

Programme Gestion et Impacts du Changement climatiques GICC

APR 2002

Résumé du rapport final

8/02 - Etude de l'impact des changements climatiques sur les maladies à transmission vectorielle en Afrique de l'Ouest : les cas de la borréliose à tiques et du paludisme

Coordinateur : Jean-François Trape, IRD

Le paludisme et la borréliose à tiques constituent les deux premières causes de morbidité par maladie vectorielle dans une grande partie de l'Afrique de l'Ouest soudano-sahélienne. Elles constituent aussi les deux maladies tropicales dont l'épidémiologie a été le plus affectée ces dernières années par le changement climatique.

Dans le cas de la borréliose à tiques (fièvre récurrente à *Borrelia crocidurae*), il a été montré au Sénégal que la persistance du déficit pluviométrique depuis le début des années 1970 avait été associée à une extension considérable de la distribution géographique de la maladie et de la tique vectrice *Alectorobius sonrai*, espèce autrefois limitée aux régions sahariennes et sahéliennes. Cette tique, qui vit habituellement dans les terriers des petits mammifères constituant le réservoir de la maladie, pique occasionnellement l'homme et lui transmet ainsi la borréliose. Au Sénégal, cette maladie est maintenant présente en zone de savane soudanienne où elle constitue en zone rurale la seconde cause de consultation en dispensaire pour une maladie à transmission vectorielle. Peu de données sont disponibles pour les autres pays d'Afrique occidentale et centrale et les limites de répartition du vecteur dans ces pays ne sont pas connues.

Les recherches sur la borréliose à tiques conduites dans le cadre du programme GICC 2 ont associées six équipes françaises et des équipes nationales de huit pays africains : Sénégal, Mauritanie, Mali, Burkina-Faso, Bénin, Niger, Cameroun et Tchad. Elles constituent la première étude à vaste échelle jamais réalisée sur cette maladie en Afrique occidentale et centrale. Un total de 4919 terriers de rongeurs dans 198 stations de 70 sites d'études de ces huit pays a été exploré pour rechercher la présence d'*A. sonrai* et mettre en évidence une infection par *B. crocidurae*. Des séances de piégeage de micro-mammifères ont été organisées dans 27 sites de ces huit pays et ont permis la collecte de 1087 rongeurs et insectivores chez lesquels une infection par *B. crocidurae* a été recherchée. De nombreux paramètres climatiques et environnementaux ont été testés pour tenter d'expliquer les limites de répartition du vecteur. Des méthodes nouvelles de génétique moléculaire ont pour la première fois été appliquées à l'étude d'*A. sonrai* et de *B. crocidurae*.

Les grandes lignes de la répartition géographique de la borréliose apparaissent clairement à l'issue du projet. Le vecteur et l'agent pathogène sont massivement présents au nord de l'isohyète 750 mm dans toute la moitié ouest de l'Afrique occidentale (Sénégal, Mauritanie, Mali). La limite sud de la progression de la borréliose peut être établie sur le terrain avec une grande précision car la prévalence de terriers colonisés y est immédiatement élevée. En zone saharienne, le vecteur et l'agent pathogène remontent dans les zones très arides du nord de la Mauritanie et il existe probablement une continuité

territoriale avec les stations du sud marocain où la présence de *A. sonrai* a été rapportée dans les années 1950. Pour la moitié ouest de l'Afrique occidentale, l'hypothèse de base du projet -l'extension généralisée en zone soudanienne de la borréliose sous l'effet de la persistance de la sécheresse depuis 1970- apparaît ainsi confortée par les résultats de cette étude.

En revanche, dans la moitié est de l'Afrique occidentale et en Afrique centrale (Burkina-Faso, Niger, Bénin, Cameroun, Tchad), le vecteur de la borréliose semble rare ou absent, ceci à la fois en zone soudanienne, en zone sahélienne et en zone saharienne. Ces résultats sont inattendus dans la mesure où *A. sonrai* avait été autrefois signalé de Niamey et de Ndjaména. De plus, il semble exister au niveau du bassin du Niger une zone de transition où le vecteur se maintient au nord de l'isohyète 750 mm uniquement à proximité du lit majeur du fleuve Niger et ses principaux affluents. La répartition du vecteur au Sénégal, en Mauritanie et dans l'ouest du Mali est au contraire indépendante du réseau hydrographique.

De nombreux paramètres climatiques et autres paramètres environnementaux -pédologie, végétation, orohydrographie, géomorphologie, hydrogéologie, agriculture, population, faune associée- ont été testés pour tenter d'expliquer la limite est de répartition du vecteur. La plus grande hygrométrie de saison sèche et la plus grande fréquence des pluies d'hiver qui sont observées au Sénégal, en Mauritanie et dans l'ouest du Mali sont actuellement les seuls facteurs identifiés susceptibles d'expliquer les différences de répartition d'*A. sonrai* au nord de l'isohyète 750 mm en Afrique occidentale et centrale. L'humidité de saison sèche associée au delta central du Niger pourrait expliquer le maintien localisé du vecteur dans la partie centrale de l'Afrique de l'Ouest au nord de l'isohyète 750 mm.

Dans le cas du paludisme, la sécheresse a fortement réduit dans ces mêmes régions d'Afrique la répartition, l'abondance et le taux d'infection des anophèles vecteurs sans pour autant être associé à une diminution significative du poids du paludisme pour la plupart des populations concernées. L'apparition de résistances aux médicaments antipaludiques explique seulement une partie de ce phénomène. La perte d'immunité des populations nord-sahéliennes les rend plus vulnérables à l'infection et est susceptible d'occasionner des phénomènes épidémiques de grande ampleur et gravité, notamment en cas d'événement climatique extrême (pluies diluviennes). De plus, la multiplication récente des aménagements hydro-agricoles en zone sahélienne et dans les oasis du Sahara pour lutter contre les conséquences de la sécheresse crée des conditions favorables à l'introduction et au maintien permanent de populations d'anophèles vecteurs du paludisme, en premier lieu *Anopheles gambiae* et *An. arabiensis*. Il existe ainsi un risque de pénétration de ces espèces à forte capacité vectorielle en Afrique du nord.

Trois régions de Mauritanie ont été retenues pour des prospections systématiques à la recherche d'anophèles : (a) le massif de l'Adrar, dans le nord de la Mauritanie, où il existe de nombreuses oasis et gueltas permanentes, (b) les environs d'Akjoujt, ville située sur l'axe principal de circulation vers le nord de la Mauritanie, où la présence d'un oued important avec des aménagement hydro-agricoles récents (digue de retenue) présente un risque de colonisation par des anophèles, et (c) le massif du Tagant, dans le centre du pays, où il existe de nombreuses oasis, mares et gueltas permanentes et où un programme de création de petits barrages financé par l'Union Européenne est en cours de réalisation.

Un total de 19 stations a été étudié dans ces trois régions de Mauritanie. Les larves d'anophèles ont été systématiquement recherchées dans les différents types de collections d'eau observés et les imagos ont été échantillonnés lors de séances de captures de nuit sur homme ou en utilisant des pièges lumineux. Notre enquête a montré l'abondance des anophèles dans la plupart des sites étudiés de l'Adrar et du Tagant, dont trois des espèces connues comme vecteurs possibles du paludisme : *An. dthali* (Adrar et Tagant), *An. pharoensis* (Tagant) et *An. arabiensis* (Tagant). Les deux premières espèces sont de très mauvais vecteurs du paludisme en raison de leur forte zoophilie et de leur courte durée de vie et ne sont pas susceptibles de permettre l'épidémisation de la maladie. *An. arabiensis* est en revanche un très bon vecteur du paludisme qui représente ainsi un risque élevé d'épidémie dans le Tagant les années de forte pluviométrie.

L'absence de *An. arabiensis* lors de notre enquête dans l'Adrar suggère que cette espèce ne s'est pas encore adaptée aux nombreux gîtes potentiels, dont beaucoup sont récents, que nous avons observés dans cette région de Mauritanie. Toutefois, seule une petite partie des nombreuses oasis de l'Adrar a

pu être étudiée lors de notre enquête et cette espèce est suspectée d'avoir été responsable de la forte épidémie de cas de fièvre présumés d'origine palustre qui est survenue en mars 2004 à Wokchida, à la suite des pluies exceptionnelles de l'automne 2003 qui ont été responsables de nombreuses inondations persistantes dans l'Adrar.

Summary

Impact of climatic change on vector-borne diseases in West Africa : the case of tick-borne borreliosis and malaria

Malaria and tick-borne borreliosis are the two first causes of morbidity due to vector-borne diseases in a large part of Sudano-Sahelian West Africa. They are also the two tropical diseases which have been the most affected by climatic change in recent years.

In the case of tick-borne borreliosis (*Borrelia crocidurae* relapsing fever), it has been shown in Senegal that the persistence of drought since the 1970's has been associated with a considerable extension of the geographic range of the disease and the vector tick *A. sonrai*, a species that was in the past limited to the Sahara and Sahel. This tick, which lives in burrows of small mammals that constitute the reservoir of the disease, can occasionally bite man and thus transmit borreliosis. In Senegal, this disease is now present in Sudan savannah areas, where it represents in rural areas the second cause of out-patient attendance for a vector-borne disease in dispensaries. Few data are available for other countries of West and Central Africa and the limits of distribution of the vector in these countries are not known.

Research on tick-borne borreliosis conducted as part of the GICC 2 programme has associated six French research groups and national teams from eight African countries: Senegal, Mauritania, Mali, Burkina-Faso, Benin, Niger, Cameroon and Chad. This represents the first large-scale study ever conducted on borreliosis in West and Central Africa. A total of 4919 burrows of rodents in 198 stations from 70 sites of these eight countries had been investigated for the presence of *A. sonrai* and its infection by *B. crocidurae*. Trapping sessions of micro-mammals were organized in 27 sites of these eight countries and resulted in the capture of 1087 rodents and insectivores that were tested for *B. crocidurae*. A large number of climatic and environmental factors were investigated in order to explain the limits of the distribution of the vector. New methods of molecular genetics were for the first time applied to the study of *A. sonrai* and *B. crocidurae*.

The main features of the geographic distribution of tick-borne borreliosis appear clearly from the results of the project. The vector and the pathogen are widely distributed north of isohyet 750 mm in the whole western half of West Africa (Senegal, Mauritania, Mali). The southern limit of the vector can be very accurately determined in the field since the prevalence of colonized burrows is immediately high. In the Sahara, the vector and the pathogen reach the very arid areas of Northern Mauritania and there is probably a geographic continuity with the sites of Southern Morocco where the presence of *A. sonrai* was reported in the 1950's. For the western half of West Africa, the basic hypothesis of the project -a general spread of tick-borne borreliosis in the Sudan savannah area due to the persistence of the drought since 1970- is consistent with the results of this study.

However, in the Eastern half of West Africa and in Central Africa (Burkina-Faso, Niger, Benin, Cameroon, Chad), the vector of borreliosis is rare or absent, this both in Sudan, Sahel and Sahara regions. These results are unexpected since *A. sonrai* in the past has been reported from Niamey and Ndjamena. Furthermore, it seems that in the basin of the river Niger, a transition area exists where the vector persists north of the isohyet 750 mm only in the vicinity of the river Niger and its main tributaries. By contrast, the distribution of the vector in Senegal, Mauritania and Western Mali is independent of the hydrographic network.

Numerous climatic and other environmental parameters -pedology, vegetation, orohydrography, geomorphology, hydrogeology, agriculture, population, associated fauna- were tested in order to explain the eastern limit of vector range. The higher hygrometry during the dry season and the higher frequency of winter rains which are observed in Senegal, Mauritania and western Mali are presently the only the only identified factors likely to explain the differences of distribution of *A. sonrai* north of isohyet 750 mm in Western and Central Africa. Dry season humidity associated with the Niger central delta may explain the local persistence of the vector in the central part of West Africa.

In the case of malaria, drought has strongly reduced in these same regions of Africa the distribution, abundance and infection rate of Anopheline mosquitoes, but without any significant reduction of the burden of malaria for most populations concerned. The emergence and spread of *Plasmodium*

falciparum resistance to antimalarial drugs only explain part of this phenomenon. The loss of immunity of north-sahelian populations has increased their susceptibility to the disease and may be responsible of large epidemics of malaria with many severe cases, particularly when extreme climatic events occur (high rains with floods). Furthermore, the recent multiplication of hydro-agricultural schemes in the Sahel and Saharan oasis for combating the consequences of drought has created favourable conditions for the introduction and perennial presence of malaria vectors, particularly *Anopheles gambiae* and *An. arabiensis*, with a risk that these species with high vectorial capacity reach North Africa.

Three regions of Mauritania were selected for investigating the presence of Anopheline mosquitoes: (a) the Adrar mountains, in northern Mauritania, where numerous oasis and gueltas are present, (b) the Akjoujt area, a town located on the main road to northern Mauritania, where there is a small dam on the oued for agriculture, and (c) the Tagant plateau, in the centre of the country, where numerous oasis, wetlands and gueltas are present and where the building of small dams is underway with a grant of the European Union.

A total of 19 sites were investigated in these three areas of Mauritania. Anopheline larvae were systematically searched for in the different types of water collections and imagoes were investigated during night collections of landing mosquitoes and using light traps. Our study has shown that Anopheline mosquitoes were abundant in most sites studied in Adrar and Tagant, with the presence of three species known as possible malaria vectors: *An. dthali* (Adrar and Tagant), *An. pharoensis* (Tagant) and *An. arabiensis* (Tagant). The two first species are very poor malaria vectors due to their zoophily and short life-time, and thus cannot be responsible for malaria epidemics. By contrast, *An. arabiensis* is a very good malaria vector and represents a high risk of malaria epidemics in the Tagant the years of high rains.

The absence of *An. arabiensis* in the Adrar region during our study suggests that until now there is no adaptation of this species to the numerous potential breeding sites, many of them recent, that we found in this region of Mauritania. However, only a limited number of the numerous oasis of Adrar were investigated during our study, and this species was recently suspected to be responsible for the important epidemic of fever cases - presumed to be malaria cases- which occurred in March 2004 in Wokchida, following the high rains of autumn 2003 in Adrar which were responsible of long-lasting floods.