

Revue générale

État actuel des connaissances sur les anophèles du Maroc (*Diptera: Culicidae*) : systématique, distribution géographique et compétence vectorielle

*Current status of the knowledge on Moroccan anophelines (Diptera: Culicidae):
Systematic, geographical distribution and vectorial competence*

C. Faraj^{*}, S. Ouahabi, E. Adlaoui, R. Elaouad

Laboratoire d'entomologie médicale, Institut national d'hygiène, Rabat, Maroc

Reçu le 19 janvier 2010 ; accepté le 16 mai 2010

Disponible sur Internet le 14 août 2010

Résumé

Cette étude bibliographique, basée sur des travaux publiés, des rapports du ministère de la Santé Publique, l'exploitation de la base de données relative à la surveillance entomologique menée dans le cadre du Programme national de lutte antipaludique, ainsi que des résultats récents obtenus dans le cadre du programme européen *Emerging disease in a changing European environment*, synthétise l'état des lieux et complète les connaissances sur la systématique, la distribution et la compétence vectorielle des anophèles du Maroc par des données inédites.

© 2010 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Anophèles ; Systématique ; Distribution ; Compétence vectorielle ; Maroc

Abstract

This bibliographical study, based on published works, ministry of Health Reports, exploitation of the database relative to the entomological surveillance conducted in the framework of the National Malaria Control Program, as well as unpublished results obtained within the framework of the European project “Emerging disease in a changing European environment”, summarizes and completes with new data current knowledge on the systematics, the distribution and the vectorial competence of moroccan anophelines.

© 2010 Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

Keywords: Anopheline; Systematic; Distribution; Vectorial competence; Morocco

1. Introduction

Pendant des siècles, le paludisme était endémique au Maroc. Trois espèces plasmodiales étaient présentes : *Plasmodium falciparum*, *P. vivax* et *P. malariae* avec, jusqu'au début des années 1950, une dominance de *P. falciparum*. Les régions très marécageuses étaient celles les plus touchées. Elles constituaient les biotopes propices à la prolifération du vecteur historique du paludisme au Maroc : *An. labranchiae*.

Des travaux d'assainissement, entrepris au début du xx^e siècle, ont réduit de façon importante la transmission du

paludisme ; mais la maladie était encore assez courante au début des années 1960. En 1963, un Programme national de lutte contre le paludisme (PLAP) a été lancé, basé sur une pulvérisation de DDT à grande échelle ainsi que sur un dépistage massif et le traitement des malades. Il a permis de réduire considérablement les densités d'anophèles et de stopper très rapidement la transmission du *P. falciparum*. Le dernier cas a été notifié en 1973. Trente ans plus tard, le Maroc a réussi à arrêter la transmission du *P. vivax* en 2003 et s'est engagé à partir de 2008, dans un processus de certification de l'élimination du paludisme.

Les premiers travaux réalisés sur les anophèles, vecteurs de cette maladie, au Maroc remontent au début du xx^e siècle. Depuis, de nombreuses publications ont vu le jour. Trari et al. [1] ont listé la majorité de ces travaux tout en dégageant les

^{*} Auteur correspondant.

Adresses e-mail : chafikaf@gmail.com, c.faraj@menara.ma (C. Faraj).

principales étapes par lesquelles est passée la recherche sur les moustiques en général. D'autres travaux, réalisés particulièrement dans le cadre du PLAP, n'ont jamais été publiés. Ayant pour unique objectif l'amélioration des connaissances épidémiologiques, leurs résultats ont été directement utilisés dans l'orientation et l'évaluation de la lutte contre le vecteur. La majorité de ces données a été compilée et centralisée au niveau du laboratoire d'entomologie médicale (LEM) de l'Institut national d'hygiène (INH). D'autres données importantes ont été recueillies dans le cadre du projet *Emerging disease in a changing European environment* (EDEN) entre 2005 et 2009. L'exploitation de ces données, publiées ou non, nous a permis de relater l'historique des études réalisées sur les vecteurs du paludisme au Maroc et de faire une synthèse actualisée sur leur systématique, leur distribution et leur rôle vecteur dans un objectif de contribuer à une meilleure délimitation des zones à risque d'une éventuelle reprise de transmission de cette maladie.

2. Lutte antipaludique et recherches sur les anophèles

La lutte contre les vecteurs du paludisme, particulièrement antilarvaire, a débuté au Maroc par les premiers travaux d'assainissement dans la région d'El Gharb en 1920, puis par l'utilisation du mazout et du vert de Paris à partir de 1929 [2,3]. L'importance de renseignements entomologiques pour mieux mener et évaluer cette lutte s'était fait sentir très tôt. Et c'est à partir de 1930 que des secteurs de lutte antilarvaire méthodiquement organisés ont été créés autour des centres urbains et ruraux menacés par le paludisme. Les premières données, récoltées au niveau de ces secteurs se sont intéressées spécialement à la biologie et à la répartition saisonnière de *An. maculipennis s.l.* particulièrement dans les zones impaludées [4].

La lutte imagocide, par utilisation du DDT n'a commencé qu'à la fin des années 1940 [2]. Des études entomologiques régulières ont été ainsi déclenchées dans l'ensemble du territoire pour mieux conduire cette lutte. Ces études se sont particulièrement intéressées à la description des espèces anophéliennes présentes, à l'étude de leurs caractéristiques biogéographiques et leurs fréquences relatives ainsi qu'à l'évaluation de l'efficacité et à la rémanence du DDT dans la lutte antipaludique [3,5–8]. À cette époque, les espèces anophéliennes marocaines actuelles avaient toutes, à l'exception d'*An. d'thali*, été décrites et cataloguées et les aires de distribution des quatre espèces les plus fréquentes au Maroc à l'époque, *An. maculipennis (s.l.)*, *An. claviger*, *An. cinereus* et *An. sergentii*, avaient été établies.

À partir de 1958, le Maroc a décidé de convertir son organisation de contrôle du paludisme en programme d'éradication. Ainsi, et en faisant l'inventaire des données disponibles, Dorche et Guy [9] ont pris conscience de l'insuffisance des connaissances épidémiologiques mises à leur disposition. En fait, les recherches antérieurement menées n'avaient pas obéi à un plan d'ensemble et les résultats sur les mœurs des anophèles, leurs répartitions géographiques et leurs évolutions annuelles n'étaient que parcellaires. De ce fait, des enquêtes entomolo-

giques ont été systématisées dans l'ensemble du territoire au cours de la phase préparatoire du PLAP. Une masse importante de renseignements biologiques sur les anophèles a été alors récoltée. L'exploitation des résultats de ces études effectuées entre 1959 et 1962 a permis de dresser l'inventaire des espèces présentes, de faire le point sur leurs caractères biologiques, d'établir des cartes de distribution spatiale et temporelle de l'anophélisme sur toute l'étendue du pays, de situer la période de transmission du paludisme par région et d'étudier la sensibilité de *An. maculipennis s.l.* au DDT [10,11]. De même, à cette époque, le rôle des différentes espèces anophéliennes dans la transmission de la maladie avait fait l'objet de plusieurs réflexions se basant essentiellement sur des considérations épidémiologiques. En 1959, Guy [12] considère que le pouvoir vecteur du paludisme au Maroc se partage entre *An. labranchiae* au Nord du pays et *An. sergentii* au sud. D'après lui, *An. claviger* jouerait peut être un rôle limité et *An. cinereus*, pourtant le plus répandu, ne semble jouer aucun rôle.

La phase d'attaque du PLAP, lancée en 1963, était basée sur une lutte imagocide préparée par une reconnaissance géographique annuelle préalable. La distribution de la faune anophélienne marocaine, sa sensibilité au DDT ainsi que ses principaux caractères biologiques ont été régulièrement surveillés par des stations entomologiques implantées dans différentes régions du Maroc [10]. Les espèces reconnues pour leur pouvoir vecteur avant le programme ont fait l'objet d'une exploration de leur capacité vectorielle [13]. Ces études ont montré qu'*An. sergentii* joue un rôle secondaire à côté du rôle principal d'*An. labranchiae*. Alors qu'*An. cinereus* et *An. claviger* ne peuvent jouer aucun rôle du fait de leur courte durée de vie. Cependant, Benmansour et al. [14] continuaient à admettre qu'*An. claviger* pourrait jouer un rôle secondaire au nord du pays à côté de *An. labranchiae* et qu'*An. multicolor* pourrait jouer le même rôle au sud à côté d'*An. sergentii*.

Bien qu'à partir des années 1980, un relâchement dans la surveillance entomologique a été clairement enregistré, celle-ci continue à être régulièrement menée dans un grand nombre de stations, particulièrement les régions menacées par une reprise de la transmission.

Par ailleurs, le Maroc, comme tous les pays du monde, est soumis à d'importants changements écologiques entraînés par les modifications locales (aménagement de l'environnement, accroissement des projets hydrauliques, extension de l'urbanisation...) ou générales (réchauffement de la planète). Afin d'étudier l'impact de ces changements sur la composition, la distribution et la biologie des anophèles au Maroc, une série d'investigations entomologiques dans différentes régions du pays a été menée entre 2005 et 2009, dans le cadre du projet européen EDEN. Les résultats de cette étude nous ont permis d'actualiser et de combler les lacunes dans nos connaissances sur la systématique, la distribution et le rôle vecteur des principales espèces anophéliennes marocaines.

3. Inventaire des espèces

La première liste des anophèles du Maroc a été établie par Gaud et al. [6]. Elle a été actualisée par Guy [10] après

l'addition d'*An. d'thali* aux huit espèces initialement inventoriées. La dernière publication de cette liste, qui est restée inchangée depuis 1963, remonte à 2004 [15]. Récemment, l'apport de la biologie moléculaire a permis de préciser le statut taxonomique de certaines espèces, en particulier, du complexe *Claviger* et a, par conséquent, apporté quelques modifications à la liste initiale.

À cette date, dix espèces d'anophèles sont signalées au Maroc ; six du sous-genre *Anopheles s.s.* et quatre du sous-genre *Cellia* :

- sous-genre *Anopheles* Meigen, 1818 :
 - *An. algeriensis* Theobald, 1903,
 - *An. claviger s.s* Meigen, 1804,
 - *An. labranchiae* Falleroni, 1926,
 - *An. marteri marteri* Senevet et Prunelle, 1927,
 - *An. petagnani* Del Vecchio 1939,
 - *An. ziemanni* Gruenberg, 1902 ;
- sous-genre *Cellia* Theobald, 1902 :
 - *An. cinereus* Theobald, 1901,
 - *An. d'thali* Pallon, 1905,
 - *An. multicolor* Cambouli, 1902,
 - *An. sergentii* Theobald, 1907.

L'exploitation des données du LEM relatives à la surveillance entomologique révèle cinq espèces fréquentes au Maroc, *An. labranchiae*, *An. cinereus*, *An. sergentii*, et *An. claviger s.l.* (*An. claviger s.s.* et *An. petagnani*), deux espèces peu fréquentes : *An. d'thali* et *An. marteri*, deux rares : *An. algeriensis* et *An. multicolor* et une a disparu des récoltes : *An. ziemanni*.

Dans ce travail, nous allons présenter les espèces respectivement selon leur abondance. Leurs aires de distributions seront présentées en fonction des limites administratives mais aussi, dans la mesure du possible, en fonction des principales unités géographiques du Maroc à savoir :

- le Rif : il correspond au système montagneux rifain qui s'étend au nord du pays entre la Mouloya et le détroit de Gibraltar en passant par la péninsule de Tanger. Il est bordé par la Méditerranée au Nord ;
- l'Atlas : il correspond au Maroc central et s'étend du sillon sud rifain et la plaine du Gharb au nord et le sillon sud atlasique et la vallée de Sous au sud. Il est composé du Moyen, Haut et l'Anti-Atlas ;
- les plaines maritimes entre l'océan Atlantique et l'ouest de la chaîne de l'Atlas ;
- le Maroc présaharien au sud et au sud-est de l'Anti-Atlas. C'est la partie qui subit le plus d'influences arides et désertiques en provenance de la zone tropicale du grand Sahara.

3.1. *An. labranchiae* Falleroni, 1926

3.1.1. Systématique

An. labranchiae est un membre du complexe *Maculipennis*. Les premiers constats concernant ce taxon sont ceux de Sicault

et al. [4] qui parlent pour la première fois de la présence au Maroc d'un nouveau type racial parmi les peuplements connus d'*An. maculipennis*. Roubaud [16] le considère comme une espèce très voisine d'*An. labranchiae* et le décrit sous le nom d'*An. maculipennis sicaulti*. Toutefois, Bates [17] considère, sans explication, *An. sicaulti* du Maroc comme synonyme de *An. labranchiae*. En 1956, Senevet et Andarelli [18] la rattachent à *An. labranchiae* en la considérant comme une sous espèce de celle-ci tout en confirmant qu'elle est la seule trouvée en Afrique du Nord jusqu'à lors et, par conséquent, considèrent comme stations à *An. labranchiae* toutes celles décrites pour *An. maculipennis* auparavant. Guy et al. [19] évoquent, en revanche, l'éventualité de la présence de *An. maculipennis s.s.* au Maroc. En 1978, White [20] reconsidère de nouveau, sur la base de travaux non publiés de Bailly-Choumara et Ramsdale, *An. sicaulti* comme une véritable espèce mais rapidement, des études du polymorphisme électrophorétique la rattachent à *An. labranchiae* comme une simple race géographique [21]. Ces résultats ont été confirmés, par la suite par Zulueta et al. [22] qui proposent de nouveau la synonymie entre *sicaulti* et *labranchiae*. En 2003, en étudiant des populations d'*An. maculipennis s.l.* provenant de huit provinces du Maroc, Faraj et al. [23], montrent par caractérisation de l'ADN ribosomique et séquençage de l'ITS2, la présence d'une seule espèce du complexe *maculipennis* au Maroc : *An. labranchiae*. Des identifications moléculaires ultérieures de populations provenant d'autres régions consolident ces résultats [24,25].

3.1.2. Distribution géographique

An. labranchiae est un moustique très ubiquiste qui couvre une très grande partie du pays. Il a été signalé pour la première fois, en 1915, à Doukkala [26], puis par D'Anfreuille [27] à Salé ensuite par de nombreux auteurs dans différentes régions, couvrant pratiquement tout le Maroc depuis le nord [10,28,29] passant par le Rif [29,30], les plaines maritimes [4,5,8,10,29] où il constitue 95 % du peuplement anophélien [7], le moyen Atlas [10,29,31], le Nord ouest [5,10,29], l'Anti-Atlas [10,13,29,32] atteignant diverses oasis du Sud [6,8]. Sur la base des travaux précités, Brhunes et al. [33] illustre la répartition de cette espèce au Maroc. Se référant aux données non publiées du LEM qui remontent à 1965, nous avons remarqué qu'*An. labranchiae* n'a jamais été capturé dans les provinces d'Agadir, d'Ouarzazate et de Zagora au sud du Maroc. Sa présence dans la province de Marrakech n'a pas été signalée depuis 1974. Dans le cadre d'une étude sur la réceptivité des zones frontalières avec la Mauritanie et l'Algérie que nous avons mené en 2009, la présence de cette espèce n'a pas été notée dans les provinces de Oued Eddahab (limitrophe avec la Mauritanie) et d'*Errachidia* (limitrophe avec l'Algérie). Cette espèce semble avoir disparu des provinces situées au sud et au sud-est de l'Atlas.

3.1.3. Compétence vectorielle

Bien que les études concernant sa compétence et sa capacité vectorielle soient très rares au Maroc, tous les auteurs s'accordent unanimement, depuis Delanoë [26] à nos jours, sur le rôle principal qu'a toujours joué *An. labranchiae* dans la

transmission du paludisme, aussi bien à *P. vivax*, qu'à *P. falciparum* et *P. malariae*. En effet, les études réalisées sur la densité de ce moustique, sa répartition dans l'espace et dans le temps, sa longévité, ainsi que ses contacts avec l'homme ont toujours permis de le considérer capable d'entretenir et d'assurer la transmission de la maladie bien que les indices d'infestations, dans les rares occasions où ils ont été calculés, étaient toujours faibles. Houel [34] parle d'un indice de 2 % dans les zones d'endémie. Holstein, en 1966, calcule un indice sporozoïtique de 0,3 à 0,5 % [35].

En ce qui concerne la compétence d'*An. labranchiae* à *P. falciparum*, éliminé du Maroc depuis 1973, les données historiques affirment qu'*An. labranchiae* était le vecteur responsable de la transmission de cette espèce [34]. Il s'agissait certainement d'une souche différente des souches tropicales et plus proche des souches paléoarctiques, actuellement présentes uniquement en Afghanistan, au Tadjikistan et éventuellement en Égypte. *An. labranchiae* du Maroc serait donc capable de transmettre ces souches [36]. Au cours des années 1970, des études décrivent *An. labranchiae* du sud de l'Europe, en particulier de l'Italie, comme étant réfractaire aux souches de *P. falciparum* originaires d'Afrique tropicale [37]. *An. labranchiae* du Maroc est génétiquement très proche d'*An. labranchiae* de l'Italie. Par conséquent, il a été considéré, depuis, comme étant réfractaire au *P. falciparum* tropical.

En 2007, dans le cadre du projet EDEN, la compétence d'*An. labranchiae* provenant du Maroc vis-à-vis d'une souche tropicale de *P. falciparum* (NF54) maintenu en culture a été testée au *Medical parasitology* de Nijmegen, Pays Bas. Les résultats de ces essais ont révélé une compétence potentielle d'*An. labranchiae* marocain aux souches tropicales de *P. falciparum*, indiquée par le développement d'oocystes chez un faible nombre de spécimens. Cela suggère la possibilité d'une transmission, du moins théorique et donc la possibilité d'une éventuelle adaptation et/ou mutation qui pourraient avoir lieu suite à des contacts continus et intensifs entre parasite et vecteur.

3.2. *An. cinereus* Theobald, 1901

An. cinereus fut signalé pour la première fois au Maroc par Viallate en 1922 sous le nom de *Pyretophorus myzomyifacies* [38], puis par Charrier dans la région de Tanger sous le nom de *An. hispaniola* [28]. En 1945, Gaud identifia pour la première fois au Maroc *An. turkhudi* à Marrakech [39]. Il la considéra comme une sous espèce de l'espèce asiatique *An. turkhudi* et la nomma *An. turkhudi myzomyifacies*. En essayant de préciser la fréquence et la distribution de ce moustique au Maroc, Gaud et Duthu [40] se rendent compte de l'ubiquité de l'espèce et réalisent qu'une confusion s'était certainement produite durant toutes les années antérieures avec *An. hispaniola*. Ils appelèrent alors *turkhudi* les *myzomyia* du Maroc jusque là considérés comme des *hispaniola*. Ce n'est qu'en 1959 que Guy [41], décrivant des œufs, larves, nymphes et adultes des deux espèces, remarque qu'elles sont morphologiquement très voisines et que des confusions pourraient avoir lieu. Toutefois, leurs aires de répartition sont très séparées et ne peuvent pas se

chevaucher. Il fait, alors, tomber *An. turkhudi myzomyifacies* en synonymie avec *An. hispaniola*. En effet, le groupe « turkhudi » paraissait être composé de trois espèces : *An. turkhudi* (espèce asiatique), *An. hispaniola* (espèce méditerranéenne) et *An. cinereus* (espèce éthiopienne). En 1960, Senevet et Rioux [42], sur la base d'études morphologiques d'œufs, larves, nymphes et adultes d'*An. hispaniola* et *An. cinereus*, considèrent que ces deux espèces ne diffèrent pas suffisamment pour constituer des espèces autonomes et considèrent *An. hispaniola* comme une sous espèce méditerranéenne de *An. cinereus*. Toutefois, Dahl et White [43] firent tomber, sans explication, *An. hispaniola* en synonymie avec *An. cinereus*. Ce statut fut reconnu et soutenu par Ramsdale [44].

En 2008, sur la base d'études moléculaires dans le cadre du projet EDEN en collaboration avec le Natural History Museum (NHM), Londres, nous avons caractérisé, par séquençage du gène de la cytochrome oxydase I (COI), des populations marocaines d'*An. cinereus* provenant du nord (Chefchaouen) et du centre du Maroc (Beni Mellal). L'ensemble des individus examinés se rattache génétiquement à l'espèce *An. cinereus*.

3.2.1. Distribution géographique

An. cinereus est un moustique ubiquiste qui occupe la quasi-totalité du pays. Cependant, sa zone de prédilection est la montagne et sa présence sur la bande littorale est exceptionnelle [4,6,8,10,29–31,45–49].

Les identifications des récoltes d'anophèles provenant de différentes régions du Maroc, dans le cadre du PLAP, confirment son ubiquité. Il a été récolté pratiquement dans toutes les provinces, y compris la bande littorale.

3.2.2. Compétence vectorielle

À cause de son caractère exophile et zoophile au Maroc, *An. cinereus* était toujours considéré comme un mauvais vecteur bien qu'il ait été trouvé porteur de sporozoïtes, une seule fois à Midelt en 1948 [18]. En 1966, Holstein [35] confirme le rôle négligeable de cette espèce sur la base d'études sur l'âge physiologique de femelles collectées dans la région de Marrakech. La longévité des femelles est trop faible pour permettre le développement du plasmodium.

3.3. *Anopheles sergentii* Theobald, 1907

3.3.1. Systématique

Bien que Guy [29], en analysant les différences de résultats concernant les tests à la précipitine, fasse remarquer qu'il s'agit vraisemblablement de part et d'autre de la chaîne montagneuse du Haut Atlas de deux populations différentes ne s'interpénétrant pas, l'unicité d'*An. sergentii* n'a jamais été discutée au Maroc. Afin de clarifier le statut de ce taxon sur la base d'outils moléculaires, nous avons examiné, en collaboration avec le NHM, les variations de séquences du gène COI de l'ADN mitochondrial de différentes populations d'*An. sergentii* capturées en 2007 et 2008 au nord (Chefchaouen) et au centre (Beni Mellal) du Maroc. Les résultats de ces analyses ont montré que les différentes populations géographiques du Maroc appartiennent à une unique espèce. Les différences de

comportement observées entre populations géographiques seraient essentiellement dues à des environnements différents.

3.3.2. Distribution géographique

An. sergentii est un moustique dont la présence est restée insoupçonnée au Maroc jusqu'en 1937 date à laquelle Messerlin et Treillard [50] la décrivent pour la première fois au sud de Marrakech. Elle a été, ensuite, considérée comme une espèce méridionale qui constitue plus de la moitié du peuplement anophélien dans le Maroc saharien [8,10,29,51]. Guy [10] admet, même s'il la trouve étonnante, sa présence dans la région de Berkane (à l'est du pays) et l'explique par les conditions géographiques et climatiques semblables à celle du sud du pays qui font qu'*An. sergentii* a la possibilité de remonter librement vers le nord par le contour de la Moulouya. Cependant, il considère, comme « fait curieux », la présence de quelques larves aux mois de juin et juillet pendant deux années consécutives dans la région de Tanger (au nord du pays) et suppose qu'un transport artificiel était en cause. Cependant, bien avant, Senevet et Andarelli [18] considèrent que son aire dépasse un peu la zone steppique, couvrant tout l'Atlas et une large bande au nord-ouest de celle-ci. Au Rif, il a été signalé par Bailly-Choumara [30] et Holstein [35]. En 1967, Bailly-Choumara [48] confirme sa présence dans la vallée de Moulouya.

À partir des années 1970, cette espèce a été mise en évidence pratiquement dans tout le pays à l'exception des zones côtières atlantiques à l'ouest du pays (Rabat, Casablanca, Kénitra, Larache) (données non publiées du LEM).

3.3.3. Compétence vectorielle

Bien qu'*An. sergentii* n'ait jamais été trouvé infecté au Maroc, il est considéré comme vecteur secondaire et a été toujours considéré, sur des bases épidémiologiques, comme capable de jouer dans le sud le rôle d'*An. labranthiae* dans le nord [29,51,52]. En 1968, Guy et Holstein [13] confirment son rôle possible dans la transmission par l'étude de son âge physiologique.

Cette espèce semble jouer un rôle important dans la transmission du paludisme dans d'autres régions du monde. L'OMS [53] considère que c'est un important vecteur dans les oasis, l'Égypte, l'ouest et le sud-est de l'Arabie saoudite, ainsi qu'au Yémen. En Israël, Jordanie et Libye, *An. sergentii* est considéré seulement comme un vecteur potentiel [54]. *An. sergentii* transmet aussi le *P. falciparum* en Égypte [55]. En effet, *An. sergentii* appartient au sous genre *Cellia* auquel appartient aussi le groupe *An. gambiae*. L'appartenance des deux espèces au même groupe laisse suggérer que la susceptibilité d'*An. sergentii* au *P. falciparum* tropical est fort possible et mérite d'être évaluée.

3.4. *Anopheles claviger s.l.* Meigen, 1804

3.4.1. Systématique

Bien que, Senevet et Andarelli [56] et Guy [57], sur la base d'examen de nymphes et de larves avaient signalé l'existence de trois sous espèces marocaines : *An. claviger petragmani* forme *sahelensis*, *An. claviger missiroli* et une troisième espèce

aberrante plus difficile à classer, aucune étude approfondie sur le statut taxonomique d'*An. claviger s.l.* n'a été réalisée au Maroc avant cette date.

En effet, *An. claviger s.l.* est un complexe d'espèces du paléarctique occidental qui a été signalé dans presque toute l'Europe, le proche orient, une partie du moyen orient et le nord de l'Afrique [58,59]. Actuellement, il est considéré comme composé de deux espèces jumelles *An. claviger s.s.* et *An. petragmani*. Ces espèces étaient considérées comme deux morphes de la même espèce (*An. claviger*) jusqu'à 1962, date à laquelle Colluzi [60] démontre leurs statuts d'espèce. Toutefois, il existe actuellement peu de données sur leurs distributions respectives. Il est, en général, admis qu'*An. claviger s.s.* existe sur toute l'aire de distribution du complexe, notamment l'Europe, le nord de l'Afrique et le moyen orient, alors qu'*An. petragmani* est limité à l'ouest du bassin méditerranéen [58].

Au Maroc, l'identification de ce groupe était toujours basée sur des caractéristiques morphologiques, ce qui ne permettait pas la distinction entre les deux espèces. Pour contribuer à la clarification du statut de ce taxon, nous avons analysé et comparé les séquences des régions ITS2 de l'ADN ribosomique et du gène COI de l'ADN mitochondrial de différentes populations d'*An. claviger s.l.* récoltées dans le nord du Maroc (Chefchaouen) en 2007 et 2008 respectivement en collaboration avec l'Instituto Superiore di Sanità, Italie et le NHM. Tous les spécimens identifiés (34) appartiennent à l'espèce *An. petragmani*. Ces résultats constituent la première signalisation de cette espèce au Maroc sur la base d'études moléculaires et apportent de nouvelles précisions sur sa distribution à l'échelle mondiale.

3.4.2. Distribution géographique

An. claviger s.l. est connu au Maroc depuis longtemps. Gaud et al. [6] la signale déjà parmi les espèces anophéliennes marocaines. Sa zone de prédilection est le versant nord du moyen Atlas et les plaines intérieures (plaine de Saï) [6–8,10,29]. En 1967, Bailly-Choumara la retrouve dans le moyen Atlas, le Rif et en très faible densité dans la vallée de Moulouya [30,30,48]. Louah et al. [61] la récolte dans la péninsule Tangitane. Faraj et al. [62] l'ont capturé à une faible densité dans le Rif. Les résultats d'identification des récoltes d'anophèles provenant des différentes régions du Maroc montrent que c'est une espèce qui est présente dans tout le Maroc à l'exception des provinces au sud de Marrakech (données non publiées du LEM).

3.4.3. Compétence vectorielle

Le rôle d'*An. claviger s.l.*, dans la transmission du paludisme, n'a jamais été bien élucidé au Maroc. Gaud et al. [7] considèrent cette espèce très faiblement vectrice. Guy [12], qui la considère comme un moustique plutôt sauvage, estime que sa biologie est très mal connue au Maroc pour pouvoir en tirer une conclusion claire. Senevet et Andarelli [18] croient que son rôle dans la transmission de la maladie est nul. Guy [10], en confirmant qu'il n'a jamais été trouvé porteur de sporozoïtes au Maroc, admet qu'il peut être responsable de

quelques cas d'automne que l'on rencontre dans la partie orientale du moyen Atlas. Cependant, Guy et Holstein [13], montrent que l'âge physiologique d'*An. claviger s.l.* ne lui permet pas l'accomplissement d'un cycle sporogonique complet au Maroc et remettent en cause son rôle de vecteur. Depuis, aucun travail dans ce sens n'a été fait. Le rôle d'*An. petragani* dans la transmission du paludisme n'a jamais été démontré ailleurs, contrairement à *An. claviger s.s.* qui a été reconnu capable de transmettre, autrefois, le paludisme dans différentes régions d'Europe [63,64].

3.5. *An. d'thali* Pallon, 1905

3.5.1. Distribution géographique

An. d'thali a été signalé pour la première fois au sud du Maroc en 1959 [65]. Il était toujours considéré comme une espèce présaharienne. Son aire de distribution était localisée, jusqu'en 1967, au sud du grand Atlas entre Oued Ziz et Oued Draa [10,14,46,47]. Au cours des années 1967 et 1968, il a été retrouvé plus au sud à Fom Zguid [49]. Il fut signalé, la même période, dans la vallée de la Moulouya à 100 km du littoral méditerranéen [48]. Ce point représentait, selon l'auteur, l'un des points extrêmes nord de sa répartition sur le continent africain. Il conclut que la vallée de Moulouya permet la remontée d'espèce présaharienne non loin de la Méditerranée et se demande comment la barrière du Haut Atlas a été franchie. Guy et Holstein [13] considèrent qu'en raison de la position oblique de l'Atlas marocain, aucune condition climatique ne s'oppose à ce que cette espèce quitte son domaine habituel. La surveillance entomologique menée dans le cadre du PLAP depuis 1965 n'a pas mis en évidence cette espèce en dehors des zones arides où elle a été signalée. En 2005, Faraj et al. [66] la retrouvent, pour la première fois à l'extrême nord du Maroc, au bord de la Méditerranée, dans une région subhumide de la chaîne rifaine. Les auteurs concluent qu'*An. d'thali* ne doit plus être considéré comme une espèce strictement saharienne. Il est capable d'étaler son aire de répartition jusqu'au voisinage de la mer.

3.5.2. Compétence vectorielle

An. d'thali était considéré comme un vecteur secondaire au sud du Maroc (après *An. sergentii*). Toutefois, aucune étude n'a confirmé ou infirmé ce rôle. L'infection naturelle des glandes salivaires était toujours négative quoiqu'elle n'ait pas été fréquemment recherchée [10]. Selon Benmansour et al. [14], *An. d'thali* est considéré parmi les espèces dont la brièveté de vie, l'écologie particulière et la rareté font qu'elle n'a probablement aucune implication dans la transmission du paludisme au Maroc.

3.6. *An. marteri* Senevet et Prunelle, 1927

3.6.1. Systématique

An. marteri semble être un complexe d'espèces paléarctiques dont la situation actuelle n'est pas encore clarifiée. Deux races morphologiques de ce taxon ont été décrites comme deux espèces différentes : *Anopheles marteri* Senevet et Prunelle en provenance d'Algérie et *An. sogdianus* Keshishian originaire

du Tadjikistan [67]. Mais par la suite Shahgudian donne à *An. sogdianus* un statut de sous espèce de *An. marteri* [68]. En 1987, Ribeiro et al. [69] considèrent *An. sogdianus* et *An. marteri* comme deux morphes de la même espèce devant être considérées comme des synonymes. Ce statut a été accepté par Ward [70] et en absence d'études enzymatiques ou génétiques, cette conclusion semblait jusque-là, la plus appropriée. Afin de vérifier la pertinence de cette classification, nous avons analysé et comparé, en collaboration avec le NHM, les séquences du gène de la cytochrome oxydase I sur le DNA mitochondrial de spécimens d'*An. marteri* capturés en 2008 au nord-est du Maroc (Alhoceima) et de spécimens d'*An. marteri* provenant d'autres régions de l'Europe. L'analyse de ces séquences a révélé deux groupes de génotypes qui correspondent à deux entités génétiquement différentes (Y. Linton, en préparation). Les populations marocaines appartiennent au taxon *An. marteri marteri* et celles de l'Europe appartiennent à *An. marteri sogdianus*.

3.6.2. Distribution géographique

An. marteri a été décrite pour la première fois au Maroc en 1947 [71]. Elle fût trouvée essentiellement dans le grand et le moyen Atlas. Ce n'est que durant les années 1960 que Bailly-Choumara la signale du Rif et de la vallée de Moulouya [30,48]. Benmansour et al. [14] la trouve dans le nord-est du pays dans la province de Taza. Nous l'avons identifié à plusieurs reprises dans les provinces de Chefchaouen, Alhoceima, Tounate, Taza, Meknes, Khénifra, Beni Mellal, Azilal, Khouribga, Safi et Marrakech (données non publiées du LEM).

3.6.3. Compétence vectorielle

Guy [10] considère cette espèce comme montagnarde, sauvage ne pénétrant pas dans les maisons et semble ne piquer l'homme qu'occasionnellement. Son rôle pathogène est très probablement nul en raison de sa rareté, sa zoophilie et son exophilie.

3.7. *An. multicolor* Cambouli, 1902

C'est une espèce ubiquiste et peu fréquente au Maroc. Elle est principalement du Maroc présaharien mais on la trouve également, mais en bien moins grand nombre, dans le Maroc septentrional jusqu'à l'extrême nord [7,8,10,29,46,47,49]. Louah et al. [61] l'ont récolté dans la péninsule Tangitaine. Les identifications effectuées au niveau du LEM indiquent sa présence surtout dans le sud (Elkalâa, Marrakech, Safi, Errachidia, Ouarzazate, Agadir, Assa Zag), mais aussi dans quelques provinces du Nord (Fes, Alhoceima). C'est une espèce plutôt zoophile, toutefois, elle peut piquer l'homme [10]. Son rôle comme vecteur n'a jamais été défini au Maroc [12]. Mais il est admis, qu'elle aurait pu jouer le rôle d'un vecteur secondaire dans la transmission du paludisme dans certaines oasis du Sud.

3.8. *An. algeriensis* Theobald, 1903

C'est une espèce connue du Maroc depuis longtemps, Charrier [28] la signale déjà parmi les anophèles du Maroc. Il

semble que c'est Viallate [38] qui l'a signalé pour la première fois. D'après Gaud et al. [6], il est ubiquiste et rare dans tout le Maroc au nord du Grand Atlas. Il a été signalé au Moyen Atlas [10,29,31], dans les plaines du Gharb [49], dans la péninsule Tangitane [61] et dans le Rif (données non publiées du LEM, 1997).

C'est une espèce qui semble être exophile [12] et peu anthropophile [49]. La rareté de l'espèce fait qu'elle n'a suscité, jusqu'à présent, aucun intérêt pour évaluer son implication dans la transmission du paludisme au Maroc.

3.9. *An. ziemanni* Gruenberg, 1902

An. ziemanni a été trouvé pour la première fois au Maroc en 1953 dans la plaine du Sous, au sud d'Agadir par Guy [72]. Ce même auteur, la retrouvant en 1958 dans la région de Marrakech, confirme sa présence, affirme que la seule variété connue au Maroc est *An. coustani ziemmani* [73] et l'inclut définitivement parmi les moustiques du Maroc [29]. Elle fut retrouvée à Marrakech, en 1972 par Bailly-Choumara [49]. Et ce fut la dernière signalisation de cette espèce au Maroc. Des prospections entomologiques menées dans son aire de distribution d'origine ne l'ont jamais mis en évidence (données non publiées du LEM).

4. Conclusion

Ce travail a été conduit dans un objectif de synthétiser, sur la base de travaux antérieurs ainsi que sur des résultats de recherche plus récents, les connaissances actuelles sur les anophèles du Maroc. Nous nous sommes intéressés en particulier à l'éclaircissement de leurs statuts taxonomiques, l'évolution de leurs distributions géographiques ainsi qu'à leurs implications respectives dans la transmission du paludisme.

Deux espèces semblent avoir joué un rôle important dans la transmission et continuent à constituer un risque pour une éventuelle réintroduction du paludisme au Maroc ; *An. labranchiae* et *An. sergentii*. Ces deux espèces recouvrent, actuellement, tout le territoire, y compris les régions montagneuses et les régions les plus arides. Leurs aires respectives se chevauchent largement. *An. labranchiae* est présent sur toute la partie nord du pays, depuis les chaînes du Rif jusqu'au versant nord du Haut Atlas. Cette espèce domine dans le nord ouest du pays et représente le seul peuplement anophélien dans la plaine du Rharb. *An. sergentii* est présent sur presque tout le territoire, depuis le Rif, passant par les chaînes de l'Atlas jusqu'au oasis du Sud. Cette espèce constitue l'essentiel du peuplement anophélien de la zone présaharienne. Elle est absente des plaines atlantiques à l'ouest du pays.

Le risque de transmission du paludisme ou risque entomologique est donc toujours présent sur tout le territoire du Maroc en raison de la présence des vecteurs en densité importante dans les zones anciennement impaludées. Toutefois, le risque de réémergence du paludisme, qui tient compte en plus des facteurs entomologiques de facteurs épidémiologiques, particulièrement la présence de porteurs de plasmodium, reste actuellement très faible. En effet, le Maroc notifie chaque année

une centaine de cas de paludisme d'importation surtout à *P. falciparum* en provenance des pays de l'Afrique subsaharienne [74,75]. Ces cas sont notifiés particulièrement dans les grandes villes où les conditions de transmissions sont absentes. La probabilité que ces réservoirs entrent en contact avec le vecteur dans les zones de transmission potentielle et pendant la saison de transmission est très faible.

5. Remerciements

Nous tenons à remercier Yvonne Linton, Ralph Harbach (NHM, Londres), Daniella Boccoloni, Roberto Romi (ISS, Rome) pour leur participation à l'identification moléculaire des anophèles ainsi qu'Adrian Luty et Geert-Jan van Gemert (Radboud University, Nijmegen) pour leur contribution aux infestations artificielles des anophèles.

Nos vifs remerciements vont également à Mohammed Elkohli, Elhoussein Lakraa, Mohammed Elrhazi et Nadia Saaf pour leur précieuse aide sur le terrain et au laboratoire.

Cette étude a reçu le support technique et financier du projet européen EDEN, GOCE-2003-010284. Cet article est référencé EDEN0212. Le contenu de cette publication est sous la seule responsabilité des auteurs et n'engage pas l'Union européenne.

Conflit d'intérêt

Aucun conflit d'intérêt.

Références

- [1] Trari B, Dakki M, Himmi O, El Agbani MA. Les moustiques (*Diptera: culicidae*) du Maroc. Revue bibliographique (1916–2001) et inventaire des espèces. Bull Soc Path Exo 2002;95(4):329–34.
- [2] Gaud J. Lutte antipaludique au Maroc en 1947. Bull Inst Hyg Maroc 1947;7:119–25.
- [3] Houel G, Donadille F. Vingt ans de lutte antipaludique au Maroc. Bull Inst Hyg Maroc 1953;13:3–51.
- [4] Sicault G, Messerlin A, Lumeau J, Fritz J. Le paludisme dans le Gharb. Bull Inst Hyg Maroc 1935;5:5–91.
- [5] Bonjean M. L'épidémiologie du paludisme au Maroc. Bull Inst Hyg Maroc 1947;7:119.
- [6] Gaud J, Faure F, Maurice A. Biogéographie des espèces anophéliennes au Maroc. Bull Inst Hyg Maroc (N S) 1949;9:145–63.
- [7] Gaud J, Faure F, Maurice A. Répartition et fréquence relative des espèces anophéliennes au Maroc. Ann Parasitol 1950;25:53–60.
- [8] Gaud J. Notes biogéographiques sur les culicidés du Maroc. Arch Inst Pasteur Maroc 1953;4:443–90.
- [9] Dorche G, Guy Y. Les projets d'éradication du paludisme au Maroc. Maroc Med 1961;40:979.
- [10] Guy Y. Bilan épidémiologique du paludisme au Maroc (données recueillies entre 1960, 1961 et 1962). Ann Para Hum Comp 1963;38:823–57.
- [11] Sacca G, Guy Y. Résistance de comportement au DDT chez *A. labranchiae* au Maroc. Bull Org Mond Sante 1960;22:735–41.
- [12] Guy Y. Les rapports entre l'anophélisme et le paludisme. Bull Soc Sci Nat Phys Maroc 1959;39:83–90.
- [13] Guy Y, Holstein M. Données récentes sur les anophèles du Maghreb. Arch Inst Pasteur Alger 1968;46:142–50.
- [14] Benmansour N, Laaziri M, Mouki B. Note sur la faune anophélienne du Maroc. Bull Inst Hyg (N S) Maroc 1972;52:103–12.
- [15] Trari B, Harbach RE, Himmi O, Dakki MA, Agoumi A. An inventory of the mosquitoes of Morocco. I. Genus *Anopheles* (Diptera: Culicidae). Eur Mosq Bull 2004;18:1–19.

- [16] Roubaud E. Variété nouvelle de l'*A. maculipennis* au Maroc. *A. maculipennis sicaulti* (n. var). Bull Soc Pathol Exot 1935;28:107–11.
- [17] Bates M. The nomenclature and taxonomic status of the mosquitoes of the *Anopheles maculipennis* complex. Ann Entomol Soc Am 1940;33:343–56.
- [18] Senevet G, Andarelli L. Les anophèles de l'Afrique du Nord et du bassin méditerranéen. Encycl Entomol. Paris: P. Lechevalier; 1956.
- [19] Guy Y, Salieres A, Boisiger E. Contribution à l'étude du complexe "maculipennis" (Dipt Cul Anoph). Mise au point en 1975. Ann Biol 1976;15:227–82.
- [20] White GB. Systematic reappraisal of the *Anopheles maculipennis* complex. Mosquito systematic 1978;10:13–44.
- [21] Bullini L, Bianchi-Bullini AP, Cianchi R, Sabatini A, Coluzzi M. Tassonomia biochimico del complesso *Anopheles maculipennis*. Parassitologia 1980;22:290–3.
- [22] Zulueta DEJ, Ramsdale C, Cianchi R, Bullini L, Coluzzi M. Observations on the taxonomic status of *Anopheles sicaulti*. Parassitologia 1983;25:73–92.
- [23] Faraj C, Adlaoui E, Saaf N, Romi R, Boccolini D, Di Luca M, et al. Note sur le complexe *Anopheles maculipennis* au Maroc. Bull Soc Pathol Exot 2004;97(4):293–4.
- [24] Faraj C, Adlaoui E, Brengues C, Fontenille D, Lyagoubi M. Résistance d'*An. labranchiae* au DDT au Maroc : mise au point, identification des mécanismes et choix d'un insecticide de remplacement. East Mediterr Health J 2008;14(4):776–83.
- [25] Faraj C, Adlaoui E, Ouahabi S, Rhajaoui M, Fontenille D, Lyagoubi M. Entomological investigations in the region of the last malaria focus in Morocco. Acta Tropica 2009;19(1):70–3.
- [26] Delanoe P. Contribution à l'étude du paludisme au Maroc occidental. Bull Soc Pathol Exot 1917;10:586–611.
- [27] D'Anfreville L. Les moustiques de salé (Maroc). Bull Soc Pathol Exot 1916;9:104–42.
- [28] Charrier H. Les moustiques de la région de Tanger. Bull Soc Pathol Exot 1924;17:570–2.
- [29] Guy Y. Les anophèles du Maroc. Mémoires de la Société des sciences naturelles et physiques, Maroc, Zoologie (N S), Rabat 1959;7:1–235.
- [30] Bailly-Choumara H. Récapitulation des récoltes d'entomologie médicale effectuées dans le Rif de 1964 à 1966. Lab. Entomol, I. S.C., Maroc, 1967, 8 p.
- [31] Bailly-Choumara H. Récapitulation des récoltes d'entomologie médicale dans le Moyen Atlas de 1964 à 1966. Lab. Entomol., I. S. C., Maroc, 1967, 9 p.
- [32] Langeron M. Anophèles du Grand Atlas et de l'anti-Atlas marocain. Arch Inst Pasteur Maroc 1938;2:357.
- [33] Brunhes J, Rhaim A, Geoffroy B, Angel G, Hervy JP. Les moustiques de l'Afrique méditerranéenne. Logiciel d'identification et d'enseignement. Montpellier, France, IRD & IPT, CD-Rom collection didactique: Éditions IRD; 2000.
- [34] Houel G. Note sur l'orientation trophique de *An. labranchiae* au Maroc. Bull Inst Hyg Maroc 1955;15:387.
- [35] Holstein M. Problèmes de l'anophélisme au Maroc. Rapport OMS 1966.
- [36] Walther W, Atta H, Rietveld A. First mission of the WHO team for certification of malaria free status of Morocco. Rapport de mission 2008.
- [37] Ramsdale CD, Coluzzi M. Studies on the infectivity of tropical African strains of *Plasmodium falciparum* to some southern European vectors of malaria. Parassitologia 1975;17(1–3):39–48.
- [38] Viallate C. Le paludisme au Maroc. Arch des Inst Afr du N 1922;II:595–621.
- [39] Gaud J. Présence au Maroc d'*Anopheles (Mizomyia) turkhudi* Liston, 1901. Arch Inst Pasteur Maroc 1945;4:144–7.
- [40] Gaud J, Duthu P. La variété marocaine d'*Anopheles turkhudi*, ses rapports avec *Anopheles hispaniola*. Bull Inst Hyg Maroc 1945;5:59–69.
- [41] Guy Y. Mise en synonymie d'*Anopheles turkhudi myzomyifacies* Gaud, avec *Anopheles hispaniola* Theobald. Bull Soc Sci Nat Phys Maroc 1959;39:13–8.
- [42] Senevet G, Rioux J. 1960, *Anopheles (myzomyia) hispaniola* Theobald, 1903 simple sous espèce de *Anopheles (Myzomyia) cinereus* Theobald, 1901, Arch Institut Pasteur Algérie 1960;38(4):530–5.
- [43] Dahl C, White GB. *Culicidae (Diptera)*. Limnofauna Europea, 2^e Eds. Fisher Stuttgart; 1978, p. 390–5.
- [44] Ramsdale CD. *Anopheles cinereus* Theobald 1901 and its synonym *hispaniola* Theobald 1903. Eur Mosq Bull 1998;2:18–9.
- [45] Ristorcelli A. Sur la présence à Marrakech d'*Anopheles hispaniola*. Ann Parasitol 1946;21:1–4.
- [46] Bailly-Choumara H. Rapport d'une mission entomologique effectuée dans la province d'Agadir du 19/04/65 au 09/05/65, Laboratoire d'entomologie, institut scientifique chérifien, Rabat, 1965, 11 p.
- [47] Bailly-Choumara H. Rapport d'une mission entomologique effectuée dans les provinces d'Agadir et de Tarfaya du 30/05/66 au 09/06/66, Laboratoire d'entomologie, institut scientifique chérifien, Rabat 1966, 7 p.
- [48] Bailly-Choumara H. Rapport d'une mission entomologique effectuée dans la vallée de la Moulouya du 1/10/67 au 10/10/67, Laboratoire d'Entomologie, Institut Scientifique Chérifien, Maroc, 1967, 11 p.
- [49] Bailly-Choumara H. Étude comparative de différentes techniques de récolte de Moustiques adultes (*Diptera. Culicidae*) faite au Maroc en zone rurale Bull Soc Sci Nat Phys Maroc 1973;53:135–88.
- [50] Messerlin A, Treillard M. Sur une nouvelle station du groupe *Myzomyia s.s (Anophelinae)*, en Afrique du Nord : *A. (Myzomyia) sergentii* Theobald au Maroc occidental. Bull Soc Pathol Exot 1938;31:106–9.
- [51] Gaud J. Fréquence au Maroc et rôle vecteur possible d'*Anopheles sergentii* Theobald. Bull Soc Pathol Exot 1948;12:498–501.
- [52] Guy Y, Dupuy R, N'Haili A. Importance d'*Anopheles (Myzomyia) sergentii* Theobald, 1907 au Maroc. CR Soc Sci Nat Phys Maroc 1958;8:194.
- [53] WHO. Vector bionomics in the epidemiology and control of malaria. Part II. The WHO European region and the WHO eastern Mediterranean region. WHO, Geneva, 1990.
- [54] Cope SE, Gad AM, Presley SM. New record of the malaria vector *Anopheles sergentii* in the southern Nile valley of Egypt. J Am Mosq Control Assoc 1995;11(1):145–6.
- [55] Shehata M, Kenawy M, El Said S, Beier J, Gwadz R, Shaaban M. *Anopheles sergentii* (Theobald), a potential malaria vector in Egypt. Ann Para Hum Comp 1989;64(1):72–6.
- [56] Senevet G, Andarelli L. Races et variétés de l'*Anopheles claviger* Meigen, 1804. Arch Inst Pasteur d'Algérie 1955;33(2):128–37.
- [57] Guy Y. Les sous-espèces marocaines d'*Anopheles claviger* Meigen. (1804) Bull Soc Sci Nat Phys Maroc 1959;39:9–12.
- [58] Postiglione M, Tabanlı S, Ramsdale CD. *Anopheles claviger* in Turkey. Riv Parasitol 1972;33:219–30.
- [59] Ramsdale C, Snow K. Distribution of the genus *Anopheles* in Europe. Eur Mosq Bull 2000;7:1–26.
- [60] Coluzzi M. Le forme di *Anopheles claviger* Meigen indicate con i nomi *missiroli* e *petragnanii* sono due species riprodotti vamento isolate. Rendiconti Acad Nazionale lincei 1962;32:1025–30.
- [61] Louah A, Ramdani M, Saoud Y, Mahjour J. Biotypologie des moustiques de la péninsule Tangitane. Bull Inst Sci Rabat 1995;19:93–102.
- [62] Faraj C, Adlaoui E, Rhajaoui M, Lyagoubi M. Malaria transmission estimation in high-risk provinces of Morocco. East Mediterr Health J 2003;9:542–7.
- [63] Hargreaves E. Entomological notes from Taranto (Italy) with references to Faenza during 1917 and 1918. Bull Entomol Res 1923;14:213–9.
- [64] Jetten TH, Takken W. Anophelism without malaria in Europe – A review of the ecology and distribution of the Genus *Anopheles* in Europe Wageningen. The Netherlands: Wageningen Agricultural University; 1994.
- [65] Sacca G. Contribution à la connaissance des *Myzomyia* du sud marocain. World Health Org Mal 1960, 254 p.
- [66] Faraj C, Adlaoui E, Ouahabi S, Lakraa L, Elkohli M, El Ouad R. Extension vers le nord de l'aire de distribution d'*Anopheles (Cellia) d'thali* Patton 1905. Bull Soc Pathol Exot 2008;101(1):62–4.
- [67] Keshish'yan MN. A new species of the *Anopheles* mosquito. *A. sogdianus* sp. nov. In Tadjikistan. Ibid 1938;10:77–80.
- [68] Shahgudian ER. Notes on *Anopheles marteri* Senevet and Prunelle, 1927. Proc R Ent Soc 1956;31(4–6):71–5.
- [69] Ribiero H, Ramos HC, Pires CA, Capela RA. Research of the mosquitoes of Portugal (*Diptera, Culicidae*). XI: a new anophelines record. Garcia de orta, Sér Zool, Lisboa 1985 (1987);12(1–2):105–12.

- [70] Ward RA. 3rd supplement to a catalog of the mosquitos of the world. Mosquito systematic 1992;24:177–230.
- [71] Gaud J. Contribution à l'étude des Culicidés au Maroc, quatre espèces nouvelles pour la faune locale. Bull Soc Sci Nat Maroc Rabat 1945–1947;25–27:204–6.
- [72] Guy Y. Extension vers le Nord de l'aire d'Anopheles (Anopheles) costani Laveran, 1900. Bull Soc Sci Nat Phys Maroc 1958;38: 207–11.
- [73] Guy Y. Note concernant *Anopheles costani*. C R Soc Sci Nat Phys Maroc 1959;7:104–105.
- [74] Sora N, Moudden MK, Moutaj R, Zyani M, Hda A, Jana M. Paludisme d'importation à l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech : à propos de 68 cas en quatre ans. Med Armees 2006;34:463–7.
- [75] El Ouali Lalami A, Cherigui M, Ibsouda Koraichi S, Maniar S, El Maimouni N, Rhajaoui M. Le paludisme importé dans le centre Nord du Maroc entre 1997 à 2007. Cah Sante 2009;19:43–7.