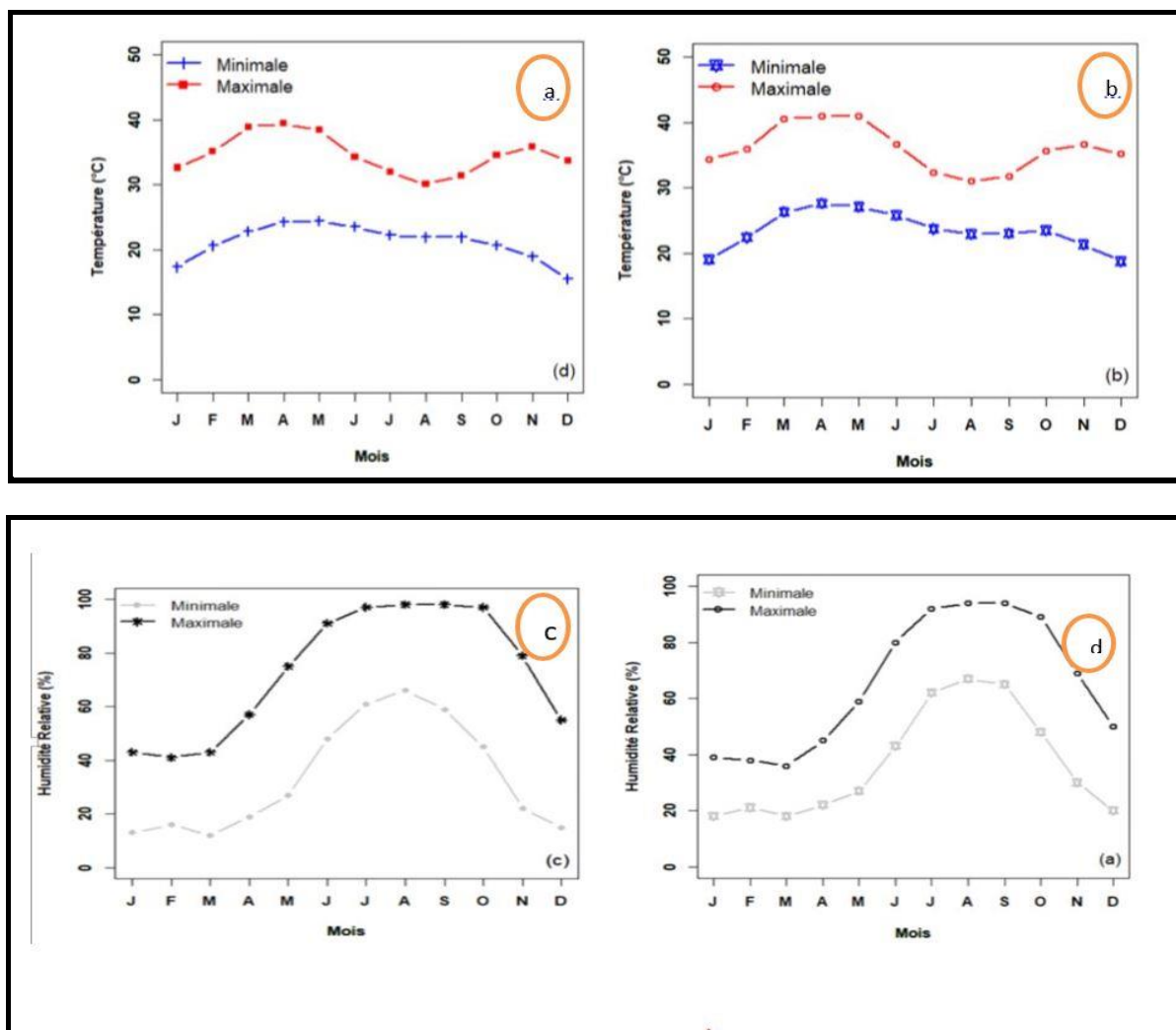


Fig. 9. Rélevés climatologique des deux communes (Mandé et Kita): Température dans les communes de Mandé (a) et de Kita (b); et humidité relative les communes de Mandé (c) et de Kita (d)

## 4 DISCUSSION

### 4.1 VARIATION DE LA DENSITE APPARENTE

Malgré que les deux communes dde collecte de données appartiennent au même type de climat, le nombre de glossines capturées était plus élevé dans la commune de Mandé avec une DAP très variable d'une commune à l'autre ( $P < 0,05$ ) et même d'un site à un autre dans une même commune. La DAP a varié entre 9,04 et 17,80 glossines/piège/jour dans la commune de Mandé, la plus élevée était enregistrée à Samalé et la plus faible à Samanko. Par contre, elle a varié entre 2,85 et 9,40 glossines/piège/jour dans la commune de Kita dont la plus faible a été enregistrée à Taliko et la plus élevée à Badala. Cela s'explique par le fait que la température est relativement plus élevée dans la commune de Kita qu'à Mandé. La moyenne de température oscillait entre 35 et 40°C alors que dans la commune de Mandé elle variait entre 33 et 38°C. En plus la commune de Mandé est traversée par le fleuve Niger. Il y a peu de couvert végétal mais la basse température et l'hygrométries enregistrée, favorisent la prolifération des glossines.

Le ratio était en faveur des femelles (299/290) dans la commune de Mandé et (111/67) dans la commune de Kita avec une forte variation d'un piège à l'autre, 146,54% de variation à Kita contre 72,14% dans le Mandé. Ces résultats corroborent ceux de Bass sur le marigot «Mono» à Bougouni où 930 glossines femelles contre 830 glossines mâles ont été capturées [11]. Mais en 2011 Mamadou Kanté dans le bassin du Bani ont capturé 910 glossines femelles contre 1028 glossines mâles avec un sexe ratio en faveur des mâles [12].

A Kita, la DAP moyenne a été de 4,35glossines/piège/jour. Les enquêtes de Bass et collaborateurs avaient donné une DAP moyenne de 4,2 glossines/piège/jour [13]. Les deux espèces riveraines étaient présentes avec une prédominance de *G. palpalis gambiensis*. Selon Taili en 2009 la densité enregistrée était de 1,8 glossines/piège/jour à Djelikebafata [14] et Bocoum et al avaient trouvé une DAP de 14,5



glossines/piège/jour à Sagabary dans la zone Kita [15]. La différence entre les DAP pour ces différents auteurs pourraient être dus au fait que les captures n'ont pas été faites au même moment. Les années diffèrent et les conditions climatiques aussi.

#### **4.2 RELATION ENTRE LA DENSITE APPARENTE ET L'INDICE VEGETAL (NDVI)**

La régression entre le nombre de glossines capturées et l'indice de végétation montre que les indices de végétation expliqueraient 47% de la variation du nombre de glossines capturées sur les sites [16]. Par rapport à la disposition des pièges, quelques observations éloignées de la droite de régression (fig.3) ont été enregistrées notamment dans le Mandé, les pièges étaient posés aux abords du fleuve. Une régression avec les observations de Kita, donne une relation déterminée par un coefficient  $R^2=0,91$ . Cette forte variabilité de la densité entre les sites, montre que la relation entre la DAP et la végétation n'est pas directe. Même si le NDVI était le plus élevé à Farabana (0,37), c'est Samalé qui a enregistré la DAP la plus élevée avec un NDVI de 0,27 et Taliko a enregistré la DAP la plus faible avec un NDVI égal à celui de Samalé (0,27). En plus de l'occupation du sol (la présence de l'eau dans le Mandé ou la proximité d'habitations), cette relation peut être affectée par l'humidité relative et la température un peu plus basse dans le Mandé. Le paysage peut également jouer un rôle important dans la dispersion des glossines. Dans les paysages homogènes; la galerie forestière est conservée tout au long de la rivière pouvant offrir aux glossines des milieux de vie favorables et homogènes (température, humidité, gîtes de pupaison). Dans ces conditions, elles ont une tendance importante à la dispersion et la population est dense. En revanche, dans les paysages fragmentés sous l'influence du climat et des pressions humaine et agricole, comme dans la commune de Kita, le biotope favorable est fragmenté spatialement, les rivières constituent des corridors plus ou moins fluides en fonction du niveau de dégradation du cordon ripicole [17].

### **5 CONCLUSION**

Il ressort de cette étude que la DAP est très variable en fonction des biotopes. Il n'y a pas de corrélation directe entre l'indice foliaire et la densité des glossines. Les facteurs climatiques tels l'hygrométrie et la température sont des acteurs déterminant dans la variation de la densité apparente des glossines quelque en le site prospecté dans chacune des deux communes.

#### **RECONNAISSANCE**

Les auteurs de ce travail remercient, l'USTTB/FST, le LEP le laboratoire d'Entomologie – Parasitologie de la FST, le Laboratoire Central Vétérinaire (LCV), les agents des services vétérinaires et guides locaux, les autorités administratives et communotaires des deux communes pour leur appuis financier, technique et matériel et Mamadou O. Diawarra pour son appui logistique.

#### **REFERENCES**

- [1] Swallow, B. M. Impacts of trypanosomiasis on African Agriculture. FAO, Rome. (ed.) 2000.
- [2] Itard J., Cuisance D and Tacher G. Trypanosomoses: history: geographical distribution. In Lefèvre PC, Blancou J., and Chermette R, dir. Main infectious and parasitic diseases of livestock: Europe and Hot Regions. Paris, France: Lavoisier Tec and Doc, pp. 1607–1615, 2003.
- [3] , Alain B. Parasitoses and mycoses in temperate and tropical regions. Edition Elsevier, pp 321, 2007.
- [4] Kristjanson, P.M., B.M. Swallow, G.J. Rawlands, R.L. Kruska, and P.N. Leeuw. Measuring the cost of African Animal Trypanosomiasis, the potential benefits of control and returns to research. Agr. System vol 59, pp79-98, 1999.
- [5] Vreysen, M.J.B., M.T. Seck, B. Sall, and J. Bouyer. Tsetse flies: their biology and control using area-wide integrated pest management approaches. J. Invertebr. Pathol. n°112, pp S15–S25, 2013.
- [6] Alsan, M. The Effect of the TseTse Fly on African Development. Am.Econ. Rev. n° 105, pp 382-410, 2015.
- [7] Djiteye A.; Moloo S.K.; Foua Bi K.; Touré M.; Boire S.; Bengaly S.; Coulibaly E.; Diarra M.; Traore D.; Ouattara I.; Coulibaly Z. Updating data on tsetse distribution in Mali, vol. 50, no. 2, pp. 126-132, 1997a.
- [8] FAO. African trypanosomiasis control programme. 22nd Regional Conference for Africa (Cairo, 4-8 February. FAO Document Archive 2002.
- [9] Djiteye A.; Moloo S.K.; Foua Bi K.; Coulibaly E.; Diarra M.; Ouattara I.; Traore D.; Coulibaly Z.; Diarra A. Seasonal variations in apparent density and rate of infection by Trypanosoma spp. From *Glossina palpalis gambiensis* (Vanderplank, 1949) in the Sudanian zone in Mali. - vol. 50, no. 2, pp. 133-137, 1997b.
- [10] Traore A., Yaro A.S., Bass B., Diarra B., Koné T. Effect of deltamethrin and diminazene aceturate treatments on tsetse flies and cattle as a prelude to a control campaign. tsetse eradication in the Niger river basin in Mali. am. d. innovate. res. apply sci. vol 9, n°4, pp 320-327, 2019.

- [11] Bass B; Traore A; Traore M; Traore D; Bengaly S; Diakite B; Sidibe I; Fonton N; Kone F; Traore I; Samake T; Diarra C. O. Evaluation of the efficacy of the 8% solution of NEEM oil in the control of tsetse flies and African animal trypanosomiasis. *Malian Review of Infectiology and Microbiology*, volume 7, pp. 49 -58; 2016.
- [12] Mamadou K. Evaluation of the apparent daily population density of *Glossina palpalis gambiensis* Vanderplank (1994) with a view to possible eradication by releasing sterile males in the Bani river basin in Mali. Master in Applied Biological Sciences from the University of Bamako. 43pp, 2011.
- [13] Bass B; Diarra M; Traore A; Traore D; Traore M; Cecchi G; Kone F; Diarra C.O; Bengaly S; Kone M. Basic entomological study as a prelude to a campaign against trypanosomiasis in the circle of Kadiolo and Sikasso in Mali. *Malian Journal of Infectiology and Microbiology*. vol 8,.p.p. 2 – 13, 2016.
- [14] Talil M. Updating data on tsetse distribution in Mali. Doctoral thesis from the University of Bamako. pp. 73, 2009.
- [15] Bocoum Z., Diarra M., Maiga H M., Sanogo Y., Traoré O. African animal trypanosomosis (AAT) in the supervision area of the project for the sustainable management of endemic ruminant livestock (PROGEBE) in Mali results of parasitological and entomological surveys, pp7; 2011.
- [16] Paegelow M., Maestriperi N., Villalobos NS., Balbontin DT. Detection of forest plantations by MODIS satellite imagery in southern Chile. *World Map, House of Geography.*, vol 106, pp 20, 2012.
- [17] Pollock J.N. Systematic biology and distribution of tsetse flies. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Roma. vol 1, pp 275, 1982.