





Outbreak investigation 

Investigation et riposte face à un cas de fièvre hémorragique virale positif aux immunoglobulines des virus Zika, *West Nile*, fièvre jaune et dengue dans le District Sanitaire de Tambacounda (Sénégal)

 Tidiane Gadiaga,  Oumar Bassoum,  Mouhamadou Faly Ba, Mamadou Sarifou Ba, Mbouna Ndiaye, Pape Mbaye Diao, Elhadji Ndiaye, Babacar Diouf, Elhadji Ba Konko Ciré,  Jean Louis Abdou Ndiaye

Corresponding author: Tidiane Gadiaga, District Sanitaire de Tambacounda, Ministère de la Santé et de l'Action Sociale, Sénégal. tidianegadiaga@yahoo.fr

Received: 04 Sep 2023 - **Accepted:** 25 Sep 2023 - **Published:** 03 Oct 2023

Keywords: Investigation arboviroses, flavivirus, dengue, Tambacounda

Copyright: Tidiane Gadiaga et al. PAMJ - One Health (ISSN: 2707-2800). This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution International 4.0 License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Cite this article: Tidiane Gadiaga et al. Investigation et riposte face à un cas de fièvre hémorragique virale positif aux immunoglobulines des virus Zika, *West Nile*, fièvre jaune et dengue dans le District Sanitaire de Tambacounda (Sénégal). PAMJ - One Health. 2023;12(9). 10.11604/pamj-oh.2023.12.9.41632

Available online at: <https://www.one-health.panafrican-med-journal.com/content/article/12/9/full>

Investigation et riposte face à un cas de fièvre hémorragique virale positif aux immunoglobulines des virus Zika, *West Nile*, fièvre jaune et dengue dans le District Sanitaire de Tambacounda (Sénégal)

Investigation and response to a case of viral hemorrhagic fever positive for immunoglobulins of Zika virus, *West Nile* virus, yellow fever and dengue

fever in the health district of Tambacounda (Senegal)

Tidiane Gadiaga^{1,&}, Oumar Bassoum², Mouhamadou Faly Ba², Mamadou Sarifou Ba³, Mbouna Ndiaye³, Pape Mbaye Diao⁵, Elhadji Ndiaye⁶, Babacar Diouf⁶, Elhadji Ba Konko Ciré⁴, Jean Louis Abdou Ndiaye⁴

¹District Sanitaire de Tambacounda, Ministère de la Santé et de l'Action Sociale, Sénégal, ²Service de Médecine Préventive et Santé Publique, Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odontologie, Université Cheikh Anta Diop, Dakar, Sénégal, ³Programme de Formation en Épidémiologie de Terrain, Dakar, Sénégal, ⁴Université Iba Der Thiam de Thiès, Thiès, Sénégal, ⁵Service Départemental de l'Élevage de Tambacounda, Ministère de l'Élevage et des Productions Animales, Sénégal, ⁶Service Entomologie, Institut Pasteur de Dakar, Dakar, Sénégal

*Auteur correspondant

Tidiane Gadiaga, District Sanitaire de Tambacounda, Ministère de la Santé et de l'Action Sociale, Sénégal

Résumé

Introduction: les flavivirus sont les plus répandus des arboviroses et sont en surveillance épidémiologique du fait de leur potentiel épidémique. Au District sanitaire de Tambacounda, un cas confirmé aux immunoglobulines de 4 flavivirus (fièvre jaune, dengue, West Nile et Zika) a été enregistré. L'objectif de cette étude était de décrire l'investigation et la riposte face à ce cas de fièvre hémorragique virale. **Méthodes:** une étude transversale descriptive était menée dans une approche One Health entre mars et juin 2022. L'enquête portait sur les humains, les équidés, les stades immatures et adultes de moustiques. Une investigation est faite selon l'itinéraire du cas, dépouillement des registres, discussion avec le personnel sanitaire, collecte de sang chez les équidés, des prospections domiciliaires avec capture de moustiques. Selon le secteur, les données étaient collectées à travers une liste descriptive, fiches d'investigation, fiche de collecte de stade aquatique puis analysées sur Excel. **Résultats:** le cas confirmé, 22 ans, masculin, était hospitalisé au Centre de Santé de Tambacounda. Ses tests de séroneutralisation étaient en faveur d'une dengue avec une évolution favorable. Parmi 30 contacts identifiés, 44,8% étaient agents de

santé, 56,7% des contacts familiaux, 20% symptomatiques et deux positifs aux immunoglobulines des virus dengue et Zika avec une séroneutralisation en faveur d'une dengue. Les prélèvements de sang chez les équidés (n=5) bien portants cliniquement sont toujours en attente de résultats. L'investigation entomologique (3 mois après la notification du cas) a permis de collecter 144 moustiques (35 lots) avec principalement les *Aedes aegypti* (70,1%). Les tests virologiques sur les moustiques à leurs différents stades sont négatifs aux flavivirus. **Conclusion:** malgré des cas de dengue chez les humains, le rôle du vecteur probable n'a pas pu être démontré, certainement lié au retard de l'investigation entomologique et l'indisponibilité de résultats pour le volet animal.

English abstract

Introduction: flaviviruses are the most common arbovirus in the world and are under epidemiological surveillance because of their epidemic potential. In the Tambacounda Health District, one case positive for immunoglobulins of 4 flaviviruses (yellow fever, dengue, West Nile and Zika) was recorded. The purpose of this study was to describe the investigation and response to this case of viral hemorrhagic fever. **Methods:** a descriptive cross-sectional study was conducted with a "one Health" approach between March and June 2022. The survey included humans, Equidae, immature and adult stages of mosquitoes. An investigation was carried out based on case pathway, examination of health records, conversations with the healthcare team, blood collection from Equidae and house-to-house surveys with mosquito trapping. Depending on the sector, data were collected using a descriptive list, investigation sheets, aquatic stage collection sheets and then analyzed using Excel. **Results:** the confirmed case, a 22-year-old male, was hospitalised at the Tambacounda Health Centre. Serum neutralization assays showed dengue, with a favorable outcome. Of the 30 contacts identified, 44.8% were health workers, 56.7% were family

contacts, 20% were symptomatic and two were positive for immunoglobulins of dengue and Zika virus with serum neutralization assay in favour of dengue. Blood samples from clinically healthy Equidae (n=5) were analysed but the results are not ready. Entomological investigation (3 months after case notification) resulted in the collection of 144 mosquitoes (35 batches), mainly *Aedes aegypti* (70.1%). Virological tests on mosquitoes at their different stages were negative for flaviviruses. **Conclusion:** despite cases of dengue fever in humans, the role of the probable vector was not demonstrated. This is certainly due to the delay in the entomological investigation and the unavailability of animal testing results.

Key words: Investigation of arboviruses, flavivirus, dengue, Tambacounda

Introduction

Le terme de fièvre hémorragique virale (FHV) est un terme général pour désigner une affection grave, qui peut être due à un certain nombre de virus dont le plus souvent sont des arbovirus. Les arboviroses les plus répandues sont provoquées par des flavivirus (fièvre jaune, dengue, *West Nile*, Zika) qui sont responsables de plusieurs millions de cas d'infection chez l'homme chaque année [1]. La tête de liste des flavivirus est le virus de la fièvre jaune qui a le singe pour réservoir, et qui est prévalent dans les régions tropicales d'Afrique et d'Amérique du Sud. Parmi les autres flavivirus, on trouve les quatre sérotypes du virus de la dengue (VDEN1 à VDEN4), qui sont présents dans une centaine de pays des régions tropicales du globe où ils affectent chaque année près de 400 millions de personnes [2]. Le virus du Nil Occidental ou *West Nile*, qui, de l'Afrique où il était historiquement localisé, a envahi l'Amérique du Nord. Enfin, le virus Zika découvert dans la forêt Zika en Uganda en 1947, est endémique en Afrique et en Asie [3]. Le Sénégal a également connu une récente épidémie de fièvre jaune à la fin de l'année 2020. Il s'en est suivi une campagne nationale de vaccination contre la fièvre jaune dans les régions de

Tambacounda et Kédougou au mois de février 2021 [4]. Les autres flavivirus sont également détectés dans les autres régions du pays avec des cas sporadiques de dengue, de *West Nile* à Tambacounda durant ces deux dernières années.

Du fait de leur potentiel épidémique, ces arboviroses sont sous surveillance épidémiologique dans les structures sanitaires et sont systématiquement recherchés dans les prélèvements de sang des cas de fièvre hémorragique notifiés. Cependant, il est possible de trouver à titre exceptionnel et de façon simultanée deux ou plusieurs de ces arbovirus dans un même échantillon de sang. C'est ainsi que le 26 mars 2023, le District Sanitaire de Tambacounda, dans la région éponyme a enregistré, le premier cas de fièvre hémorragique virale positif simultanément aux immunoglobulines de quatre flavivirus (Zika, *West Nile*, fièvre jaune et dengue). Il s'agissait d'un individu de 22 ans, de sexe masculin, cultivateur, non vacciné contre la fièvre jaune, résidant le village de Dawady (Tambacounda), sans notion de voyage en dehors de la région au courant des trois derniers mois précédant la notification. Le 20 mars, il a présenté une fièvre et des myalgies justifiant sa consultation dans un poste de santé voisin au district de Tambacounda où un traitement à base d'antibiotique et d'antalgique fut instauré. Avec la persistance de la symptomatologie et l'apparition d'une hématomatose, il consultait au poste de santé de son village le 21 mars dans la nuit, où il fut mis en observation. Le 23 mars, il est évacué à bord d'une ambulance d'un autre poste de santé voisin vers le centre de santé de référence du district pour une meilleure prise en charge. Une suspicion de fièvre hémorragique virale a été posée, il est isolé et prélevé le même jour à la recherche d'arbovirose. Le 26 mars les résultats sont revenus positifs simultanément aux immunoglobulines de quatre flavivirus à savoir Zika, dengue, *West Nile* et fièvre jaune (Figure 1). Face à cette situation, une investigation suivie de riposte a été initiée autour du cas selon l'approche *One Health*. L'objectif était d'identifier la source d'infection, le mode de

transmission et les populations à risque et prendre des mesures de contrôle et de prévention.

Méthodes

Cadre d'étude

Le District Sanitaire de Tambacounda se trouve dans la région éponyme. La région de Tambacounda, située au Sud-Est du Sénégal est la région la plus vaste du pays mais ne concentre que 5,5% de la population. Le district de Tambacounda présente une superficie de 11 416 km² avec une population estimée en 2021 à 305801 habitants, et un taux d'accroissement naturel de 2,7%. Le district compte six communes et deux arrondissements. Sur le plan sanitaire le district compte 27 postes de santé et un centre de référence avec des aires de responsabilités. Toutes ces structures sanitaires font de la surveillance épidémiologique des maladies prioritaires. Le centre de santé de Tambacounda qui est le site ayant notifié le cas de fièvre hémorragique virale, est aussi le centre de référence du district. Cependant, le village de Dawady où résidait le cas confirmé qui est notre lieu d'intervention se trouve à 82 km du centre de santé. C'est un village qui dépend du poste de santé du même nom. Ce poste de santé couvre une population de 13074 habitants répartis dans 47 villages. La population vit beaucoup plus d'agriculture avec une forte utilisation d'animaux domestiques tels que les chevaux, les bœufs et les ânes pour les travaux champêtres. Pendant la période d'hivernage, le village de Dawady est très souvent entouré de flaques d'eaux, sources de prolifération de moustiques. Avec la situation économique précaire au niveau du village, les habitations sont faites en paille avec présence fréquente de flaques d'eau à côté des canaris, ce qui rend la population vulnérable à plusieurs maladies transmises par des moustiques.

Type et période d'étude

Il s'agissait d'une étude transversale descriptive basée sur l'approche *One Health*. L'investigation était réalisée en deux étapes. La première

concernait les secteurs de la santé humaine et de la santé animale du 27 au 29 mars 2022. La deuxième étape était une enquête entomologique conduite du 25 au 26 juin 2022.

Population d'étude et échantillonnage

Population d'étude

Volet humain: l'enquête épidémiologique a concerné le cas confirmé de FHV positif aux immunoglobulines de 4 flavivirus, les cas suspects de FHV recensés et les sujets contacts dans la période du 26 février au 27 mars 2022 dans l'aire du poste de santé de Dawady et selon l'itinéraire du cas index durant sa période contagieuse.

La population d'étude était constituée des cas contacts et les patients suspects vus en consultation dans les structures sanitaires pendant la période définie à risque allant du 26 février au 27 mars 2022. Cependant la réunion d'identification des forces, faiblesse, opportunités et menaces (FFOM) de la gestion de l'épidémie d'arbovirose concernait le personnel de santé du poste de Dawady, les investigateurs et les autorités territoriales.

Volet animal: il a porté sur les animaux trouvés dans des concessions autour du cas confirmé ou cas suspects. Ces animaux étaient à type d'équidés (chevaux, ânes, et mulets) qui pouvaient être de potentiels réservoirs de virus.

Volet environnemental et entomologique: il a concerné les potentiels abris de gîtes larvaires trouvés dans des concessions autour du cas humain confirmé ou suspects notifiés ainsi que les types de moustiques.

Zones d'enquête

L'enquête a eu lieu initialement au domicile du cas confirmé dans le village de Dawady. Dans un deuxième temps, elle a été étendue aux foyers adjacents du cas confirmé, dans les domiciles des cas suspects, dans les structures sanitaires fréquentées par le cas confirmé et les différents

moyens de transport utilisés par le cas index durant sa période symptomatique.

Définitions de cas

Santé humaine

Cas suspect: toute personne résidant dans les zones enquêtées du District Sanitaire de Tambacounda et ayant présenté de la fièvre (température axillaire corrigée $\geq 38^{\circ}\text{C}$) et au moins deux des signes suivants: céphalées, myalgies, arthralgies, éruption cutanée, douleurs rétro-orbitaires, manifestations hémorragiques (épistaxis, gingivorragies, métrorragies) ou des signes neurologiques et/ou est en contact avec un animal suspect malade ou mort ou à ses produits biologiques.

Cas probable: tout cas suspect vivant ou décédé ayant un lien épidémiologique avec un cas confirmé de FHV positif à un des flavivirus suivant: Zika, fièvre jaune, *West Nile* et dengue.

Cas confirmé: tout cas suspect ou probable de FHV confirmé biologiquement à un ou plus des virus suivants (Zika, *West Nile*, fièvre jaune, dengue) par test ELISA à immunoglobulines M (IgM) ou par *Reverse Transcription- Polymerase Chain Reaction* (RT-PCR) ou isolement viral, résidant dans le District Sanitaire de Tambacounda durant la période allant du 26 février au 27 mars 2023.

Cas contact: toute personne vivant dans la même concession qu'un cas confirmé de FHV positif à un des flavivirus suivants: Zika, fièvre jaune, *West Nile* ou dengue avec qui il partage les mêmes facteurs de risque et qui est asymptomatique.

Santé animale

Cas suspect: tout équidé présentant un ou les signes suivants: affaiblissement, ataxie, contractions musculaires, convulsions, paralysie partielle, ou mouvements d'appui sur la tête, ou fièvre non systématique, ou grincements de dents.

Cas probable: tout équidé vivant ou décédé, ayant un lien épidémiologique avec un cas confirmé d'arbovirose.

Cas confirmé: tout cas suspect ou probable d'arbovirose chez les équidés confirmés biologiquement par la détection des acides nucléiques par un test PCR (Zika, *West Nile*, fièvre jaune, dengue) par test ELISA IgM ou par RT-PCR ou isolement viral.

Échantillonnage

Trois types d'échantillonnage ont été réalisés:

Volet humain: un recrutement exhaustif a été réalisé prenant en compte tous les cas confirmés, les cas suspects et sujets contacts du cas de FHV allant du 26 février au 27 mars 2022 et résidant dans le district de Tambacounda. Pour les réunions, un recrutement exhaustif des autorités administratives (1), chef de village (1), personnel de santé du poste (4) et investigateurs (9) a été fait.

Volet animal: l'échantillonnage dans le secteur animal a concerné les équidés trouvés dans des concessions des cas humains confirmés ou suspects notifiés. Un recrutement exhaustif de tous les équidés a été réalisé.

Volet entomologique: l'échantillonnage a concerné les stades immatures et les stades adultes de moustiques. Les moustiques au repos ont été collectés par aspiration à l'intérieur des habitations et à l'extérieur dans les pneus et autres niches écologiques favorables à l'aide d'un aspirateur de type Prockopack. Les moustiques en activité ont été capturés par des pièges biogents (BG)-Sentinel-2 avec plusieurs appâts (de la glace carbonique et du BG-Lure) à l'intérieur et à l'extérieur des habitations.

Collecte de données

Outil de collecte et sources de données

Volet humain: les données ont été collectées sur une liste descriptive et une fiche individuelle pour

les contacts bénéficiant de prélèvement. Les registres de consultation générales ont également été exploités au niveau des structures sanitaires.

Volet animal: il s'agissait d'une fiche d'investigation des arboviroses.

Volet entomologique: une fiche de collecte de stades aquatiques a été utilisée.

Technique de collecte

Volet humain: la collecte a été réalisée par: 1) investigation au niveau du village pour la recherche active des cas suspects autour du cas confirmé, 2) dépouillement des registres de consultations (consultation générale, enfants malades et femmes enceintes malades) sur la période allant du 27 février au 27 mars 2022, 3) discussions sous forme de brainstorming à l'occasion d'une réunion avec le personnel de santé, les investigateurs et les autorités territoriales pour apprécier les FFOM de la gestion de cette investigation et riposte dans un contexte de *One Health*.

Volet animal: l'enquête a consisté à collecter des échantillons de sang dans des tubes secs en utilisant des seringues de 10 cc chez les animaux (chevaux, ânes, moutons, chèvres, bœufs) trouvés dans les concessions.

Volet environnemental et entomologique: des prospections ont eu lieu essentiellement en milieu domestique. Elles ont été faites à l'intérieur des chambres et dans la cour des concessions. Tous les récipients de stockage d'eau ou abandonnés et tous les réceptacles artificiels et naturels susceptibles de contenir de l'eau ont été inspectés. Des échantillons de larves et nymphes ont été collectés et mis en élevage pour une identification au stade adulte. Seuls les gîtes contenant au moins une larve ou nymphe d'*Aedes aegypti* étaient considérés comme positifs. Des pièges lumineux de type *Communicable Disease Center (CDC)* avec gaz carbonique (CO₂) et des pièges BG sentinelles ont été utilisés pour la récolte des moustiques (Figure 4).

Pour chaque nuit de capture, les pièges étaient fixés au crépuscule et récupérés le lendemain matin. Après la récolte, les moustiques ont été identifiés morphologiquement, répartis en lots mono-spécifiques et conservés dans de l'azote liquide sur le terrain. Des tentatives d'isolement virologique sur les moustiques capturés ont été effectuées à l'Institut Pasteur de Dakar (IPD). Les résultats obtenus de ces prospections larvaires ont permis de calculer les indices de Breteau (IB): le nombre de gîtes positifs pour 100 unités d'habitation visitées) et récipient (IR: rapport en pourcentage du nombre de récipients trouvés positifs sur le nombre de récipients prospectés) avec des seuils épidémiques fixés à 5% et 3% respectivement.

Données de laboratoire

Volet humain: du sang veineux a été prélevé et acheminé à l'IPD à travers la région médicale de Tambacounda. Le rendu des résultats se fait par mail via la division surveillance épidémiologique et riposte. Tous les échantillons ont fait l'objet d'une sérologie à la recherche d'IgG, ou d'IgM) et PCR. Les échantillons du cas ont fait l'objet de tests de séroneutralisation afin de déterminer le titre d'anticorps neutralisant contre un virus spécifique parmi les quatre virus identifiés préalablement.

Volet animal: les prélèvements de sang veineux chez les animaux sont acheminés par le service régional de l'élevage de Tambacounda au laboratoire national de l'élevage et de recherches vétérinaires (LNERV) pour le traitement des échantillons.

Volet entomologique: les larves collectées ont été maintenues en élevage jusqu'au stade adulte. Ces derniers ainsi que les moustiques au repos et en activité récoltés directement sur le terrain ont été identifiés morphologiquement sur table froide à l'aide d'une loupe binoculaire. Les moustiques identifiés ont été regroupés en 35 lots pour des tentatives d'isolement virologique à l'IPD. Pour ce faire, il a été procédé comme suit: 1) broyages des

spécimens, 2) extraction d'acide ribonucléique (ARN) viraux, 3) réalisation de RT-PCR temps réel.

Saisie et analyse des données

Les informations constituant les variables, ont été encodées et analysées dans une maquette Excel. L'évaluation du risque a été faite avec le même tableur Excel (via STAR_FR_ Évaluation conjointe des risques_ version 2.4) Il s'agit d'un outil opérationnel issu du guide tripartite (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Organisation mondiale de la santé animale, Organisation mondiale de la santé) pour la gestion des zoonoses [5]. L'analyse des déterminants de la survenue du cas d'arbovirose, de son investigation et riposte était surtout descriptive.

Considérations éthiques

Le consentement libre et éclairé des enquêtés était préalablement recueilli lors des investigations. Les populations étaient informées non seulement des objectifs et contraintes de l'investigation d'une part mais aussi de leurs droits de refus d'autre part. La confidentialité des données recueillies était de mise.

Financement: cette recherche a été financée par le Ministère de la Santé et de l'Action sociale du Sénégal à travers le District Sanitaire de Tambacounda.

Résultats

Volet humain

Caractéristiques socio-démographiques, cliniques et évolutifs du cas index: il vivait dans une grande maison familiale avec une vingtaine de personnes, une notion de cohabitation avec les animaux, surtout les chevaux et ânes utilisés pour des travaux champêtres. Il ne dormait pas sous moustiquaires imprégnées d'insecticide à longue durée d'action (MILDA) la veille de notre enquête ni les autres jours avant sa maladie. Sa chambre se

trouvait à proximité du lieu de repos des équidés avec présence de quelques points d'eau stagnante sur des récipients abandonnés. Il était bien portant cliniquement le jour de l'investigation.

Recherche active et gestion des cas suspects et contacts: dans le domicile du cas confirmé, et selon son itinéraire durant sa période contagieuse, l'interrogatoire a retrouvé 30 contacts. Parmi ces derniers, six (6) étaient symptomatiques et ont tous été prélevés à la recherche de flavivirus. Le reste des contacts non symptomatiques est décrit dans une liste. Lors du dépouillement des registres des postes de santé de Dawady, de Koussanar et le Centre de Santé de Tambacounda, pour la période allant du 27 février au 27 mars 2022, sur l'ensemble des consultants, aucun (0%) ne répondait à la définition de cas suspect de fièvre hémorragique à virus Zika, *West Nil*, FJ et/ou dengue.

Caractéristiques socio-démographiques et cliniques des contacts: pour les 30 contacts identifiés, 53,3% étaient de sexe féminin. L'âge moyen était de 30,6 ans avec un écart type de 17,8 ans. L'âge minimal de ces contacts était de 2 ans et l'âge maximal de 80 ans. Parmi les contacts identifiés, 67% résidaient au village de Dawady et 27% étaient répartis dans les différents quartiers de la commune de Tambacounda, siège du centre de santé de référence. Les localités voisines à son village (Malem Niani, et Koussanar) avaient enregistré le reste des contacts (6%). Les contacts familiaux étaient les plus représentatifs (56,7%), le reste était du personnel de santé dont 26,7% travaillaient au Centre de Santé de Tambacounda et 16,6% au poste de santé de son village et le cabinet de soins de sa première consultation. La répartition des contacts selon la profession est décrite dans la Figure 2.

Dans la série, 66,7% des contacts ne dormaient pas sous MILDA et 86,7% d'entre eux étaient vaccinés contre la fièvre jaune. Sur 30 contacts identifiés, 6 étaient symptomatiques durant la période de définition de « cas suspect », soit 20%. Tous les 6 cas habitaient le village de Dawady et 5 étaient dans la même concession que le cas confirmé.

Parmi les 6 cas contacts symptomatiques, la céphalée était présente dans 100% des cas. La fièvre était objectivée que chez un cas contact symptomatique (16,7%). Aucun d'entre eux (0%) ne présentait un signe hémorragique. L'évolution clinique était favorable dans 100% des cas. Dans la série il n'y avait pas de refus de prélèvements parmi les contacts. Cependant les 6 contacts symptomatiques et les 12 contacts étroits ont été prélevés; ce qui fait un taux de prélèvement de 60%. Le cas index a fait l'objet de tests de séroneutralisation qui sont revenus positifs au Virus de la dengue (VDEN). Pour les 12 contacts prélevés, un cas est revenu positif VDEN et un autre était positif à la fois à la VDEN et au Virus de la Zika (VZIK). La séroneutralisation des résultats de ce dernier cas contact a également objectivé le VDEN.

Volet animal

Des équidés pouvant être des réservoirs de virus ont été retrouvés dans le domicile du cas index et ont été prélevés à la recherche de virus. Les trois chevaux et deux ânes retrouvés dans le domicile du cas confirmé ont été tous prélevés (Tableau 1).

Volet environnemental et entomologique

L'investigation nous a permis d'identifier des eaux stagnantes (sources de prolifération d'Aèdes) à l'intérieur du domicile du cas index, aux alentours de sa chambre et au niveau des concessions visitées du village.

Caractéristiques entomologiques lors des prospections des stades préimagiaux: le Tableau 2 présente les types de gîtes trouvés en eau et ceux infestés de larves ou de nymphes d'*Aedes aegypti*. Un total de 30 maisons (dont 119 unités d'habitation), incluant les maisons des cas confirmés et leurs voisinages, ont été visitées et 314 récipients en eau détectés. Tous les gîtes positifs (N=33) ont été trouvés à l'extérieur des habitations. La grande majorité des gîtes positifs (72,73%) ont été les récipients de stockage d'eau des populations (canaris, fûts, bidons, bassines). Il s'en suivait les récipients abandonnés (21%) et les

pneus (6,06%). Les indices de Breteau et récipient étaient de 27,73 et 10,5% respectivement.

Inventaires des arthropodes collectés: un total de 35 lots de moustiques (144 moustiques appartenant à 3 genres et 9 espèces différentes) a été collecté par l'ensemble des méthodes d'échantillonnage (Tableau 3). *Aedes aegypti*, le principal vecteur de la dengue et de la fièvre à virus Zika a représenté 70,14% des moustiques collectés. *Aedes furcifer*, un des vecteurs sauvages des VDEN et VZIK a aussi été détecté dans la zone (0,69%).

Tests virologiques chez les moustiques: sur les 35 lots de moustiques testés par RT-PCR, aucun n'a été positif ni pour le virus de la dengue (VDEN) ni pour le virus Zika (VZIK) ou autres types de flavivirus.

Évaluation du risque (Figure 3)

Arguments entomologiques: *Aedes aegypti* a été retrouvé dans 70,14% des cas de moustiques collectés et *Aedes furcifer*, un des vecteurs sauvages des VDEN et VZIK a aussi été détecté dans la zone (0,69 %); ceci malgré l'investigation entomologique qui s'était faite de manière tardive (après la tombée des premières gouttes de pluies dans la zone). Cependant la présence de ce vecteur *Aedes aegypti* dans la zone est en corrélation avec les résultats de la séroneutralisation qui est en faveur de la dengue. Ainsi le risque de transmission de la dengue était probable d'autant plus que les résultats de 2 cas suspects sont revenus positifs à la dengue dont l'un après séroneutralisation. Le contexte environnemental de cette zone rurale avec la présence de canaris et d'autres ustensiles positifs aux vecteurs était également un élément favorable à la transmission de la maladie liée aux flavivirus.

Caractéristiques du risque

L'évaluation globale des risques a caractérisé l'épidémie liée à la dengue comme suit:

Survenue probable devant 1) la notion d'épidémie de dengue dans certaines régions du pays; 2)

l'existence de cas confirmés au niveau de la faune sauvage et domestique au nord du pays; 3) l'existence de nombreux gîtes larvaires positifs; 4) la cohabitation entre l'homme et les animaux sensibles; 5) l'existence d'une forte pluviométrie favorisant la pullulation des moustiques vecteurs à type d'aèdes; 6) la confirmation de deux autres cas humains avec lien épidémiologique au cas index.

Conséquences (ou impact) modérées devant 1) la possibilité de baisse de la productivité agricole si augmentation des cas chez les humains; 2) la possibilité de restriction des déplacements dans la zone; 3) la possibilité d'interdiction du *Louma* hebdomadaire qui est l'une des principales sources économiques du village; 4) le risque de stigmatisation du village.

Analyse FFOM: l'analyse issue des discussions avec le personnel de santé, les membres d'investigation et les autorités a permis de déceler des facteurs de réussite et d'échec face à une éventuelle gestion d'une épidémie d'arbovirose dans le district (Tableau 4).

Discussion

Ce cas de FHV positif simultanément aux immunoglobulines de quatre flavivirus (Zika, fièvre jaune, *West Nil* et dengue) était une première dans le District Sanitaire de Tambacounda. Un déplacement sur l'itinéraire complet du cas confirmé n'a pas été fait lors de l'investigation contrairement dans l'étude de Ndiaye *et al.* [6] qui s'est rendu dans trois communes différentes de la région de Ziguinchor dans le cadre d'une investigation de cas d'arbovirose à Ziguinchor, Sénégal. Durant la période de possible contamination, le cas confirmé n'avait visité que la commune de Malem Niani situé dans le District Sanitaire de Koumpentoum, voisin de celui de Tambacounda. Le tableau clinique présenté par le cas index corrobore la symptomatologie décrite dans la littérature en cas d'arbovirose [7]. Girard avait décrit la même symptomatologie avec un syndrome grippal à type de fièvre, céphalées et

myalgies et plus rarement associé à un syndrome hémorragique [1]. Chippaux avait également retrouvé le même tableau clinique [8]. Le circuit de référence emprunté par le cas confirmé suit celui de la pyramide sanitaire du Sénégal [9]. Cependant il y a eu un retard dans la référence liée à une indisponibilité d'ambulance au niveau de la zone rurale, ce qui conforte les arguments relatifs aux insuffisances en moyen d'évacuation sanitaire dans la région de Tambacounda. Le traitement reçu par le cas confirmé au niveau du centre de santé de référence est en adéquation avec celui décrit dans la littérature qui est un traitement symptomatique [8].

Les caractéristiques socio-démographiques du cas confirmé et de ses 17 contacts familiaux, qui vivaient dans des cases en cohabitation avec les animaux domestiques, illustrent la réalité de la famille africaine en zone rurale. L'âge moyen de notre série de contacts était de 30,6 ans qui était en adéquation avec la population relativement jeune à Tambacounda. Il en était de même avec la prédominance féminine dans notre série. Parmi les contacts, 44,8% étaient des agents de santé; ce qui est décrit dans la littérature avec un personnel soignant fortement touché lors des épidémies de fièvres hémorragiques virales [1]. Le fait que le cas confirmé ait fréquenté trois structures sanitaires durant sa phase symptomatique avant d'être isolé au centre de santé de référence du district est à l'origine du nombre élevé des membres du personnel de santé parmi les cas contact. L'isolement du cas de FHV jusqu'à l'obtention des résultats de prélèvements est une directive de prise en charge de ces arboviroses afin de prévenir la survenue d'autres cas. Il a été effectif au centre de santé mais avec une faille liée à l'exéat du patient sur amélioration du tableau clinique et à sa demande sans même disposer des résultats des prélèvements de sang. Ainsi le nombre de cas pourrait être élevé selon le mode de contamination si les moyens de prévention et de précaution idoines ne sont pas appliqués par les personnes contacts.

Il faut néanmoins rappeler que l'utilisation adéquate de moustiquaires imprégnées à longue durée d'action (MILDA) peut limiter la transmission vectorielle de ces flavivirus. Dans notre étude, plus de 2/3 des personnes interrogées ne dormaient pas sous MILDA. Ceci pourrait augmenter le risque de propagation de la maladie parmi les personnes contacts du cas index. Cette assertion est étayée par les résultats des prélèvements chez les contacts avec 2 personnes contaminées dans la même concession du cas index. Les tests de séroneutralisation revenus positifs à la dengue chez le cas index et un de ses contacts confirme la présence de cette arbovirose dans le village investigué. Ainsi, ces cas positifs au VDEN sans notion de contact avec les primates confirme la théorie décrite dans la littérature concernant cette maladie. Aujourd'hui, la dengue est considérée comme un exemple remarquable d'arbovirose qui ne nécessite plus un cycle zoonotique faisant intervenir les primates comme réservoirs ou hôtes amplificateurs pour le maintien d'une transmission épidémique chez l'homme [10]. La dengue est devenue en quelques décennies l'arbovirose prééminente dans la plupart des régions tropicales qui ceinturent le globe [11,12].

Avec le secteur de l'élevage, seuls des équidés ont été retrouvés au domicile du cas confirmé et dans le village de Dawady. Cependant, dans la littérature, les primates ont été identifiés comme étant les réservoirs potentiels de flavivirus [13,14]. Les animaux retrouvés au domicile du cas confirmé, en étroite cohabitation avec les humains étaient en bonne santé apparente. Cependant les prélèvements effectués chez ces équidés et acheminés au laboratoire national de l'élevage et de recherches vétérinaires (LNERV) de Dakar n'ont pas été traités pour infirmer ou confirmer la présence de flavivirus chez les animaux. Des raisons d'indisponibilité de réactifs étaient évoquées. Ainsi, cette situation pourrait compromettre la mise en œuvre de l'approche *One health* dans la surveillance et l'investigation des zoonoses et/ou d'arboviroses.

Sur le plan entomologique, il a été démontré que le moustique *Aedes aegypti* est le principal vecteur mondial de certains arbovirus et particulièrement la dengue [15, 16]. Au Sénégal, *Aedes aegypti*, est le seul vecteur actuellement connu de la dengue et du Zika en milieu urbain comme rural. Il a été le principal vecteur détecté durant cette enquête ainsi qu'*Aedes furcifer* qui est un vecteur selvatique. Cette espèce *Aedes aegyptia* montrée une forte présence notamment au stade pré-imaginal. Cependant la présence du vecteur selvatique *Aedes furcifer* dans la zone pourrait suggérer l'existence possible d'un cycle sauvage de ces virus. En effet, l'emplacement de la localité de Dawady à la lisière d'une forêt augmente le risque de contact avec les vecteurs sauvages. C'est l'exemple d'*Aedes furcifer* qui peut assurer la transmission du virus dans ces lisières ou à l'intérieur du village et retourner dans la forêt. En outre, si les récipients de stockage d'eau ont été les principaux gîtes infestés, les pneus usagés et de récipients abandonnés trouvés en eau dans la zone pourraient augmenter le risque d'infection suite à l'augmentation de la densité du vecteur qui vont infester davantage ces gîtes durant la saison pluvieuse. Malgré une forte chaleur et un début d'hivernage dans la zone, les indices récipients et de Breteau ont été au-dessus du seuil de risque épidémique. Ces données indiquent que cette zone était à risque de transmission du VDEN et du VZIK.

L'absence des VDEN et du VZIK dans les échantillons de moustiques collectés durant l'investigation, malgré la présence des vecteurs peut être expliqué soit: 1) par un retard entre l'apparition des cas (mois de mars 2022) et le début de l'investigation (juin 2022), ou 2) par le fait que la transmission a été assurée par le vecteur sauvage dont nous n'avons capturé qu'un seul individu de cette espèce. La positivité aux flavivirus concernant deux autres contacts familiaux et dont la séroneutralisation a également objectivé le virus de la dengue, montre très certainement que le vecteur infecté était présent au moment de l'investigation préliminaire. Le retard de l'investigation entomologique (3 mois après) pourrait expliquer la

négativité du VDEN chez les moustiques retrouvés au niveau du village. L'évaluation du risque de propagation de l'épidémie de dengue faite après l'investigation entomologique avait objectivé une probable propagation de l'épidémie avec des conséquences modérées sur la population. La mise en œuvre des mesures à l'immédiat et l'application de certaines recommandations auraient permis d'éviter la survenue d'autres cas dans la zone.

Il résulte de l'analyse FFOM de ce travail, que la rapidité de l'investigation relève de la disponibilité dans la région de Tambacounda d'agents formés en épidémiologie de terrain pour proposer des mesures de santé publique dans l'immédiat mais aussi de la bonne collaboration entre les secteurs de la santé humaine et celle animale. Par contre l'investigation entomologique a eu lieu avec un retard de 3 mois environs lié à des problèmes de disponibilités de fonds et d'entomologiste animal dans la région.

Conclusion

Dans le cadre de la surveillance épidémiologique de routine, les fièvres hémorragiques virales font partie des maladies surveillées au niveau de l'ensemble des structures sanitaires du Sénégal. C'est dans ce sens que le District Sanitaire de Tambacounda a enregistré un cas de fièvre hémorragique virale positif simultanément aux immunoglobulines de quatre flavivirus à savoir dengue, Zika, fièvre jaune et *West Nile*. Les investigations menées dans le cadre du concept *One health* avec réalisation de tests de séroneutralisation, ont objectivé une positivité à la dengue chez le cas index et chez deux de ses contacts. Leur évolution était favorable sans un autre cas enregistré dans le district. Cependant, malgré la rapidité de mise en œuvre de l'investigation préliminaire en impliquant les services techniques déconcentrés concernés, le concept de *One health* n'est pas suivi à la même vitesse par tous les secteurs. Le rôle des équidés trouvés sur site lors de l'investigation et prélevés n'a pas pu être identifié du fait de l'indisponibilité

des résultats des échantillons concernant la santé animale. Le volet entomologique a accusé trois mois de retard pour mener l'investigation en début d'hivernage pouvant ainsi fausser l'identification exacte du vecteur impliqué dans cette épidémie avec même des résultats virologiques négatifs pour les moustiques capturés. Ainsi, pour mieux préparer la région de Tambacounda à une gestion efficace d'une investigation et riposte face à une épidémie d'arbovirose qui serait plus létale, des efforts doivent être accentués au niveau de tous les secteurs impliqués dans le concept *One health* surtout la santé animale et l'entomologie animale.

Conflits d'intérêts

Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêts.

Contributions des auteurs

Conceptualisation: Tidiane Gadiaga, Oumar Bassoum, Jean Louis Abdou Ndiaye. Nettoyage des données: Tidiane Gadiaga, Oumar Bassoum, Mouhamadaou Faly Ba. Analyse: Tidiane Gadiaga, Oumar Bassoum, Mouhamadou Faly Ba. Investigation: Tidiane Gadiaga, Pape Mbaye Diao, Elhadji Ndiaye, Babacar Ndiaye. Méthodologie: Tidiane Gadiaga, Oumar Bassoum, Mouhamadou Faly Ba, Elhadji Ba Konko Ciré, Jean Louis Abdou Ndiaye. Administration du projet: Tidiane Gadiaga, Oumar Bassoum, Elhadji Ba Konko Ciré, Jean Louis Abdou Ndiaye. Sécurité: Tidiane Gadiaga, Oumar Bassoum, Mouhamadou Faly Ba. Supervision: Tidiane Gadiaga, Oumar Bassoum, Elhadji Ba Konko Ciré, Jean Louis Abdou Ndiaye. Validation: Tidiane Gadiaga, Elhadji Ba Konko Ciré, Oumar Bassoum, Jean Louis Abdou Ndiaye. Édition du draft original: Tidiane Gadiaga, Oumar Bassoum, Mouhamadou Faly Ba, Isaac Manga, Elhadji Ba Konko Ciré, Jean Louis Abdou Ndiaye. Édition et révision: Tidiane Gadiaga, Oumar Bassoum, Mouhamadou Faly Ba, Elhadji Ba Konko Ciré, Jean Louis Abdou Ndiaye. Tous les auteurs ont lu et approuvé la version finale du manuscrit.

Remerciements

Les remerciements vont à l'endroit des populations de Dawady, l'ensemble des agents qui ont contribué aux investigations, sans oublier les membres des comités de développement sanitaires qui ont contribué au financement de ce travail.

Tableaux et figures

Tableau 1: caractéristiques investigation secteur élevage

Tableau 2: prospection des stades pré- imaginaires des vecteurs de la dengue et du Zika dans la localité de Dawady, District Sanitaire de Tambacounda, juin 2022

Tableau 3: moustiques adultes collectés par aspiration, piège BG et émergence de larves dans la localité de Dawady, District Sanitaire de Tambacounda, juin 2022

Tableau 4: analyse des forces, faiblesses, opportunités et menaces de la gestion de l'épidémie d'arbovirose au District Sanitaire de Tambacounda

Figure 1: chronologie des événements, cas confirmé

Figure 2: répartition des contacts selon leur profession (N = 29)

Figure 3: présentation des conclusions de caractérisation des risques d'épidémie de flavivirus liée à la dengue, District Sanitaire de Tambacounda

Figure 4: matériels de capture de moustiques adultes et pose de pièges

Références

- Girard MP. Arboviroses et fièvres hémorragiques: actualités épidémiologique et vaccinale. *Bull Acad Natle Méd.* 2016;200(8-9): 1617-1630. **Google Scholar**
- Bhatt S, Gething PW, Brady OJ, Messina JP, Farlow AW, Moyes CL, *et al.* The global distribution and burden of dengue. *Nature.* 2013 Apr 25;496(7446): 504-7. **PubMed| Google Scholar**
- Salinas S, Foulongne V, Loustalot F, Fournier-Wirth C, Molès JP, Briant L, *et al.* Le virus Zika - L'émergence d'une menace. *Med Sci (Paris).* 2016 Apr;32(4): 378-86. **PubMed| Google Scholar**
- Diagne MM, Ndione MHD, Gaye A, Barry MA, Diallo D, Diallo A, *et al.* Yellow Fever Outbreak in Eastern Senegal, 2020-2021. *Viruses.* 2021 Jul 28;13(8): 1475. **PubMed| Google Scholar**
- Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture. Outil opérationnel pour l'évaluation conjointe des risques. 2021. p97. Accessed Septembre 04 2023.
- Ndiaye M, Fall AG, Ka D, Gaye AM, Diop B. Investigation d'un cas de fièvre de la vallée du Rift par l'approche « une seule santé », Ziguinchor, Sénégal, février 2018. *PAMJ-One Health.* 2021;6: 2. **Google Scholar**
- Guha-Sapir D, Schimmer B. Dengue fever: new paradigms for a changing epidemiology. *Emerg Themes Epidemiol.* 2005 Mar 2;2(1): 1. **PubMed| Google Scholar**
- Chippaux A. Généralités sur arbovirus et arboviroses: éditions scientifiques et médicales Elsevier. *Médecine et maladies infectieuses.* 2003;33(8): 377-384. **Google Scholar**
- Ministère de la santé et de l'action sociale. Plan national de développement sanitaire et social 2019-2028. Direction de la planification, de la recherche et des statistiques. 2019. p15-134. Accessed Septembre 04 2023.
- Choumet V, Desprès P. Dengue and other flavivirus infections. *Rev Sci Tech.* 2015 Aug;34(2): 473-8, 467-72 **PubMed| Google Scholar**
- Thomas SJ, Strickman D, Vaughn DW. Dengue epidemiology: virus epidemiology, ecology, and emergence. *Adv Virus Res.* 2003;61: 235-89. **PubMed**
- Weaver SC, Vasilakis N. Molecular evolution of dengue viruses: contributions of phylogenetics to understanding the history and epidemiology of the preeminent arboviral disease. *Infect Genet Evol.* 2009 Jul;9(4): 523-40. **PubMed| Google Scholar**

13. Quaresma JA, Pagliari C, Medeiros DB, Duarte MI, Vasconcelos PF. Immunity and immune response, pathology and pathologic changes: progress and challenges in the immunopathology of yellow fever. *Rev Med Virol.* 2013;23(5): 305-318. **PubMed** | **Google Scholar**
14. Hayes EB. Zika virus outside Africa. *Emerg Infect Dis.* 2009 Sep;15(9): 1347-50. **PubMed** | **Google Scholar**
15. Gubler DJ. The global emergence/resurgence of arboviral diseases as public health problems. *Arch Med Res.* 2002 Jul-Aug;33(4): 330-42. **PubMed** | **Google Scholar**
16. Delatte H, Paupy C, Dehecq JS, Thiria J, Failloux AB, Fontenille D. [Aedes albopictus, vector of chikungunya and dengue viruses in Reunion Island: biology and control]. *Parasite.* 2008 Mar;15(1): 3-13. **PubMed** | **Google Scholar**

Tableau 1: caractéristiques investigation secteur élevage

Items	Résultats
Nombre de chevaux	03
Nombre d'ânes	02
Nombre de mulets	00
Mode d'élevage	Sédentaire
Mode d'abreuvement	Eaux domestiques
Existence de maladies dans le troupeau	Non
Existence de maladie dans le passé, dans le troupeau	Non
Existence de signes cliniques chez le troupeau	Non
Nombre de morts chez les animaux	00
Existence de maladie animale signalée dans la zone	Non

Tableau 2: prospection des stades pré- imaginaires des vecteurs de la dengue et du Zika dans la localité de Dawady, District Sanitaire de Tambacounda, juin 2022

Arrondissement	Localités	UH	R. Stockage		R. abandonnés		Abreuvoirs		Pneus		Autres		Total P	Total		
			Ext		Ext		Ext		Ext		Ext					
			P	N	P	N	P	N	P	N	P	N				
Koussanar	Dawady	119	24	195	0	25	7	9		1	2	13		5	33	314
Total		119	24	195	0	25	7	9		1	2	13		5	33	314

Légende: R = récipients, UH = Unité d'habitation, Ext = extérieur, P = positif, Int = intérieur, N = négatif

Tableau 3: moustiques adultes collectés par aspiration, piège BG et émergeant de larves dans la localité de Dawady, District sanitaire de Tambacounda, juin 2022

Espèces	Méthode de collecte			Total
	Aspiration	BG-Lu+CO2	Émergence	
<i>Aedes aegypti</i>	39	25	37	101
<i>Aedes furcifer</i>		1		1
<i>Anopheles gambiae</i>	1			1
<i>Culex cinereus</i>		6		6
<i>Culex decens</i>	2	1	20	23
<i>Culex neavei</i>	1			1
<i>Culex nebulosus</i>	3	2		5
<i>Culex perfuscus</i>			2	2
<i>Culex quinquefasciatus</i>			4	4
Total	46	35	63	144

Utilisation timide du niveau communautaire pour renforcer la surveillance à base communautaire des FHV

Tableau 4: analyse des forces, faiblesses, opportunités et menaces de la gestion de l'épidémie d'arbovirose au district sanitaire de Tambacounda

Facteurs de réussite	Facteurs d'échec
Forces	Faiblesses
Formation du personnel sur les procédures de prise en charge des cas suspects de FHV	Retard dans la disponibilité des résultats de prélèvement d'arbovirose (entraînant des difficultés dans le maintien de l'isolement des cas suspects)
Prise en charge des cas suspects de MSE au niveau des structures sanitaires du district	Indisponibilité de résultats des prélèvements envoyés à LNERV
Disponibilité de trois agents du district formés en épidémiologie de terrain	Retard de l'investigation entomologique
Bonne collaboration entre les secteurs de la santé humaine et santé animale au niveau local pour faciliter les investigations	Non tenue d'instance de coordination dans le cadre du « One Health » pour préparer d'éventuels investigation et riposte face à des arboviroses
Disponibilité d'un site sentinelle de surveillance épidémiologique des arboviroses au niveau de la commune de Tambacounda	Insuffisance de plateau technique des laboratoires du district pour le traitement de certains prélèvements liés aux FHV
Disponibilité de comité de développement sanitaires pour une contribution financière aux activités de surveillance des arboviroses	Inexistence d'entomologistes animaux dans la région
Rapidité dans la mise en œuvre de l'investigation préliminaire	
Disponibilité de partenaire technique et financier (consultant OMS) appuyant l'investigation	
Opportunités	Menaces
Existence d'un cadre formel pouvant réunir tous les services techniques déconcentrés du département (le Conseil départemental de développement)	Inexistence de fonds d'urgence alloué aux investigations rapides de cas de FHV
Possibilité de traiter les analyses animales avec un autre laboratoire national privé	Inaccessibilité de certaines zones du district pendant l'hivernage (Bohé Balédji, Dawady)
Disponibilité de réseau téléphonique dans tous les PPS pour la transmission des données de SE	Cohabitation entre humains et animaux au niveau du parc de Niokolo koba (PS de Dar Salam Fodé)
	Non maîtrise des déplacements à la frontière avec un autre pays (porosité des frontières)

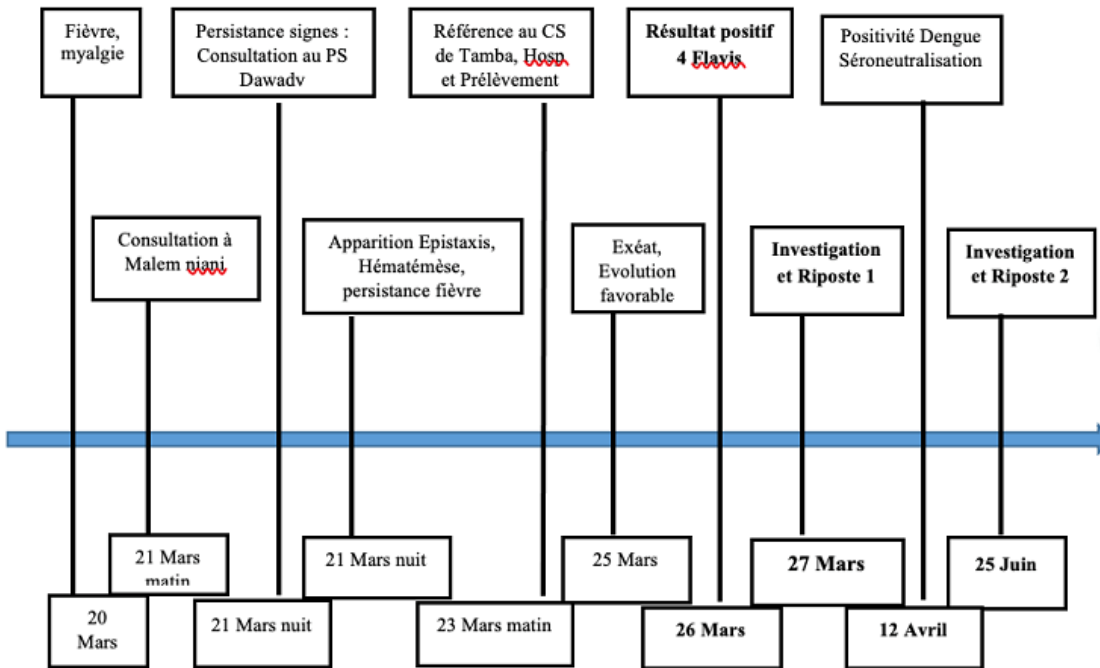


Figure 1: chronologie des événements, cas confirmé

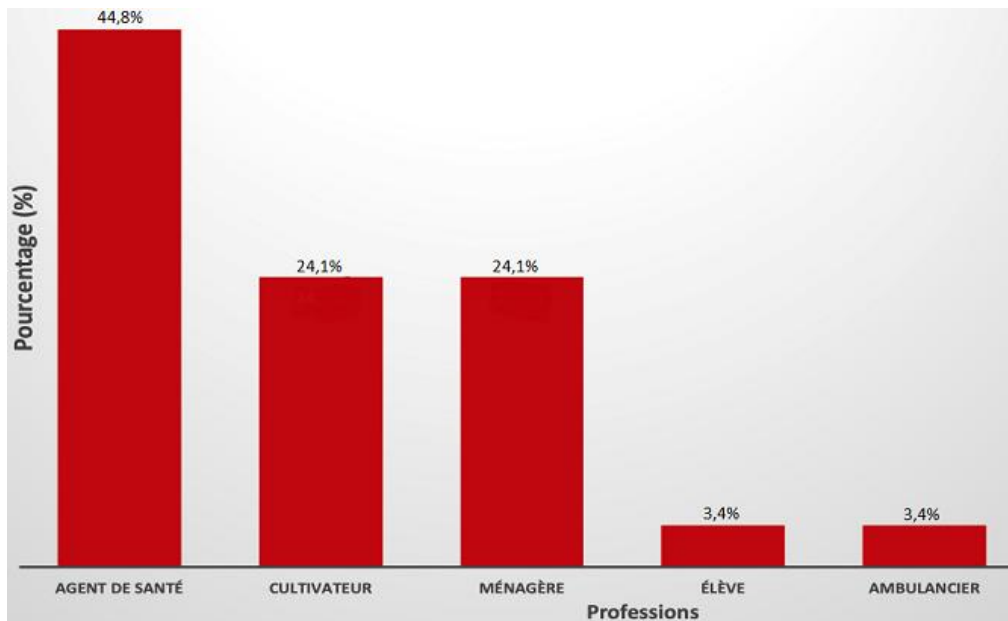


Figure 2: répartition des contacts selon leur profession (N = 29)

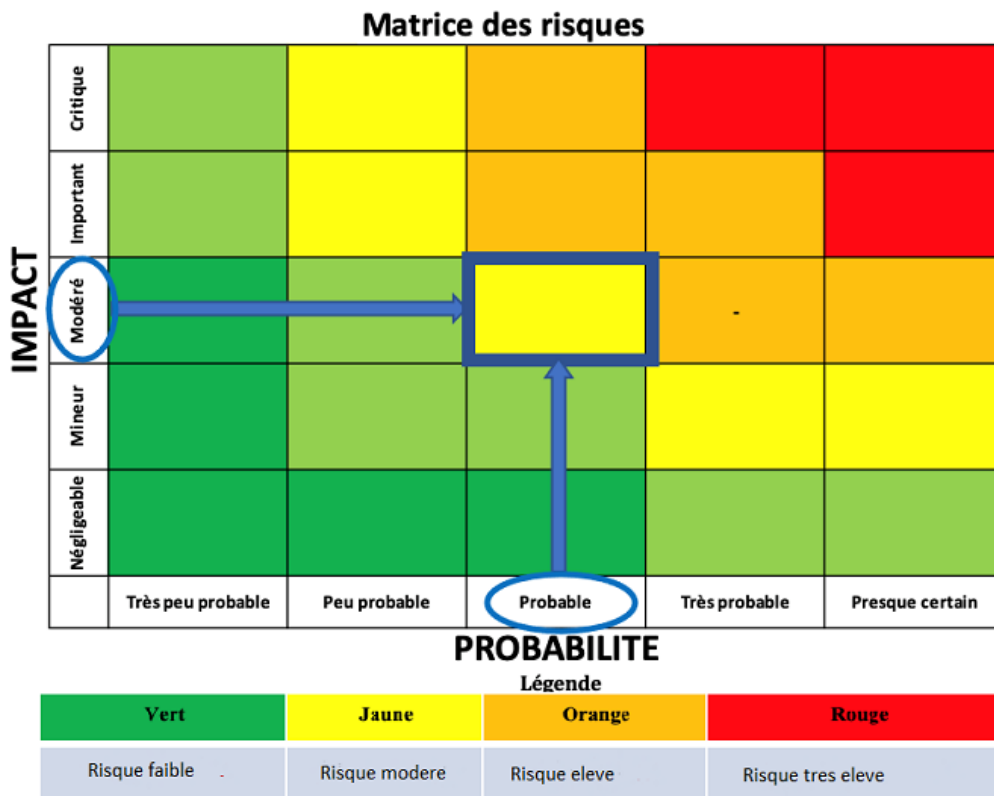


Figure 3: présentation des conclusions de caractérisation des risques d'épidémie de flavivirus liée à la dengue, District Sanitaire de Tambacounda



Matériels de pièges lumineux types CDC Pièges lumineux à l'intérieur de la chambre du cas index Pièges lumineux à proximité des canaris

Figure 4: matériels de capture de moustiques adultes et pose de pièges