



Circulation des espèces plasmodiales dans les populations de la Guinée forestière

Joseph Fara KOUMASSADOUNO^{1,2*}, Mamadou Saliou Mali DIALLO^{1,2},
Nadège Adoukè AGBODJATO¹, Mamadou Samba BARRY³ et
Mamadou Cellou BALDE²

¹Faculté des sciences et techniques, Département de Biologie, Université de Nzérékoré, BP : 50, République de Guinée.

²Institut de Recherche en Biologie Appliquée de Guinée, BP : 146, République de Guinée.

³Faculté des sciences, Département de Biologie, Université de Kindia, BP : 212, République de Guinée.

*Auteur correspondant ; E-mail : koumassadounoj@gmail.com ; Téléphone : (+224) 623827018

Received: 18-07-2024

Accepted: 22-10-2024

Published: 31-10-2024

RESUME

Les espèces plasmodiales responsables du paludisme circulent en Guinée forestière et constituent un problème de santé publique. Notre étude visait à identifier les espèces plasmodiales circulant dans la région afin de freiner leur propagation. Des échantillons de sang prélevés ont été examinés au laboratoire de CIRIT-Guinée. La technique de LAMP classique (L'amplification isothermique à médiation par boucle) a été utilisée pour la détection des espèces plasmodiales. L'étude a été réalisée pendant six mois allant d'avril à septembre 2022. Notre résultat a montré que, quatre espèces plasmodiales circulant dans la région ont été identifiées dont le *Plasmodium falciparum* (78,93%), le *Plasmodium malariae* (11,43%), le *Plasmodium ovale* (7,14%) et le *Plasmodium vivax* (2,5%). Le *Plasmodium falciparum* était le plus représenté. Le *Plasmodium falciparum* a été plus fréquent chez les moins de 18 ans et chez les femmes avec respectivement 97,71% et 88,24% de positivité. Les patients de 18 à 35 ans et les hommes étaient plus touchés par le *Plasmodium malariae*, *ovale* et *vivax*. Notre résultat suggère la nécessité de dépistage, de contrôle et de suivi des mouvements de population (voyageurs), de suivi des malades traités, de sensibilisation des communautés sur les mesures préventives.

© 2024 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : Femmes, Prévalence du paludisme, *Plasmodium falciparum*, Prévention, Sensibilisation, Transmission.

Circulation of plasmodial species in populations of Forest Guinea

ABSTRACT

Plasmodium species responsible for malaria circulate in Forest Guinea and constitute a public health problem. Our study aimed to identify the types of *Plasmodium* circulating in the region in order to curb their spread. Blood samples were examined in the laboratory of the CIRIT-Guinée. The classic LAMP technique (loop-mediated isothermal amplification) was used for the detection of plasmodial species. The study was carried

out over a six-month period from April 1st to September 30, 2022. Our results showed that four plasmodial species circulating in the region were identified, including *Plasmodium falciparum* (78.93%), *Plasmodium malariae* (11.43%), *Plasmodium ovale* (7.14%) and *Plasmodium vivax* (2.5%). *Plasmodium falciparum* was the most common. *Plasmodium falciparum* was more frequent in under-18s and women, with 97.71% and 88.24% positive respectively. Patients aged 18 to 35 and men were more affected by *Plasmodium malariae*, *ovale* and *vivax*. Our results suggest the need for screening and monitoring of population movements (travellers), follow-up of treated patients, and community awareness of preventive measures.

© 2024 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: Women, Prevalence of malaria, *Plasmodium falciparum*, Prevention, Awareness, Transmission.

INTRODUCTION

Le paludisme demeure encore un véritable problème de santé publique (Sylla et al., 2018 ; Samuel and Adekunle, 2021). Il constitue l'une des principales causes de morbidité et de mortalité dans le monde et en Afrique subsaharienne (Cissé et al., 2020). En effet, l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) estime que 229 millions de cas dont 409 000 décès ont été enregistré en 2019 par rapport 238 millions de cas dont 738 000 décès en 2000 (WHO, 2020). L'Afrique subsaharienne continue de supporter une part disproportionnée de la charge mondiale du paludisme avec plus de 92% des cas et plus de 91% des décès entre 2015 et 2018 (WHO, 2019 ; WHO, 2015). Cinq espèces plasmodiales infectent l'homme dont le *Plasmodium falciparum*, le *Plasmodium vivax*, le *Plasmodium ovale*, le *Plasmodium malariae* et le *Plasmodium knowlesi* (WHO, 2019 ; Doutoum et al., 2019). Le *Plasmodium falciparum* est responsable de la fièvre tierce maligne, il s'agit de l'espèce la plus fréquente en Afrique sub-saharienne où plus de 90% des cas de décès dus aux formes graves du paludisme lui sont associés (WHO, 2015). Des études récentes montrent que bien qu'étant parasite de l'Homme, il est également capable d'infecter les grands singes africains (Duval et al., 2010 ; Krief et al., 2013). Le *Plasmodium vivax* est responsable de fièvres tierces bénignes. Il est aussi très répandu dans le monde et évolue avec des rechutes à long terme (Guerra et al., 2010). Il a été démontré que les grands singes africains sont des réservoirs potentiels de ce parasite (Liu et al., 2014 ; Prugnolle et al., 2013). Le *Plasmodium ovale* est l'agent d'une fièvre tierce bénigne. Il est

très proche de *Plasmodium vivax* avec lequel il a été très longtemps confondu (Collins, 2005). Il est très rare et se rencontre presque exclusivement en Afrique de l'Ouest et en Asie (Rosalind et al., 2015). Le *Plasmodium malariae* sévit dans toutes les régions où le paludisme est endémique, avec une distribution géographique plus fréquente en Amérique du Sud (tribus amérindiennes) est responsable d'une fièvre quarte et représente environ 1% des cas de paludisme (Cox-Singh et al., 2015). Le *Plasmodium knowlesi* était longtemps considéré comme une espèce simienne spécifique des macaques d'Asie du Sud-Est, l'infection chez l'homme a été récemment décrite faisant de cette dernière la cinquième espèce plasmodiale humaine (Cox-Singh et al., 2008 ; Singh, 2004). Le paludisme est endémique dans toute la Guinée. Le pays fait partie des 17 pays où la charge du paludisme est la plus lourde au monde, 2,1% des cas et des décès dus à cette maladie dans le monde et 1,6% des cas de décès dans le monde en 2020 (USAID, 2020). La Guinée représente 3,6% des cas de paludisme en Afrique de l'Ouest (OMS, 2020). Le principal vecteur est l'*Anophèle gambiae*, présent dans tout le pays. L'espèce de parasites dominante est le *Plasmodium falciparum* avec 96,5%. Le *Plasmodium malariae* et le *Plasmodium ovale* représentent respectivement 3,3% et 0,13% (USAID, 2020). Dans la Guinée forestière, le paludisme est un problème de santé publique (FAAPA, 2021). L'insuffisance du matériel de diagnostic biologique, le manque de contrôle des mouvements de population et le manque de formation des personnels soignants présentent les grandes difficultés d'identification des espèces plasmodiales responsables du

paludisme dans les populations et rendent difficile la prise en charge des patients ; d'où le présent travail. Notre étude avait pour objectif d'identifier les types de *Plasmodium* responsables du paludisme circulant dans la région et de déterminer leur fréquence en fonction de l'âge et du sexe.

MATERIEL ET METHODES

Zone d'étude

La Guinée forestière, l'une des quatre régions naturelles de la République de Guinée, représente notre zone d'étude. Elle est située au Sud de la Guinée entre les 8° 39' de latitude nord et les 8° 57' de longitude ouest. Sa superficie est de 49 374 km² qui représente 20% de la superficie totale du pays. Elle fait frontière avec la Haute Guinée au Nord, la Côte d'Ivoire à l'Est, le Libéria au Sud et la Sierra Leone à l'Ouest (www.guineeplus.net, 2017 ; www.guineeplus.net, 2018). Sur le plan climatique, cette région est caractérisée par un climat tropical humide (ou climat subéquatorial) avec une longue saison pluvieuse de neuf (9) mois et plus. Deux grandes saisons se succèdent au cours de l'année : une saison pluvieuse qui s'étend d'avril à novembre et une saison sèche qui se déroule de décembre à mars. La pluviométrie annuelle varie entre 1700 et 3000 mm et la température entre 19°C et 29°C avec une moyenne annuelle de 24°C ; ce qui favorise la multiplication des vecteurs du paludisme (www.guineeplus.net, 2017 ; www.guineeplus.net, 2018). La couverture végétale est caractérisée par la forêt dense humide qui constitue le paysage naturel de cette région. La faune très riche, favorise le développement des parasitoses et comprend des animaux de diverses espèces vectrices (www.guineeplus.net, 2017 ; www.guineeplus.net, 2018). Sur le plan démographique, la Guinée forestière compte une population de 1 989 740 habitants en 2016 (INS, 2016), par rapport 1.986.329 en 2014 soit une augmentation de 3411 habitants pour cette période de 2 ans (INS, 2014).

Echantillonnage

La population de notre étude était constituée de 280 patients disposant des carnets

de consultation et diagnostiqués positifs du paludisme dans les structures de soins de santé de la Guinée forestière sans distinction de sexe, ni d'âge. Ainsi tous les patients qui se sont rendus dans les structures de soins et qui ont donné leur consentement pour la recherche des espèces plasmodiales dans leur sang au laboratoire de CIRIT-Guinée (Centre International de la Recherche des Infections Tropicales de Guinée), sise à Nzérékoré ont été inclus dans l'étude.

Matériel

Le matériel biologique utilisé était le sang. Le registre, les embouts, les micropipettes, les achats poubelles, la boîte de sécurité, le tube EDTA, le tube à sang total, le tampon buffer (1, 2 et 3), le thermostable (tubes de réaction), le turbidimètre, le thermoblock ont été utilisés pour la réalisation de cet examen.

Collecte des données

Les données ont été collectées sur la base d'un questionnaire conçu conformément à l'objectif de l'étude. Les patients reçus ont été interrogés au laboratoire pour la réalisation de l'examen par la technique LAMP ou Test illumigène-Malaria. Le questionnaire nous a permis de recenser les informations relatives aux caractéristiques sociodémographiques (âge, sexe), de recueillir les informations portant sur les connaissances du paludisme (entendre parler du paludisme, connaissance de la voie de transmission) et l'utilisation des moustiquaires imprégnées.

Méthodes

Les échantillons de sang ont été prélevés avec l'aide du technicien de laboratoire, mis dans une glacière et transportés au laboratoire du Centre International de la Recherche des Infections Tropicales de Guinée (CIRIT-Guinée), sise à Nzérékoré pour la mise en évidence des espèces plasmodiales.

Nous avons utilisé la technique LAMP (illumigène). Les amorces ont été conçues spécialement pour donner une amplification de l'ADN en conditions isothermales. Le test développé ici, a pour cible une région du génome du *plasmodium* conservé au sein des *Plasmodiums* humains. Le kit a pour cible une séquence d'ADN mitochondriale non codante

de 214 pb. Le dérivé de l'amplification est constitué du pyrophosphate de magnésium qui donne une solution trouble (Polley et al., 2010 ; Oriero et al., 2015).

Les caractéristiques de l'absorbance sont détectées et interprétées par un système incubateur-lecteur. Le changement des caractéristiques d'absorbance dû au précipité indique la présence de la séquence d'ADN cible (Polley et al., 2010 ; Oriero et al., 2015).

Le protocole M-PREP (Milieu de Préparation) a été adopté. Le sang total est soumis à une chromatographie par exclusion de taille pour séparer et purifier les acides nucléiques. Les colonnes M-PREP contiennent la matrice permettant de purifier l'ADN, le tampon facilite la lyse des cellules et l'élution. Le sang total est traité par 3 tampons buffers dont le tampon Buffer 1 est utilisé comme tampon de lyse, le tampon Buffer 2 facilite la migration de l'échantillon à travers la colonne, grâce à un colorant non réactif qui sert d'indicateur et le tampon Buffer 3 pénètre la matrice de la colonne pour aller récupérer l'ADN purifié prêt pour la phase d'amplification (Polley et al., 2010 ; Mohon et al., 2014).

A la Phase d'amplification, les acides nucléiques obtenus après extraction sont placés dans deux chambres d'un dispositif, lequel dispositif contient une bille de réactif d'amplification lyophilisée dans chacune des deux chambres : une chambre TEST avec des amorces spécifiques de *Plasmodium* et une chambre CONTROLE avec des amorces spécifiques de l'ADN mitochondriale humain (Mohon et al., 2014).

Analyses statistiques

Pour la validité du test, des valeurs seuils ont été prédéfinies pour la chambre CONTROLE. En effet les rapports signal final/signal initial inférieurs à 90% dans la chambre CONTROLE ont été présentés comme VALIDES et conduisent à la présentation des résultats dans la chambre TEST (positif ou négatif). Des valeurs seuils prédéfinies pour la chambre TEST ont été utilisées pour présenter les résultats des échantillons. Les rapports signal final /signal initial inférieurs à 70% ont été présentés par la

machine comme résultats positifs et les rapports supérieurs à 70% ont été présentés comme résultats négatifs. La machine a imprimé les résultats au bout de 25 minutes (Mohon et al., 2014 ; Oriero et al., 2015).

RESULTATS

Les résultats de notre étude révèlent que sur un total de 511 patients ayant bénéficié d'un test diagnostique en raison d'une suspicion de paludisme, 280 ont présentés dans leur sang différentes espèces plasmodiales responsables de la maladie, soit un taux de 54,79% de positivité. Ce résultat montre que le paludisme est hyper endémique et constitue l'une des causes majeures de consultation, d'hospitalisation et de décès dans les formations sanitaires. De plus, les espèces plasmodiales responsables de cette maladie circulent dans toute la région et constitue une menace sanitaire dans les populations.

Fréquence des espèces plasmodiales identifiées

Au cours de notre étude, nous avons identifié quatre espèces plasmodiales dont le *Plasmodium falciparum* (78,93%), le *Plasmodium vivax* (2,5%), le *Plasmodium malariae* (11,43%) et le *Plasmodium ovale*. Le *Plasmodium falciparum* était l'espèce la plus prédominante de l'étude avec un taux de positivité de 78,93%. Les autres espèces plasmodiales sont non négligeables. Ces données montrent que le *Plasmodium falciparum* est l'espèce qui a été la plus longtemps connue, la plus répandue et la plus meurtrière dans la zone. Alors que les autres espèces plasmodiales se propagent à travers des mouvements des populations. Ces résultats sont présentés dans le Tableau 1.

Fréquence des espèces plasmodiales en fonction de la tranche d'âge

Les résultats présentés dans le Tableau 2 ont montré que l'étude incluait des patients de trois tranches d'âge : ceux de moins de 18 ans, ceux de 18 à 35 ans et ceux de plus de 35ans. Les patients âgés de moins de 18 ans ont été les plus touchés par le *Plasmodium falciparum* avec un taux de positivité de

97,71%. Tandis que les patients âgés de 18 à 35 ans étaient les plus touchés par les espèces de *Plasmodiums malariae*, *ovale* et *vivax* avec des taux de positivité de 18,81%, 11,88% et 4,95% respectivement. Ces résultats indiquent que les patients de moins de 18 ans sont les plus exposés au *Plasmodium falciparum* en raison de leur faible mobilité. En revanche, les patients âgés de 18 à 35 ans qui se déplacent le plus souvent, sont plus susceptibles de contracter les autres espèces.

Fréquence des espèces plasmodiales en fonction du sexe

Les résultats présentés dans le tableau 3 indiquent que les sujets de sexe masculin et

ceux du sexe féminin ont été enregistrés lors de l'étude. En effet, les sujets de sexe féminin étaient les plus affectés par le *Plasmodium falciparum* affichant un taux de positivité de 88,24%. En revanche, les espèces de *Plasmodiums malariae*, *ovale* et *vivax* étaient les plus fréquentes chez les hommes, avec des taux de positivité respectifs de 15,75%, 11,81% et 72%. Ces résultats montrent que les hommes contractent beaucoup plus les autres espèces plasmodiales en raison de leurs déplacements fréquents à travers le monde. En revanche, les femmes qui ont tendance à être plus sédentaires, sont les plus susceptibles de contracter le *Plasmodium falciparum*.

Tableau 1 : Répartition des espèces plasmodiales identifiées.

Types de <i>Plasmodium</i>	Nombre de cas positifs	Pourcentage (%)
<i>Plasmodium falciparum</i>	221	78,93
<i>Plasmodium vivax</i>	7	2,5
<i>Plasmodium malariae</i>	32	11,43
<i>Plasmodium ovale</i>	20	7,14
<i>Plasmodium knowlesi</i>	0	0
Total	280	100

Tableau 2 : Répartition des espèces plasmodiales par tranche d'âge.

Espèces plasmodiales	Tranche d'Age					
	< 18 ans		18 – 35 ans		> 35 ans	
	+	%	+	%	+	%
<i>Plasmodium falciparum</i>	128	97,71	65	64,36	28	58,33
<i>Plasmodium vivax</i>	0	0	5	4,95	2	4,17
<i>Plasmodium malariae</i>	3	2,29	19	18,81	10	20,83
<i>Plasmodium ovale</i>	0	0	12	11,88	8	16,67
<i>Plasmodium knowlesi</i>	0	0	0	0	0	0
Total	131	100	101	100	48	100

+ : nombre de cas positif ; % : taux en pourcentage par rapport à l'effectif total, < : inférieur ; > : supérieur

Tableau 3 : Répartition des espèces plasmodiales par sexe.

Espèces plasmodiales	Sexe masculin		Sexe féminin	
	+	%	+	%
<i>Plasmodium falciparum</i>	86	67,72	135	88,24
<i>Plasmodium vivax</i>	6	4,72	1	0,65
<i>Plasmodium malariae</i>	20	15,75	12	7,84
<i>Plasmodium ovale</i>	15	11,81	5	3,27
<i>Plasmodium knowlesi</i>	0	0	0	0
Total	127	100	153	100

+ : nombre de cas positif ; % : taux en pourcentage par rapport à l'effectif total

DISCUSSION

Les résultats obtenus ont montré que, sur un total de 511 patients ayant bénéficié d'un test diagnostique en raison d'une suspicion de paludisme, 280 cas ont présentés dans leur sang différentes espèces plasmodiales responsables du paludisme, soit, 54,79% de positivité. Le *Plasmodium falciparum* était l'espèce la plus représentée de l'étude avec 78,93% de positivité. Les espèces de *Plasmodiums malariae*, *vivax* et *ovale* étaient présentes dans l'étude avec des taux de positivité respectifs de 11,43% ; 2,5% et 7,14%. Ces données sont similaires à celles rapportées par l'USAID - Guinée en 2020, qui a identifié le *Plasmodium falciparum* comme l'espèce dominante avec 96,5% des cas tandis que, les espèces de *Plasmodiums malariae*, *vivax* et *ovale* représentaient respectivement 3,3% ; 1,5% et 0,13%. Cette observation se justifie par le fait que le *Plasmodium falciparum* a été l'espèce anciennement connue, très répandue et la plus meurtrière par rapport aux autres. Nos résultats indiquent que toutes les espèces plasmodiales (*Plasmodiums falciparum*, *ovale*, *malariae* et *vivax*) circulent dans la région, ce qui pourrait s'expliquer par les changements climatiques observés ces dernières années (WHO, 2019). Une insuffisance d'équipements de diagnostic biologique fiable pour la détection des espèces de parasites dans les laboratoires, le manque de contrôle des mouvements de population (voyageurs), le manque de formation des personnels soignants, le manque de suivi des

malades traités ont été observés. En effet, une surveillance à travers le dépistage de tous les voyageurs et un contrôle des mouvements de population le long des frontières de la région serait nécessaire. Le *Plasmodium falciparum* a été plus fréquent chez les malades de moins de 18 ans avec 97,71% de positivité. Les sujets de 18 à 35 ans étaient plus touchés par le *Plasmodium malariae* (18,81%), à *Plasmodium ovale* (11,88%) et à *Plasmodium vivax* (4,95%). Cette même observation a été faite par Liu et al en 2014 et Rosalind et al en 2015. La fréquence élevée du *Plasmodium falciparum* chez les patients de moins de 18 ans s'explique par le fait que ces derniers voyagent difficilement et contractent difficilement les autres espèces de parasites. Ils sont généralement en contact avec les ordures ménagères, les mares d'eau stagnantes qui favorise la multiplication des vecteurs du paludisme par manque de surveillance de leurs parents. En effet, les parents devraient prendre en compte les mesures de prévention contre la maladie et instruire leurs enfants aux règles d'hygiène et à l'utilisation régulière des moustiquaires, veiller à leur prise en charge. Pour les patients de 18 à 35 ans, la fréquence élevée des *Plasmodiums malariae*, *ovale* et *vivax* se justifie par le fait qu'à cette tranche d'âge, la plupart des populations voyagent d'un pays à l'autre, d'une région à l'autre, d'une préfecture à l'autre et contractent la plupart de ces espèces plasmodiales. En outre, tous les voyageurs devraient être identifiés et dépistés pour le paludisme avant de regagner les

familles. Le *Plasmodium falciparum* a été plus fréquent chez les femmes avec 88,24% de positivité ; alors que les hommes ont enregistré plus cas à *Plasmodium malariae* (15,75%), à *Plasmodium ovale* (11,81%) et à *Plasmodium vivax* (4,72%). Ces résultats sont comparables à ceux trouvés par l'USAID – Guinée en 2020 qui a publié dans un rapport mondial sur le paludisme que les femmes étaient les plus touchées par le *plasmodium falciparum* avec 78,51% de cas et que les *Plasmodiums ovale, malariae* et *vivax* étaient plus fréquent chez les hommes. La fréquence élevée du paludisme à *Plasmodium falciparum* chez les femmes pourrait s'expliquer par le fait qu'un grand nombre de femmes ne voyagent pas à travers le monde comme les hommes et sont exposées aux ordures ménagères et à diverses infections (cause de la perte d'immunité), manquent suffisamment de l'économie pour la prise en charge, ce qui les rend vulnérables au paludisme. Le taux élevé des *Plasmodiums ovale, malariae* et *vivax* chez les hommes se justifie par le fait que les hommes voyagent beaucoup plus que les femmes, et sont susceptibles de contracter ces espèces plasmodiales à l'étranger. En effet, les communautés devraient être sensibilisées porte à porte dans le cadre du respect des mesures de prévention et le gouvernement devrait impliquer non seulement les leaders communautaires mais aussi les personnels soignants à travers un cadre de concertation. La plupart des hommes et des femmes qui voyagent devraient être dépistés avant de regagner leur famille.

Conclusion

Les résultats de notre recherche montrent que les espèces plasmodiales (*Plasmodiums falciparum, ovale, malariae* et *vivax*) identifiées circulent dans toutes la région et constituent un problème de santé publique. Le *Plasmodium falciparum* était l'espèce la plus répandue avec 78,93% de positivité. Il a été plus fréquent chez les patients âgés de moins de 18 ans et chez les sujets de sexe féminin avec respectivement 97,71% et 88,24% de cas. Les espèces de *Plasmodiums ovale, malariae* et *vivax* ont été

plus fréquemment observées chez les patients âgés de 18 à 35 ans et chez les sujets masculins. Les structures de soins de santé devraient être adéquatement équipées en matériel de laboratoire pour assurer un diagnostic fiable du paludisme. L'identification et le dépistage systématique de tous les voyageurs seraient nécessaires pour permettre aux gouvernements et ses partenaires de lutter efficacement contre la maladie. La formation des personnels soignants devrait être renforcée. Les patients devraient traités, suivi et sensibilisés et à appliquer des mesures préventives. Une stratégie de dépistage et de contrôle des mouvements des populations devrait être mise en place pour assurer le suivi de tous les voyageurs dans les préfectures, les régions et le long des frontières de la région.

CONFLIT D'INTERETS

Les auteurs déclarent qu'ils n'ont pas de conflit d'intérêts.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

JFK a participé à la conception de l'étude et la préparation du manuscrit. JFK et MSMD ont participé à la collecte et l'analyse des données, NAA a participé à la correction du manuscrit. MSB et MCB ont participé à la relecture du manuscrit. Tous les auteurs ont lu et approuvé la version finale du manuscrit.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier tout le personnel soignant pour l'aide qu'il nous a apportée pour l'échantillonnage. Nous remercions également toute l'équipe du laboratoire de CIRIT-Guinée (Centre International de la Recherche des Infections Tropicales de Guinée), pour leur assistance technique.

REFERENCES

Cisse IM, Alassani A, Adjobimey M, Mikponhoue R, Hinsou AV, Ayelo Paul. 2020. Facteurs comportementaux et environnementaux associés au paludisme à Tourou (Bénin) en période de faible endémicité. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **14**(8):

- 2737-2745. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v14i8.7>.
- Collins WE, Jeffery Geoffrey M. 2005. *Plasmodium ovale*: parasite and disease. *Plasmodium ovale*: parasite and disease. *Clin Microbiol Rev.*, **18** (3): 570-81. DOI: 10.1128/CMR.18.3.570-581. 2005.
- Cox-Singh J, Culleton R. 2015. *Plasmodium knowlesi*: from severe zoonosis to animal model. *Trends Parasitol.*, **31** (6): 232-8. DOI: 10.1016/j.pt.2015.03.003.
- Cox-Singh J, Davis Timothy ME, Kim-Sung Lee, Shamsul Sunita SG, Asmad Matusop, Shanmuga Ratnam, Rahman Hasan A, Conway David J, Balbir Singh. 2008. *Plasmodium knowlesi* malaria in humans is widely distributed and potentially life threatening. *Clin Infect Dis.* **46**(2): 165-171. DOI: <https://doi.org/10.1086/524888>.
- Doutoum AA, Doungous DM, Gondimo EG, Laougangta RD, Adoum A, Garandi B, Njintang NY. 2019. Prévalence et facteurs des risques associés au paludisme chez les patients de l'Hôpital Provincial d'Abéché (Tchad). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **13**(4): 1995-2004. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v13i4.7>.
- Duval L, Fourment M, Nerrienet E, Rousset D, Sadeuh SA, Goodman SM, Andriaholinirina NV, Randrianarivojosia M, Paul RE, Robert Vincent, Ayala FJ, Arie F. 2010. African apes as reservoirs of *Plasmodium falciparum* and the origin and diversification of the *Laverania* subgenus. *Proc Natl Acad Sci.*, **107** (23): 10561-6. DOI : 10.1073/pnas.1005435107.
- FAAPA 2021 : Fédération Atlantique des Agences de Presse Africaines <https://www.faapa.info/blog/gueckedoup-aludisme-40-deces-dont-8-enfants-enregistres-entre-janvier-et-mars-2021>.
- Guerra CA, Howes RE, Patil AP, Gething PW, Van Boeckel TP, Temperley WH, Kabaria CW, Tatem AJ, Manh BH, Elyazar IR, Baird JK, Snow RW, Hay SI. 2010. The international limits and population at risk of *Plasmodium vivax* transmission in 2009. *PLoS Negl Trop Dis.*, **4**(8): 774. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0000774>
- INS (Institut National de la Statistique) 2016, Annuaire statistique), p. 56. Guinée.
- INS (Institut National de la Statistique) 2014 : Divisions administratives de la Guinée, sur <http://www.stat-guinee.org>.
- Liu W, Li Y, Shaw KS, Learn GH, Plenderleith LJ, Malenke JA, Sundararaman SA, Ramirez MA, Crystal PA, Smith AG, Bibollet-Ruche F, Ayouba A, Locatelli S, Esteban A, Mouacha F, Guichet E, Butel C, Ahuka-Mundeye S, Inogwabini BI, Ndjango JB, Speede S, Sanz CM, Morgan DB, Gonder MK, Kranzusch PJ, Walsh PD, Georgiev AV, Muller MN, Piel AK, Stewart FA, Wilson ML, Pusey AE, Cui L, Wang Z, Färnert A, Sutherland CJ, Nolder D, Hart JA, Hart TB, Bertolani P, Gillis A, LeBreton M, Tafon B, Kiyang J, Djoko CF, Schneider BS, Wolfe ND, Mpoudi-Ngole E, Delaporte E, Carter R, Culleton RL, Shaw GM, Rayner JC, Peeters M, Hahn BH, Sharp PM. 2014. African origin of the malaria parasite *Plasmodium vivax*. *Nat Commun.*, **5**: 3346. <https://doi.org/10.1038/ncomms4346>
- Araújo MS , Messias MR , Figueiró Marivaldo R , Gil Luiz HS , Probst Christian M , Vidal Newton M , Katsuragawa TH , Krieger Marco A , Pereira da Silva LH , Ozaki LS . 2013. Natural *Plasmodium* infection in monkeys in the state of Rondônia. *Brazilian Western Amazon*, **12** (1): 180. DOI: 10.1186/1475-2875-12-180.
- Mohon, Abou N, Rubayet Elahi, Khan WA , Rashidul H, Sullivan DJ, Alam Mohammed S. 2014. A new visually improved and sensitive loop mediated isothermal amplification (LAMP) for diagnosis of symptomatic *falciparum malaria*. *Acta Trop.*, **5**: 134 : 52–57. DOI : 10.1016/j.actatropica.2014.02.016
- Organisation Mondiale de la Santé (OMS) 2020 : Rapport sur le paludisme dans le

- monde. Situation de la république de Guinée.
- Oriero CE, Van Geertruyden JP, Jacobs J, D'Alessandro U, Nwakanma D. 2015. Validation of an apicoplast genome target for the detection of *Plasmodium* species using polymerase chain reaction and loop mediated isothermal amplification. *Clin Microbiol Infect.*, **21** (7) : 686.e1-7. DOI : 10.1016/j.cmi.2015.02.025.
- Polley Spencer D, Yasuyoshi M, Julie W, Perkins MD, González IJ, Tsugunori N, Chiodini PL, Sutherland Colin J. 2010. Mitochondrial DNA targets increase sensitivity of malaria detection using loop-mediated isothermal amplification. *J Clin Microbiol.*, **48** (8): 2866–2871. DOI: 10.1128/JCM.00355-10.
- Prugnotte F, Rougeron V, Becquart P, Berry A, Makanga B, Rahola N, Arnathau C, Ngoubangoye B, Menard S, Willaume E, Ayala F.J, Fontenille D, Ollomo B, Durand P, Paupy C, Renaud F. 2013. Diversity, host switching and evolution of *Plasmodium vivax* infecting African great apes. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, **110** (20): 8123–8128. DOI: 10.1073/pnas.1306004110.
- Howes Rosalind E, Reiner Robert CJ, Battle KE, Longbottom J, Mappin B, Ordanovich D, Tatem AJ, Drakeley C, Gething PW, Zimmerman PA, Smith Avid L, Hay SI. 2015. *Plasmodium vivax* Transmission in Africa. *PLOs Neglected tropical diseases*, **9** (11): e0004222. DOI: 10.1371/journal.pntd.0004222.
- Samuel B and Adekunle YA. 2021. Isolation and structure elucidation of anti-malarial principles from *Terminalia mantaly* H. Perrier stem bark Babatunde. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **15**(1): 282-292. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v15i1.25>
- Singh B, Sung LK, Matusop A, Radhakrishnan A, Shamsul SS, Cox-Singh J, Thomas A, Conway DJ. 2004. A large focus of naturally acquired *Plasmodium knowlesi* infections in human beings. *Lancet*, **363**(9414): 1017-24. DOI : 10.1016/S0140-6736(04)15836-4.
- Sylla Y, Silue DK, Ouattara K, Koné MW. 2018. Etude ethnobotanique des plantes utilisées contre le paludisme par les tradithérapeutes et herboristes dans le district d'Abidjan (Côte d'Ivoire). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **12**(3): 1380-1400. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v12i3.25>
- USAID 2020. Initiative présidentielle de lutte contre le paludisme (PMI). Plan d'action opérationnel contre le paludisme en Guinée.
- WHO, World malaria Report. Geneva: Who document production services 2015. 2015b.
- WHO, World malaria Report 2019. WHO, 2019.
- WHO, World Malaria Report. Geneva, Switzerland: WHO, 2020.
- www.guineeplus.net, 22 September 2017.
- www.guineeplus.net, 19 octobre 2018.