

Le paludisme au Sahara algérien.

D. Hammadi (1), S.C. Boubidi (2), S.E. Chaib (3), A. Saber (1), Y. Khechache (1), M. Gasmi (1) & Z. Harrat (2)

(1) Service du paludisme et maladies parasitaires. Institut national de santé publique. Chemin Hai-El-Bakr, Hydra, 16000 Alger, Algérie. Tél. : 213 021 91 17 42, fax : 213 21 91 20 15, e-mail : djemi_ham@yahoo.fr

(2) Service d'éco-épidémiologie parasitaire, Institut Pasteur d'Algérie, route du Petit-Staoueli. Dely Ibrahim, 16000 Alger, Algérie.

(3) Service de prévention. Direction de la santé, de la population et de la réforme hospitalière, Wilaya de Ouargla, Algérie.

Manuscrit n° 3356. "Santé publique". Reçu le 17 novembre 2008. Accepté le 28 avril 2009.

Summary: Malaria in Algerian Sahara.

Thanks to the malaria eradication campaign launched in Algeria in 1968, the number of malaria cases fell down significantly from 95,424 cases in 1960 to 30 cases in 1978.

At that time, the northern part of the country was declared free of *Plasmodium falciparum*. Only few cases belonging to *P. vivax* persisted in residual foci in the middle part of the country. In the beginning of the eighties, the south of the country was marked by an increase of imported malaria cases. The resurgence of the disease in the oases coincided with the opening of the Trans-Saharan road and the booming trade with the neighbouring southern countries.

Several authors insisted on the risk of introduction of malaria or its exotic potential vectors in Algeria via this new road.

Now, the totality of malaria autochthonous cases in Algeria are located in the south of the country where 300 cases were declared during the period (1980-2007). The recent outbreak recorded in 2007 at the borders with Mali and the introduction of *Anopheles gambiae* into the Algerian territory, show the vulnerability of this area to malaria which is probably emphasized by the local environmental changes.

The authors assess the evolution of malaria in the Sahara region and draw up the distribution of the anophèles in this area.

Résumé :

Grâce à la campagne d'éradication du paludisme lancée en Algérie en 1968, le nombre de cas a chuté de manière considérable, passant de 95424 en 1960 à 30 en 1978. À cette date, le nord était déclaré indemne de paludisme à *Plasmodium falciparum*. Très peu de cas dus à *P. vivax* persistaient dans des foyers résiduels au centre du pays.

A contrario, le sud de l'Algérie, non concerné par cette campagne, commençait à présenter à partir des années 1980 un profil épidémiologique inquiétant. L'augmentation régulière du nombre de cas importés et la résurgence des foyers épidémiques dans les oasis sahariennes coïncidaient avec l'ouverture de la route transsaharienne et avec l'augmentation du volume des échanges commerciaux avec les pays du Sahel. Plusieurs auteurs ont insisté sur le risque d'introduction du paludisme ou de ses vecteurs exotiques en Algérie via cette nouvelle voie de trafic. Actuellement, tous les cas autochtones de paludisme doivent être notifiés par les wilayas (départements) du sud du pays, ce qui représentait 300 cas déclarés entre 1980 et 2007.

Les récentes épidémies enregistrées à la frontière algéro-malienne et l'introduction d'*Anopheles gambiae* dans le territoire algérien démontrent la vulnérabilité du sud du pays au paludisme, accentuée vraisemblablement par des changements environnementaux locaux.

Les auteurs dressent un tableau de l'évolution du paludisme au Sahara algérien et de la distribution des anophèles dans cette région.

Introduction

Au tout début du siècle dernier, les pionniers du paludisme, particulièrement les frères SERGENT, PARROT, FOLEY et leurs collaborateurs, choisirent les territoires du sud algérien pour entreprendre les premières études sur le paludisme saharien. Leurs différentes missions ont concerné pratiquement toutes les oasis algériennes. Leurs investigations ont porté aussi bien sur les aspects cliniques, épidémiologiques et thérapeutiques de la maladie que sur l'étude des vecteurs et de leur biotope ainsi que sur l'organisation des campagnes prophylactiques et l'introduction de poissons larvivores (gambusies) dans les oasis (1926). Leurs travaux effectués entre 1900 et 1960 produisirent un total de 63 publications et une trentaine

de communications (3, 46, 47). En améliorant grandement nos connaissances sur la maladie, ils facilitèrent la réduction de la morbidité et de la mortalité dues au paludisme

Au tout début du xx^e siècle, le nombre de cas recensés dans les territoires de sud avoisinait le millier. À la fin des années 1950, on n'en comptait plus qu'une dizaine, éparpillés dans les oasis de Ouargla, Djanet et Timimoune (2). En 1924, le foyer de Beni Ounif était complètement assaini par Henri Foley qui dirigeait les laboratoires sahariens (18).

Ces travaux ont été par la suite relayés par les docteurs Senevet et Andarelly qui préparèrent la campagne nationale de lutte dans le cadre du programme mondial de l'éradication du paludisme de l'OMS (2). Mais ce programme ne put être lancé dans le nord du pays qu'après l'indépendance, sous l'égide du

Plasmodium falciparum
Plasmodium vivax
Anopheles gambiae
malaria
anophèles
oasis
Sahara
Algérie
Maghreb
Northern Africa

Plasmodium falciparum
Plasmodium vivax
Anopheles gambiae
paludisme
anophèle
oasis
Sahara
Algérie
Maghreb
Afrique du Nord

Docteur Guessa bi et de ses collaborateurs du bureau central d'éradication du paludisme (9, 21).

À cette date, le paludisme occupait en Algérie la première place dans la liste des maladies transmissibles à déclaration obligatoire, loin devant le trachome et la tuberculose. L'indice parasitaire était le plus souvent supérieur à 5 % au nord du pays. Quant à la lutte antipaludique au Sahara, où la prévalence de la maladie était beaucoup plus faible, il fut décidé, comme pour d'autres régions désertiques à oasis du globe, de faire l'économie des pulvérisations de DDT jugées trop onéreuses et de se contenter d'une chimioprophylaxie individuelle et ponctuelle à base de chloroquine, de travaux d'assainissement limités, d'une lutte anti-larvaire et d'un contrôle des nomades au moyen d'un dépistage actif par frottis goutte épaisse (5, 21).

L'évolution de la situation du paludisme dans le nord du pays au cours de la période 1964-1973, suite à la campagne d'éradication, s'est caractérisée par une régression spectaculaire des différents indicateurs épidémiologiques et, en particulier, de l'incidence annuelle qui est passée de 97,29 cas pour 100 000 hab en 1968 à 10,8 en 1971 (4, 48).

Une rapide disparition des cas autochtones à *P. falciparum* a été notée à partir de 1974. Il en alla de même pour *P. malariae* dont aucun cas ne fut enregistré entre 1971 et 1978. Dans le même temps, l'indice parasitaire de *P. vivax* passait de 1,15 % à 0,002 %.

Tableau I.

Répartition des cas de paludisme autochtone en Algérie entre 1980-2007.
Distribution of autochthonous malaria cases in Algeria between 1980-2007.

années	nb de cas	localités	espèces parasitaires
1980	3	Adrar (Timimoune)	Pv (1), Pm (2)
1981	1	Adrar (Timimoune)	Pm (1)
1982	8	Adrar (Timimoune)	Pv (2), Pm (6)
1983	0	Aucun cas autochtone	
1984	2	Adrar (Timimoune)	Pv (1), Pm (1)
	2	Tamanrasset (Ain Salah)	Pv (2)
1985	0		
1986	4	Adrar (Timimoune)	Pv (3), Pm(1)
1987	3	Adrar (Timimoune)	Pv (3)
1988	4	Tamanrasset	Pv (4)
	1	Djanet (Iherir)	Pv (1)
1989	0		
1990	29	Djanet (Iherir)	Pv (29)
1991	26	Djanet (Iherir)	Pv (26)
1992	14	Iherir	Pv (11), Pf (3)
1993	3	Djanet (Iherir)	Pv (2), Pf (01)
1994	59	Djanet (Iherir)	Pv (59)
1995	10	Djanet (Iherir)	Pv (10)
1996	23	Djanet (Iherir)	Pv (23)
1997	1	Djanet (Iherir)	Pv (01)
1998	7	Djanet (Iherir)	Pv (07)
1999	12	Adrar (Timimoune)	Pf (11) Pv (1)
	1	Tamanrasset (Tinzaouatine)	Pf (1)
2000	3	Djanet (Iherir)	Pv (3)
	8	Adrar (Reggane)	Pf (5), Pv (3)
	25	Ouargla (Sokra)	Pv (25)
2001	5	Ouargla (Sokra)	Pv (5)
	1	Tamanrasset (Ain Amguel)	Pv (1)
2002	8	Ouargla (Rouissat)	Pv (8)
2003	2	Ouargla (Rouissat)	Pv (2)
	3	Tamanrasset (Tinzaouatine)	Pf (3)
2004	3	Ghardaia (Okba)	Pf (3)
2005	1	Tamanrasset (Tinzaouatine)	Pf (1)
2006	1	Adrar (Timimoune)	Pm (1)
2007	26	Tamanrasset (Tinzaouatine)	Pf (26)
	1	Adrar (Timimoune)	Pm (1)

Pf : *Plasmodium falciparum*

Pv : *Plasmodium vivax*

Pm : *Plasmodium malariae*

() = nb enregistré.

En 1979, les cas autochtones représentaient encore 80 % des cas dépistés. En 1980, c'était l'inverse : 90 % des cas diagnostiqués étaient importés (5, 48).

En 1984-1985, ces excellents résultats étaient confirmés puisque seulement deux cas, l'un classé « rechute » et l'autre « provoqué », étaient dépistés au nord du pays où toutes les wilayas étaient en phase d'entretien, à l'exception de la wilaya de Blida, maintenue en phase de consolidation en raison de la persistance, en 1982, d'une transmission dans la commune de Khemis El Khechna (6).

Les wilayas du sud, elles, étaient en phase de contrôle en raison de la confirmation par des enquêtes paludométriques de l'existence de microfoyers à *P. vivax* et *P. malariae* dans le secteur de Timimoune, au sud-ouest du pays (5, 21, 30).

La phase d'entretien, toujours en cours, a pour but d'empêcher une réinstallation du paludisme. Elle consiste en un dépistage passif et actif des cas, une enquête épidémiologique autour de chaque cas diagnostiqué et une surveillance entomologique. Ces activités sont intégrées dans les activités des unités de soins de base. Cette phase d'entretien doit durer aussi longtemps que le risque de reprise ou de réintroduction de la maladie persistera.

Caractéristiques biogéographiques du Sahara algérien.

Le sud algérien prend naissance au niveau du versant sud de l'atlas saharien et s'étale sur 1 800 km d'est en ouest et sur 1 500 km du nord au sud. Il couvre une superficie de 1 981 000 km², soit 80 % de la superficie globale du pays. Cette vaste région est subdivisée en deux zones géographiques distinctes : la région du bas Sahara, constituée par un ensemble de formations dunaires dans lesquelles on retrouve les oasis de Ouargla, du M'zab, de Timimoune, d'El Oued et de Bechar et la région du Hoggar et du Tassili N'ajjer, succession de massifs montagneux abritant les oasis d'Illizi, Adrar et Tamanrasset. La population vivant dans le Sud algérien était estimée, en 2007, à 3 millions d'habitants avec une densité de seulement 1 à 2 habitants au km², ce qui n'empêche cependant pas les chefs lieux de wilaya et les oasis d'être surpeuplés.

La sécheresse de l'air, l'insuffisance des pluies, la grande aridité du sol, une forte chaleur estivale contrastant avec un rude froid hivernal, et une grande amplitude des variations de température entre le jour et la nuit sont les principales caractéristiques du climat saharien.

Matériels et méthodes

Cette revue est basée sur les données publiées dans les périodiques, les thèses, les rapports annuels du service du paludisme et des maladies parasitaires de l'Institut national de santé publique et sur les résultats de nos enquêtes sérologiques et entomologiques réalisées entre 2005 et 2007.

Elle concerne les foyers du sud du pays où des cas autochtones sont régulièrement diagnostiqués et porte sur les années 1980-2007, soit 27 ans.

Résultats

Dans le Sahara algérien, la transmission du paludisme demeure active dans cinq foyers principaux : Ouargla, Tamanrasset, Adrar, Illizi et Ghardaia (figure 1). Le tableau I donne la répartition des cas de paludisme autochtone pour les années 1980-2007 dans chacun de ces foyers.

Le foyer de Ouargla
(31°54' N, 5°30' E, alt 135 m)

Données biogéographiques

La vallée de Ouargla, qui s'étend sur une superficie d'environ 100 000 hectares, est orientée du sud-ouest au nord-est sur une longueur d'environ 55 km. Il s'agit d'une cuvette endoréique formée par le prolongement de l'exutoire naturel du grand bassin-versant du Sahara septentrional. Les trois grandes municipalités d'Ouargla, de Rouissat et d'Ain Beida forment une seule entité urbaine où vivent environ 200 000 habitants.

Cette région, non loin de la zone pétrolifère de Hassi Messaoud, a connu un essor économique considérable pendant les trente dernières années. Elle est approvisionnée en eau à partir de la nappe phréatique et de la nappe albiennaise. Plusieurs centaines de puits ont été creusés. Leur entretien étant habituellement défectueux, la gestion de l'eau, particulièrement le drainage dans le secteur urbain et agricole, est problématique. La remontée des eaux de la nappe phréatique pose un sérieux problème écologique et sanitaire. Ce phénomène a engendré la multiplication des mares, constituant autant de gîtes de reproduction pour les moustiques, notamment pour les ano-

phèles. Pour faire face à ce problème, l'état algérien a débloqué, en 2006, 340 millions de dollars pour assainir la région d'ici 2010. Ce grand projet devrait permettre le transfert des eaux de drainage de la cuvette de Ouargla vers l'exutoire de Sebkheth Sefioune, une large dépression dunaire située à 40 km au nord de la ville.

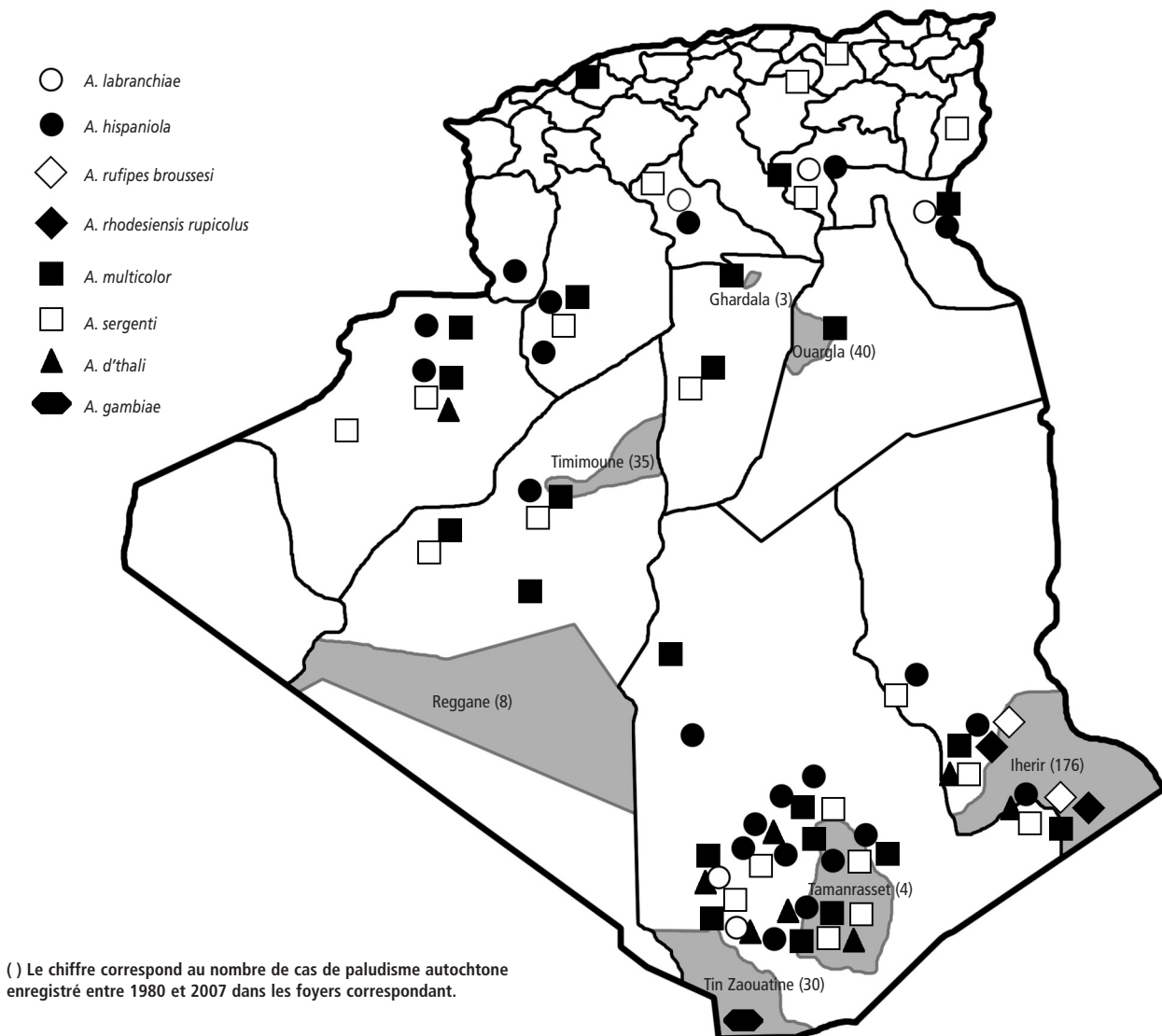
Le paludisme dans le foyer de Ouargla

Ancien foyer de paludisme, la région de Ouargla est classée comme zone réceptive à transmission saisonnière courte, estivo-automnale, avec possibilité de recrudescence épidémique lorsque les conditions météorologiques sont favorables. La ville de Ouargla a connu dans le passé plusieurs épidémies de paludisme particulièrement meurtrières, telle l'épidémie de 1883-85 qui a fait plus de 800 victimes dans les villages de Said Othba et Beni Thour (33, 37).

Les premières mesures de lutte antipaludique ont été entreprises, entre 1930 et 1945, par le drainage des eaux de la palmeraie vers le Chott d'Ain Beida. En 1941, le poisson *Gambusia* (gambusie) a été introduit dans la région comme moyen de lutte biologique (34, 35, 36). La situation du paludisme est restée stable jusqu'en 1977, année au cours de laquelle éclata une épidémie dans la ville de Ouargla faisant 43 victimes. Un programme de lutte fut aussitôt instauré comprenant un trai-

Figure 1.

Carte d'Algérie situant les foyers du paludisme autochtone et la distribution des anophèles au Sahara.
Map of Algeria with the location of autochthonous malaria foci and the distribution of the anopheles species.



tement prophylactique par la primaquine, une lutte anti-larvaire par l'épandage d'abate et une aspersion intra-domiciliaire d'insecticide à effet rémanent : le DDT (1).

Les enquêtes épidémiologiques réalisées par la suite (1983 à 1985) ont permis de confirmer l'absence de transmission, mais ont mis en évidence une vulnérabilité particulière de cette région à la réémergence de la maladie (5). L'analyse des données couvrant la période 1990 à 1999, permet de retrouver 21 cas de paludisme à *P. falciparum*, tous importés des zones subsahariennes (22).

Au mois de novembre de l'année 2000, une autre épidémie de paludisme, cette fois due à *P. vivax*, a éclaté dans la cité populaire de Sokra (commune de Rouissat), où 25 cas ont été diagnostiqués touchant aussi bien les enfants que les adultes, avec un décès survenu chez un nourrisson (24). Les enquêtes entomologiques réalisées à cette époque dans les habitations et les gîtes larvaires ont mis en évidence la présence d'une seule espèce de vecteur : *Anopheles multicolor*.

Le quartier de Sokra est connu pour son importante activité artisanale représentée particulièrement par la fabrication de briques et de parpaings. Plusieurs mares et trous d'emprunt formés à la suite de l'extraction de la terre, ont constitué, à la faveur de la remontée des eaux de la nappe phréatique, des gîtes potentiels pour le développement des anophèles (22). Suite à l'épidémie, une campagne de lutte a été menée avec une rigueur accrue par aspersion intradomiciliaire d'insecticides (Deltaméthrin PW 2,5 %), drainage des eaux de la palmeraie, remblayage des mares et autres collections d'eau, ensemencement des collections résiduelles par des gambusies. Malgré toutes ces mesures, la wilaya de Ouargla a enregistré, en 2002, 8 nouveaux cas autochtones de paludisme dû à *P. vivax* dans les villages de Bouameur et de Bamendil proches de Sokra (26).

Depuis 2003 aucun autre cas autochtone n'a été signalé. Par contre, 9 cas à *P. falciparum* importés du Mali ont été déclarés. Une enquête sérologique par le test d'immunofluorescence indirecte (IFI) réalisée en 2007 dans le foyer de Ouargla a montré un taux faible de séropositifs (1,2 %) (3/260). Les 3 séropositifs étaient 2 adultes et un enfant, anciennes victimes de l'épidémie de Sokra en 2000.

Le foyer de Tamanrasset (19°9'N, 2°9' E, alt 1 400 m)

Données biogéographiques

La wilaya de Tamanrasset comprend 4 dairas (arrondissements) : Tamanrasset, In Guezzam, Tin Zaouatine, In Salah et 10 communes : Abalessa, Foggaret Ezzaouia, Ideles, In Amguel, In Ghar, In Guezzam, In Salah, Tamanrasset, Tazrouk et Tinzaouatine. La wilaya a une superficie totale de 557 906 km² et compte 151 814 habitants avec une densité de 0,27 hab/km². Tamanrasset est une wilaya en pleine expansion. Elle a connu ces dernières années un important développement économique amenant de nombreux étrangers originaires de pays du sud du Sahara à venir pratiquer le commerce. La wilaya se trouve à 1 400 mètres d'altitude dans la chaîne montagneuse du Hoggar, constituée essentiellement de roches volcaniques. C'est le territoire ancestral des Touaregs. Le climat est tempéré et sec, très chaud en été, très frais en hiver, la température variant entre 45 °C et -5 °C selon la saison. Les pluies sont limitées et sporadiques. Elles surviennent généralement au mois d'août et septembre. Les ressources hydriques proviennent du ruissellement des eaux de pluies et des réserves de la nappe phréatique.

Le paludisme dans le foyer de Tamanrasset

Dans la wilaya de Tamanrasset, la majorité des cas de paludisme sont signalés dans la petite localité de Tinzaouatine qui

abrite environ 10 000 habitants à majorité nomades et qui est située à la frontière avec le Mali. Dans les années trente, les missions scientifiques effectuées dans la région du Hoggar ont permis de constater la rareté des cas de paludisme autochtone (14, 19).

Entre 1977 et 1984, seulement 2 cas autochtones à *P. vivax* ont été signalés à Tamanrasset (4). Les enquêtes paludométriques menées entre 1984 et 1985 au niveau des principales communes de la wilaya, n'ont dépisté que 3 cas importés du Mali sur 1 155 sujets examinés par la technique du frottis goutte épaisse (FGE). Par ailleurs, les résultats de l'enquête sérologique (IFI) réalisée durant la même période, concluaient à une absence de transmission de la maladie chez les résidents de Tamanrasset en ne retrouvant, sur 240 prélèvements, que 10 sujets positifs, tous considérés comme des cas importés (4).

Du reste, à partir des années 1990, Tamanrasset est devenue la wilaya où ont été notifiés le plus grand nombre de cas de paludisme d'importation : 1 396 entre 2000 et 2007, en provenance principalement du Niger et du Mali (24-30). En outre, pendant la même période, 30 cas de paludisme autochtone ont été diagnostiqués : 1 cas à *P. vivax* dépisté dans la localité d'Ain M'guel, au nord de Tamanrasset (2) et 29 cas à *P. falciparum*, tous originaires de Tinzaouatine (29). 27 de ces cas sont survenus en novembre 2007, lors d'une épidémie touchant toutes les tranches d'âge, avec une prédominance chez les sujets âgés de plus de 15 ans. Les malades ont été traités par la chloroquine et aucun décès n'a été déploré. L'enquête entomologique qui fit suite à cette épidémie permit de capturer pour la première fois *An. gambiae* sl (8), mais aucune autre capture de moustiques appartenant au complexe *gambiae*, n'a été refaite à ce jour tant dans les localités frontalières que dans les oasis et le reste de la région saharienne (4, 12, 23, 38, 44).

Le foyer d'Adrar (27° 51'N, 0° 19'W, alt 300 m)

Données biogéographiques

La wilaya d'Adrar s'étend sur une superficie de 464 000 km². Appelée la région du Touat, elle regroupe plusieurs oasis éparpillées dans l'immensité du désert. L'agriculture mobilisée près de 80 % de la population active de la région. Les principales localités où des cas de paludisme sont régulièrement rapportés sont Timimoune et Reggane.

L'oasis de Timimoune est située au nord du plateau de Tadmait. Elle est alimentée en eau par la nappe phréatique à partir d'ouvrages souterrains connus sous le nom de « foggaras » où la récupération de l'eau se fait au moyen de galeries souterraines surmontées de « cheminées » pour leur entretien. L'eau est judicieusement répartie vers les jardins situés en contrebas. La population résidente est estimée à 20 000 habitants. Les dattes du palmier dattier, les céréales, les produits maraichers (pomme de terre, tomates) et des fruits (pastèques et melons), connus par leur très bonne qualité, sont exportés. L'extension de la surface irriguée par le forage de plusieurs puits albiens a engendré l'apparition de nombreux gîtes larvaires. Dans la région de Timimoune, le paludisme est connu de longue date ; en 1913, Fol ey trouve chez 645 sujets, un indice splénique à 1,35 % (18). En 1946, Devors observe chez 2 338 enfants des différentes oasis du Touat 45 porteurs de grosses rates. L'indice splénique est de 1,92 %. Les anophèles capturés durant cette période sont *An. multicolor* et *An. sergenti* (13).

Dans les oasis de Timimoune, le paludisme présente un faciès particulier par le nombre assez élevé de cas à *P. malariae* déjà signalé dans le passé par Fol ey qui en rapportait 3,4 % sur un total de 645 sujets impaludés (18).

Une enquête sérologique réalisée entre 1983 et 1985 par Benzerroug ne détectait que 4 sujets positifs et l'examen parasitologique ne confirmait qu'un seul cas à *P. malariae* dans l'oasis

de Yakou proche de Timimoune, ce qui permettait à l'auteur de dire qu'il n'y avait plus de transmission du paludisme dans cette oasis (4).

Entre 1980 et 2007, les relevés épidémiologiques du service du paludisme à l'Institut national de santé publique font pourtant état de 45 cas autochtones; 82 % de cas se sont produits à Timimoune (4, 24-30). Les espèces parasitaires rencontrées sont par ordre d'importance : *P. falciparum* (19/45), *P. vivax* (13/45) et *P. malariae* (13/45). Timimoune reste la seule localité où *P. malariae* continue à être rapporté. En effet, en 2007, un cas à *P. malariae* provoqué par une transfusion sanguine a été diagnostiqué (29). Il s'agissait d'une femme âgée de 38 ans ayant été hospitalisée pour anémie et transfusée avec le sang d'un donneur asymptomatique. L'enquête épidémiologique ainsi que les investigations parasitologiques et sérologiques chez le donneur ont permis de confirmer ce cas comme étant bien un cas provoqué (induit).

Le foyer de Timimoune nécessite donc un effort particulier pour dépister les porteurs de *P. vivax* et surtout de *P. malariae* vivant dans cette oasis et qui sont probablement à l'origine de cas sporadiques. De même, une enquête entomologique est nécessaire pour mieux connaître les vecteurs potentiels locaux et leur capacité vectorielle.

Le foyer d'Illizi

(25° 40' N, 8°4' E, alt 1 050 m)

Données biogéographiques

Illizi est située dans le Tassili N'ajjer, berceau d'une histoire ancienne. La wilaya est habitée par les Touaregs du Hoggar et présente une superficie de 284 618 km². Elle est limitée à l'est par la Libye, au sud par le Niger et compte actuellement 120 000 habitants. Les principales localités sont Illizi (chef-lieu de la wilaya), Ain Amenas au nord et Djanet au sud. Cette wilaya constitue un lieu de transit important pour une main-d'œuvre originaire des pays du sud du Sahara. Le climat est désertique; le paysage est formé de plateaux basaltiques étagés formant le Tassili, célèbre par ses peintures rupestres. La wilaya tire sa richesse des ressources pétrolières et gazières d'Ain Amenas.

Le paludisme dans la wilaya d'Illizi

Iherir est le plus important foyer de paludisme à Illizi. Il est situé à 200 km au nord de Djanet. C'est également un foyer de bilharziose urinaire toujours actif (31). De par sa situation centrale dans le Tassili N'Ajjer et dans le Sahara, Iherir, habitat que l'on peut qualifier d'insulaire en raison de son isolement géographique, est un endroit particulièrement privilégié par la présence permanente de l'eau dans ses principales vallées d'Edarene et d'Imhirou. Le village d'Iherir compte près de 900 habitants.

Lefevre Witiier, dans une étude sur le paludisme à Iherir en 1965, a montré que l'indice splénique était de 15 % et que, sur 74 cas de paludisme dépistés, 90 % étaient dus à *P. falciparum* (1, 10, 32). L'enquête sérologique réalisée en 1983 et 1984 par Benzerroug dans les foyers de Djanet n'a révélé aucun positif sur les 120 sujets examinés, ce qui a permis à Benzerroug de conclure à l'absence d'endémie palustre chez les autochtones dans cette oasis. Par contre, à Iherir, 3 membres d'une même famille ont présenté des taux très élevés d'anticorps, ce qui était en faveur d'une séroconversion relativement récente (4).

Durant la décennie 1988-1998, le paludisme est réapparu subitement à Iherir où 176 cas ont été notifiés. Trois pics épidémiques particulièrement importants avec 55 cas en 1990-1991, 64 cas en 1994 et 24 cas en 1996, ont été observés; 98 % de ces cas étaient dus à *P. falciparum* (30). Dans cette région, les enquêtes entomologiques ont montré la présence d'*An.*

sergenti, d'*An. d'thali* et d'*An. multicolor*; la première espèce était prépondérante (10, 40, 42, 43). Les mesures entreprises consistèrent en un traitement de masse de la population d'Iherir et en un ensemencement par des gambusies de l'oued qui traverse le village. Depuis 1999, aucun nouveau cas autochtone n'a été signalé.

Le foyer de Ghardaia

(32°19'N, 03° 41'E, alt 450 m).

Données biogéographiques

La vallée du M'zab, habitée par les Mozabites, a une population de 150 000 habitants (estimation 2007) et est située au cœur d'un plateau rocheux, la Hammada, traversée par l'oued M'zab. La wilaya couvre une superficie de 86 560 km². Les escarpements rocheux et les oasis composent le paysage dans lequel sont localisées les villes du M'Zab : Berriane, Guerrara, Zelfana, Metlili et beaucoup plus au Sud, l'oasis d'El-Ménéa.

C'est une région très active où le secteur tertiaire est prépondérant avec le commerce, le tourisme et l'artisanat, mais aussi le développement de l'agriculture phoenicicole (culture du palmier dattier) et l'industrie agro-alimentaire.

Les précipitations, très faibles et irrégulières, varient entre 13 et 68 mm sur une durée moyenne de quinze jours par an. L'alimentation en eau s'effectue par des forages de 350 à 500 m de profondeur pour atteindre l'eau de la nappe albienne. Certaines années, de manière exceptionnelle, comme au début du siècle dernier, en 1991 et en automne 1994, de violentes crues de l'Oued M'zab ont déferlé sur la vallée, causant de sérieux dégâts et des pertes humaines.

El Ménéa, connue sous l'appellation ancienne d'El Goléa, située à 300 km au sud du chef-lieu de la wilaya, constituait dans le passé un important foyer de paludisme. Les différentes épidémies qui y sévissaient, parfois très meurtrières, étaient attribuées aux forages des puits artésiens qui créaient des gîtes larvaires. Ainsi, après les premiers forages entrepris en 1891 dans le cadre de la mise en valeur de l'oasis, 22 cas de paludisme furent enregistrés et, l'année suivante, 68 autres, avec plusieurs décès (11).

En 3 ans (1897 à 1900), 412 cas furent recensés dont plusieurs accès pernicieux mortels (20).

En 1906, une nouvelle épidémie éclata en automne, attribuée aux forages de nouveaux puits : 500 cas furent signalés en 1907 et 284 l'année suivante (47). L'anophèle le plus répandu était *An. multicolor*, mais *An. sergenti* était également présent. Les mesures prophylactiques entreprises sous la direction d'Henri Foley consistèrent en un drainage de la palmeraie, une diminution du nombre des forages, un comblement de certains puits et en un ensemencement des collections d'eau par des gambusies. Elles eurent un effet favorable sur l'évolution de l'endémie palustre dans cette région puisqu'aucun autre cas autochtone ne fut signalé jusqu'en 2004 et l'oasis fut considérée comme complètement assainie à l'image de celle de Beni Ounif à l'ouest du pays (18).

Le paludisme réapparut dans la ville de Ghardaia en novembre 2004 à partir d'un cas à *P. falciparum* introduit signalé chez une fillette de 3 ans habitant le quartier populaire d'Okba (28).

Un mois plus tard, 2 autres cas autochtones se déclaraient chez 2 autres fillettes âgées respectivement de 16 et 18 mois habitant le même quartier. Aucun de ces 3 enfants n'avait quitté la ville de Ghardaia. Leur traitement rapide, l'aspersion des habitations par la deltaméthrine et l'assainissement de l'oued M'zab empêchèrent probablement l'apparition de nouveaux cas.

Les anophèles du Sahara algérien

Huit espèces d'anophèles ont été décrites dans le Sahara algérien : *Anopheles sergenti*, *An. multicolor*, *An. d'thali*, *An. hispaniola*, *An. labranchiae*, *An. rhodesiensis rupicolus*, *An. broussesi* et récemment *An. gambiae* sl. (figure 1). HOLSTEIN donne en 1970 une revue de la répartition géographique des espèces sahariennes (23), dont la plupart ont été inventoriées par SENEVET et ANDARELLI (44).

Anopheles sergenti Theobald, 1907

C'est une espèce signalée dans tout le Sahara algérien, particulièrement à Beni Abbes et Adrar au sud-ouest, à Biskra à l'est, et à Tamanrasset, à l'extrême sud du pays, mais avec une densité qui demeure faible dans les stations prospectées (39).

Au Sahara, larves et adultes s'observent pendant toute l'année avec un maximum de densité d'avril à juin. Les associations d'*An. sergenti* avec *An. multicolor* et *An. hispaniola* sont fréquemment rapportées. Les gîtes larvaires faiblement salés (2 à 4 g/l), avec un pH légèrement alcalin (7,8 - 8,5) sont variés, représentés surtout par les flaques d'eau ensoleillées, dans les bras morts d'oueds avec végétation herbacée ou algues filamenteuses, mais aussi cressonnières, puits abandonnés et petits ruisseaux (séguia). *An. sergenti* est nettement endophile.

Rôle pathogène : *An. sergenti* est considéré comme vecteur du paludisme en Algérie, notamment dans les foyers d'Iherir et de Timimoun (17, 32). La sous-espèce *An. sergenti macmahoni*, zoophile et zoophage, également présente en Algérie, n'a par contre aucun rôle dans la transmission du paludisme (42).

Anopheles multicolor Cambouliu, 1902

An. multicolor est l'anophèle de l'eau salée. Cette espèce abonde dans tout le Sahara algérien et descend jusqu'au plateau de Tamanrasset. Les adultes sont observés pendant toute la durée de la saison chaude, dès le mois de mai et sont particulièrement nombreux à la fin de l'été. *An. multicolor* pique aussi bien l'homme que les animaux à l'intérieur des maisons qu'à l'extérieur, mais présente une affinité plus marquée pour les humains. Les larves d'*An. multicolor* montrent une grande tolérance à l'égard de la salinité de l'eau de leurs gîtes qui peut atteindre 45 g/l. Elles peuvent également se développer dans l'eau polluée (44). L'espèce d'anophèle la plus fréquemment associée à *An. multicolor* est *Aedes caspius*.

Lors d'une étude entomologique réalisée dans la vallée d'Ouargla entre les mois de juin et décembre 2005, *An. multicolor* a été la seule espèce identifiée sur les 2 531 anophèles capturés à l'intérieur et à l'extérieur des habitations. Cette espèce a montré deux pics d'activité, le premier au début du mois de juin et le second à la fin du mois d'août. Les femelles présentent un degré d'anthropophilie significatif (64 %). Leur capacité vectorielle théorique (calculée) s'est montrée assez élevée pour *P. vivax* (C = 10,73) et *P. falciparum* (C = 9,1) (7).

Rôle pathogène : les enquêtes épidémiologiques effectuées dans le passé ont montré la présence prédominante d'*An. multicolor* dans un grand nombre de foyers de paludisme au Sahara, mais l'infection naturelle de cette espèce n'a pas été constatée jusqu'ici (44, 46, 47).

Anopheles d'thali Patton, 1905

An. d'thali remonte en Algérie au nord jusqu'à la frange des Hauts Plateaux, à Ain Sefra. Il a été observé pour la première fois à Djanet en 1933 par FOLEY (17). Beaucoup plus tard, SENEVET l'a signalée à Beni Abbes et à Tindouf, dans le Sahara oranais (39, 41). Au Maroc, il a été récolté beaucoup plus au nord, à Chefchaouen, village situé à l'étage subhumide

(16). Les larves sont observées dans les gueltas, dans les oueds partiellement asséchés, en association avec *An. hispaniola* et *An. sergenti*. La biologie et le comportement de cette espèce n'ont pas été étudiés.

Anopheles hispaniola Théobald, 1903

Signalée pour la première fois par les frères S e r g e n t en 1903 dans le Tell algérien (45), cette espèce colonise pratiquement toutes les oasis du Sahara où elle est observée durant toute l'année avec un pic de densité au mois de juin.

Ses gîtes larvaires sont constitués par les lits d'oueds largement exposés au soleil, très peu profonds et caillouteux, avec présence d'algues vertes filamenteuses sous lesquelles les larves se mettent à l'abri des prédateurs.

Des femelles gorgées ont été capturées à l'intérieur des maisons, dans les étables, sous les tentes des nomades, souvent en association avec *An. multicolor* et *An. labranchiae*, mais rarement avec *An. sergenti* (43, 44).

Rôle pathogène : les frères SERGENT l'ont trouvé porteur de sporozoïtes dans la nature sans que le rôle vecteur de cette espèce ne soit établi de façon claire (47).

Anopheles labranchiae Falleroni, 1926

Cette espèce est le vecteur principal du paludisme au nord du pays. Sa présence au Sahara est rare. La station la plus méridionale où cette espèce a été rencontrée est Silet, dans le Hoggar (44). L'association d'*An. labranchiae* avec *An. sergenti* et *An. multicolor* est limitée à la région présaharienne.

Anopheles rhodesiensis rupicolus Lewis, 1937

Cette espèce, morphologiquement très proche d'*An. d'thali*, a été retrouvée dans seulement deux stations au Maghreb, à Djanet (44).

Les marelles et les trous d'emprunt à eau claire couverts de végétation sont les gîtes habituels des larves de cette espèce. La biologie des adultes est mal connue. Les femelles sont zoophiles et ne semblent pas jouer de rôle dans la transmission du paludisme.

Anopheles rufipes broussesi Edwards, 1929:

Capturé pour la première fois en 1929 à Djanet (15), c'est une espèce zoophile strictement saharienne qui peut être confondue avec *An. d'thali* et *An. hispaniola* avec lesquelles elle est souvent associée. Les gîtes larvaires sont constitués de petites mares creusées le long des oueds, avec une végétation abondante. La biologie des adultes est mal connue et son rôle vecteur dans la transmission du paludisme reste à préciser.

Anopheles gambiae sl Gilles, 1902

La présence d'*An. gambiae*, longtemps suspectée dans le sud algérien, n'a été mise en évidence qu'en 2007, suite à une épidémie de paludisme à *P. falciparum* apparue à Tinzaouatine, village situé à la frontière algéro-malienne. Plusieurs spécimens de larves ont été récoltés dans les mares et gueltas, non loin des habitations, et ont donné naissance à des adultes qui ont servi à l'identification morphologique et moléculaire de l'espèce (8).

An. gambiae aurait été trouvée dans le passé à l'ouest de Djanet, à proximité de la frontière libyenne. Cette découverte est douteuse. Chauvet avait insisté sur le risque potentiel de propagation de ce vecteur avec l'ouverture de la route transsaharienne (12, 38).

Le Sahara, qui constituait une barrière naturelle efficace à l'extension de cette espèce au nord, ne semble plus capable

aujourd'hui de jouer ce rôle en raison de changements climatiques régionaux et des déplacements importants des populations des pays du Sahel vers le sud de l'Algérie.

An. gambiae apparaît au mois d'octobre, dans les marelles laissées par la décrue de l'oued Tinzaouatine après les pluies orageuses du mois d'août et de septembre.

Ses gîtes larvaires sont des gueltas peu profondes, à fond sablonneux, très ensoleillées, avec une eau claire, à pH 7, couvertes partiellement par des algues filamenteuses.

Rôle pathogène : *An. gambiae* est bien connu pour être un des plus redoutables vecteurs du paludisme en Afrique subsaharienne.

Conclusion

Le Sahara, faiblement impaludé dans les années soixante, est aujourd'hui la région d'Algérie la plus affectée par le paludisme. Le nombre des cas importés et autochtones ne cesse d'augmenter d'année en année. Le désert, qui représentait, il y a quelques années, une barrière naturelle à la propagation de vecteurs exotiques, ne semble plus jouer ce rôle protecteur avec l'ouverture de la route transsaharienne qui relie Alger à Lagos. Cette route qui a donné vie aux oasis enclavées, a permis le développement de plusieurs d'entre elles, en facilitant des nombreux forages nécessaires à la mise en valeur des terres et l'exploitation minière. Elle a eu également pour effet l'accroissement du commerce avec les pays du Sahel et l'intensification des mouvements des populations. Malheureusement, cette situation a été et reste favorable à la multiplication des gîtes larvaires dans les oasis valorisées et à l'augmentation du nombre de porteurs de parasites transitant par ces régions. La récente épidémie à *P. falciparum* et la remontée d'*An. gambiae* dans le sud algérien est un exemple édifiant du nouveau faciès que prend aujourd'hui le paludisme en Afrique du Nord.

Remerciements

Nos vifs remerciements vont au Directeur de la santé de Tamanrasset, d'Illizi, de Ouargla, d'Adrar et de Ghardaïa pour leur précieuse collaboration.

À l'équipe du service du SEMEP de Tinzaouatine, à M. Gassen et à l'équipe du SEMEP de Ouargla : D^r A. Tra de et MM. M. Larouci et A. Messl em pour leur aide efficace sur le terrain.

À M. Rafik Gar ni pour la confection de la carte.

Nos remerciements vont également aux deux lecteurs anonymes du Bulletin de la SPE qui ont enrichi cet article par leurs pertinentes remarques.

Cette étude a été partiellement financée par l'Agence nationale pour le développement de la recherche en santé (ANDRS), projet n° 02/05/01/04/108.

Elle a reçu le support technique et financier du projet européen EDEN, GOCE-2003-010284. Cet article est référencé Eden 0120, le contenu de cette publication est sous la seule responsabilité des auteurs et n'engage pas l'Union européenne.

Références bibliographiques

1. AIGUIER C – Djanet (Pays Ajjer). Étude géographique et médicale. *Arch Inst Pasteur Algérie*, 1938, **16**, 533-587.
2. ANDARELLI L – *Le problème de l'éradication du paludisme en Algérie*. Document Direction Générale de l'Action Sociale, 1959, 20 p.
3. BELKAID M, BELAZZOUG S, HAMRIOUI B & TABET DER-RAZ O – *Maladies parasitaires en Algérie. Données bibliographiques*. Office des Publications Universitaire. Alger. 1982, 294 p.
4. BENZERROUG EH – *Le paludisme dans la région saharienne et les risques d'introduction en rapport avec la route transsaharienne. Contribution à la mise en place d'un système de*

surveillance. Thèse doctorat en médecine, Université d'Alger. Département de médecine. 1985. 195p.

5. BENZERROUG EH & JANSSENS PG – La surveillance du paludisme au Sahara algérien. *Bull Soc Pathol Exot*, 1985, **78**, 859-867.
6. BENZERROUG H & WERY M – Séroépidémiologie du paludisme au niveau du foyer résiduel en Algérie. Commune de Khmis El Khechna. *Rev Epidém Santé Pub*, 1985, **33**, 276-282.
7. BOUBIDI S, MESSLEM A, LAROUCI M, CHAIB SE, CARNEVAL P & HARRAT Z – *Biology of Anophles multicolor (Cambouliu, 1902) in Ouargla (South Algeria)*. Xth European Multicolloum of Parasitology, Paris, 24-28 August 2008.
8. BOUBIDI S, GASSEN I, KHECHACHE Y, LAMALI K, TCHICHA B et al. – *First report of Anopheles gambiae sl in south Algeria*. Xth European Multicolloum of Parasitology, Paris, 24-28 August 2008.
9. BUREAU CENTRAL ERADICATION PALUDISME ALGÉRIE. Eradication du paludisme en Algérie. Campagne 1973. *Bur Cent Erad Palud Algérie*, 1973, 141 p.
10. BROUSSES A – Contribution à l'étude du paludisme en région saharienne. Observations recueillies à Djanet au cours de l'épidémie de 1928-1929. *Arch Inst Pasteur Algérie*, 1930, **8**, 77-84.
11. CHALON G – Etude épidémiologique du paludisme à El Goléa. *Arch Inst Pasteur Algérie*, 1923, **1**, 521-532.
12. CHAUVET G, HASSANI NT & IZRI MA – Problèmes palustres et route transsaharienne. *Bull Soc Pathol Exot*, 1985, **78**, 852-858.
13. DEVORS P – *Le Touat. Étude géographique et médicale*. *Arch Inst Pasteur Algérie*, 1947, **25**, 223-274.
14. DOURY P – Le Hoggar : étude médicale. *Arch Inst Pasteur Algérie*, 1959, **7**, 118-121.
15. EDWARDS FW – A new anopheles from the central Sahara. *Arch Inst Pasteur Algérie*, 1929, **7**, 82-87.
16. FARAJ C, ADLAOUI E, OUAHABI S, LAKRAA E, ELKOHLI M & EL AOUD R – Extension vers le nord du Maroc de l'aire de distribution de *Anopheles (Cellia) d'thali* Patton, 1905. *Bull Soc Pathol Exot*, 2008, **101**, 62-64. [<http://www.pathexo.fr/pages/articles/2008/2008-T101-1/3096.html>].
17. FOLEY H – Les moustiques du pays Ajjer. Présence à Djanet d'*Anopheles d'thali* Patton. *Bull Soc Hist nat Afr du Nord*, 1933, **24**, 342-343.
18. FOLEY H & MESLIN R – Exploration scientifique des oasis de Gourara et du Touat (Mars-Avril 1913). *Arch Inst Pasteur Algérie*, 1924, **2**, 264-302.
19. FOLEY H – Mœurs et médecine des Touareg de l'Ahaggar. *Arch Inst Pasteur Algérie*, 1930, 183 p.
20. GILLET R – Étude épidémiologique du paludisme à El Goléa. *Arch Inst Pasteur Algérie*, 1938, **16**, 360-381.
21. GUY Y & GASSABI R – Les perspectives de l'éradication du paludisme. *Arch Inst Pasteur Algérie*, 1967, **45**, 51-61.
22. HAMMADI D, HARRAT Z, BOUBIDI SC, CHAIB SE, TCHICHA B et al. – *Les changements environnementaux et leur impact sur le paludisme en Algérie : le cas de Ouargla*. 1^{re} Journée algéro-française de parasitologie-mycologie. Alger, 15-16 novembre 2006.
23. HOLSTEIN M, LE CORROLLER Y, ADDADI K & GUY Y – Contribution à la connaissance des anophèles du Sahara. *Arch Inst Pasteur Algérie*, 1970, **48**, 7-16.
24. INSTITUT NATIONAL DE SANTE PUBLIQUE (Algérie). *Relevé épidémiologique annuel*. 2000. XI, p 94.
25. INSTITUT NATIONAL DE SANTE PUBLIQUE (Algérie). *Relevé épidémiologique annuel*. 2001.XII, p 41.
26. INSTITUT NATIONAL DE SANTE PUBLIQUE (Algérie). *Relevé épidémiologique annuel*. 2002. XIII .P 40
27. INSTITUT NATIONAL DE SANTE PUBLIQUE (Algérie). *Relevé épidémiologique annuel*. 2003. XIV, p10.
28. INSTITUT NATIONAL DE SANTE PUBLIQUE (Algérie). *Relevé épidémiologique annuel*. 2004. XV. 11-12.
29. INSTITUT NATIONAL DE SANTE PUBLIQUE (Algérie). *Relevé épidémiologique annuel*. 2007. XVIII, 13-14.
30. KABRANE A – Paludisme en Algérie : situation épidémiologique. *J. Prat*, 1995, **12**, 60-64.
31. KECHEMIR N, CHELLALI A & BELAZZOUG S – La bilharziose à *Shistosoma haematobium* dans le Tassili N'ajjer. Note sur les premières données épidémiologiques du foyer d'Iherir. *Arch Inst Pasteur Algérie*, 1980, **54**, 26-33.
32. LEFÈVRE-WITIER P – Sur le paludisme au Tassili n'Ajjer (Sahara central) Algérie. *Bull Soc Pathol Exot*, 1968, **61**, 596-605.
33. MANDOUL R & JAQUEMIN P – Étude épidémiologique du paludisme dans l'oasis de Ouargla (Sahara constantinois). *Cahiers médicaux de l'Union française*. 1950, **16**, 1-17.

34. MANDOUL R & JACQUEMIN P – Assainissement de l'oasis palustre de Ouargla (Sud constantinois). *Bull Soc Pathol Exot*, 1951, **44**, 467-481.
35. MANDOUL R & REGENET J – Quelques enseignements tirés de l'assainissement de l'oasis de palustre de Ouargla (Sahara algérien). *Bull Soc Pathol Exot*, 1954, **47**, 443-452.
36. PASSAGER P – Quatre années de lutte antipaludique à Ouargla. Santé Publique des territoires du Sud. *Série Sociale*, 1953, **40**, 3-12.
37. PASSAGER P – Ouargla. Étude historique géographique et médicale. *Arch Inst Pasteur Algérie*, 1957, **32**, 99-198.
38. RAMSDALE CD & DE ZULUETA J – Anophelism in the Algerian Sahara and some implications of the construction of a trans-Saharan highway. *J Trop Med Hyg*, 1983, **86**, 51-58.
39. SENEVET G & FRATANI L – *Anopheles d'thali* Patton, dans le sud oranais. *Arch Inst Pasteur Algérie*, 1938, **16**, 320-322.
40. SENEVET G, MANDOUL R & JACQUEMIN P – Recherches zoologiques et médicales, Mission scientifique au Tassili n'Ajjer. *Arch Inst Pasteur Algérie*, 1953, **87**, 42-53.
41. SENEVET G, CLASTRIER J, MORVAN A – Une nouvelle station d'*Anopheles (Myzomyia) d'thali* Patton, dans le Sahara français. *Arch Inst Pasteur Algérie*, 1959, **37**, 165-166.
42. SENEVET G, ANDARELLI L & CLASTRIER J – Présence dans le Sahara français de *Anopheles sergenti* sp *macmahoni* et de *Anopheles rhodesiensis* var *rupicolus*. *Arch Inst Pasteur Algérie*, 1959, **37**, 462-473.
43. SENEVET G & ANDARELLI L – Contribution à l'étude de la biologie des moustiques en Algérie et dans le Sahara algérien. *Arch Inst Pasteur Algérie*, 1960, **32**, 305-326.
44. SENEVET G & ANDARELLI L – Les anophèles de l'Afrique du Nord et du Bassin méditerranéen. In: P. LECHEVALIER (Ed.) *Encyclopedie Entomologie*, Paris, 1956, XXXIII, 280 p.
45. SERGENT ED & SERGENT ET – Présence d'*Anopheles (Myzomyia) hispaniola* Theobald en Algérie. *C R Soc Biologie*, 1903, **1**, 357.
46. SERGENT ET & SERGENT ED – Vingt-cinq années d'études et de prophylaxie du paludisme en Algérie : monographie. *Arch Inst Pasteur Algérie*, 1928, 326 pp
47. SERGENT ED & PARROT L – Contribution de l'Institut Pasteur d'Algérie à la connaissance humaine du Sahara (1900-1960), Monographie. *Arch Inst Pasteur Algérie*, 1961, 430p.
48. VIEGAS SC – Lutte contre le paludisme en Algérie. Méthodes et résultats actuels. Thèse Doctorat en Médecine. Université Claude-Bernard Lyon-I, 1978, n°509, 181p.