

## Entomologie

# CONTRIBUTION À L'ÉTABLISSEMENT D'UNE TYPOLOGIE DES GÎTES PROPICES AU DÉVELOPPEMENT LARVAIRE DES DIFFÉRENTES ESPÈCES DE CULICIDAE (DIPTERA, NEMATOCERA) DANS LES RÉGIONS DE SOUK-AHRAS ET TÉBESSA (NORD-EST ALGÉRIEN)

par

Houda HAMAIDIA<sup>1</sup>, Sélima BERCHI<sup>2</sup>

Cette étude vise à établir une typologie des gîtes permettant le développement des larves de Culicidés dans deux provinces du Nord-Est algérien appartenant à deux étages bioclimatiques différents (semi-aride et sub-humide), soit respectivement Tébessa et Souk-Ahras, durant 15 mois (de juillet 2001 à septembre 2002). Pour cela, les différents gîtes des larves de Culicidae prospectés ont été rangés en sept groupes en fonction des caractéristiques de l'eau, de la richesse du milieu en végétation, des fluctuations de la nappe superficielle et de l'alternance répétée de périodes d'assèchement et de remise en eau.

Au total, 19 espèces de Culicidés ont été inventoriées appartenant à 4 genres (*Culex*, *Culiseta*, *Anopheles* et *Aedes*) réparties entre les sept types de gîtes. Avec 13 espèces différentes, un gîte permanent d'eau stagnante, pauvre en végétation (PES-V), s'est révélé le plus riche en espèces culicidiennes. Les macro-invertébrés récoltés en même temps que les larves de Culicidae, dénommés ici faune associée, sont plus abondants dans les gîtes permanents à eau stagnante pauvres en végétation puis dans ceux à eau stagnante riches en végétation (PES+V), et l'abondance des Culicidae est nettement corrélée avec celle de la faune des macroinvertébrés dans les milieux échantillonnés.

---

1. Faculté des Sciences de la nature et de la vie, Université Larbi Tbessi, Tébessa (Algérie).

2. Laboratoire de Biosystématique et Écologie des Arthropodes, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie – Département de la Biologie Animale – Université Mentouri-Constantine (Algérie).

**Auteur correspondant** : Houda HAMAIDIA, e-mail <h\_hamaidia@yahoo.fr>.

### Bulletin de la Société zoologique de France 141 (3)

Cette étude a permis de mettre en évidence l'importance de la diversité des gîtes larvaires dans la répartition des populations culicidiennes de la région.

**Mots-clés** : Culicidae, biotypologie, faune associée, Souk-Ahras, Tébessa, Nord-Est algérien.

#### **Contribution to the establishment of a typology of biotopes suitable for the larval development of different species of Culicidae (Diptera, Nematocera) in the regions of Souk-Ahras and Tébessa (northeastern Algeria)**

A typology of the aquatic habitats more or less favourable to the larval development of mosquitoes is established for the region of Tébessa, where the climate is semi-arid, and for that of Souk-Ahras, where the climate is sub-humid. This allows a better understanding of the ecology, diversity and abundance of the different species of Culicidae occurring in northeast Algeria.

Culicidae were sampled during 15 months, from July 2001 to September 2002. The different biotopes prospected were assigned to seven types, according to the quality of the water, the richness of environmental vegetation and the fluctuations in the water table in relation to meteorological conditions and the occurrence of repeated dry periods.

In total, 19 species of Culicidae were identified, belonging to four genera: *Culex*, *Culiseta*, *Anopheles* and *Aedes*. The biotopes with stagnant and low-vegetation water (PES-V) proved to be the richest breeding sites for culicid species. Macro-invertebrates harvested together with the Culicidae larvae were more abundant in vegetation-rich Culicidae habitats (PES + V) and the abundance of Culicidae was clearly correlated with that of the associated macroinvertebrate fauna in the sampled habitats. This study highlights the importance of different types of larval biotopes for the diversity and distribution of culicid populations. The results of this work allowed a typology of Culicid larvae biotopes to be established, which may be useful in the context of a regional anti-mosquito program.

**Keywords**: Culicidae, biotypology, associated fauna, Souk-Ahras, Tébessa, Algeria.

### Introduction

Au plan de la pathologie humaine et animale, les insectes peuvent être amenés à jouer des rôles épidémiologiques nombreux et variés, ce qui en fait alors un problème majeur de santé publique (BERGE, 1975). L'étude des insectes piqueurs-suceurs de sang comme les Moustiques présente donc un intérêt majeur, puisque ces insectes sont les agents vecteurs d'un grand nombre de maladies infectieuses de l'Homme et des animaux (SENEVET & ANDARELLI, 1956).

La faune culicidienne est en effet le principal agent responsable de la transmission du paludisme et des filarioses ; sa large répartition et ses fortes abondances donnent aux Culicidae une importance médicale et vétérinaire majeure (LOUAH *et al.*, 1995). Aussi, de nombreux travaux ont été réalisés sur les Culicidés dans le monde entier y compris en Europe [GILOT *et al.* (1976) ; EDWARDS (1920) ; BRUNHES *et al.* (2000) et DUTTO & MOSCA (2017)]. L'essentiel de ces travaux sur les moustiques a porté soit sur la taxonomie et les inventaires, soit sur l'écologie

## **Étude des gîtes larvaires des Culicidae en Algérie**

des espèces comme les travaux de TRARI *et al.* (2002), EL OUALI LALAMI *et al.* (2010) ; TIA *et al.* (2016), HAMAIDIA & BERCHI (2018) et d'autres recherches qui ont porté sur la répartition des Culicidés et la lutte contre les moustiques comme celles de TOTO *et al.* (2011) ou de PRADEL *et al.* (2007).

Parmi les plus anciens travaux réalisés dans les pays africains en général et au Maghreb en particulier, on citera ici ceux effectués au Maroc dès 1916 par D'ANFREVILLE, puis par TRARI *et al.* (2002), et en Tunisie par LANGERON en 1921 ; au Sahara algérien par FOLEY en 1923 et ceux de CLASTRIER, 1941 ; ADAM *et al.*, 1961 ; METGE & HASSAÏNE, 1998 ; BENDALI *et al.*, 2001 ; SNOW *et al.*, 2015 ; HAMAIDIA & SOLTANI, 2016 ; BOUGUERRA *et al.*, 2016. Nous pouvons avoir une vue suffisamment claire sur la faune culicidienne de l'Algérie grâce à l'Institut Pasteur d'Algérie et les recherches de SENEVET (1939), puis celles effectués par SENEVET & ANDARELLI (1960). En général, la nature du gîte influence la répartition des espèces de Culicidae. Certains de ces auteurs avaient en effet noté la préférence de certaines espèces culicidiennes pour les gîtes fluviaux, alors que d'autres espèces se rencontrent plus souvent dans des gîtes à eau stagnante et que, si certains groupes sont sténotopes, d'autres sont au contraire plus eurytopes, et enfin que certaines espèces prolifèrent dans des gîtes très pollués (BERCHI *et al.*, 2012). Finalement, la répartition des diverses espèces de Culicidae semble être plus ou moins fortement influencée par leur préférence pour certains types de gîtes larvaires.

## **Matériel et méthodes**

### **Présentation des régions d'étude**

Pour effectuer cette étude, nous avons choisi deux groupes de stations situées dans deux wilayas (provinces) du Nord-Est de l'Algérie. La première est celle de Souk-Ahras ; sa superficie est de l'ordre de 4 360 km<sup>2</sup> et s'étend entre une latitude nord de 36° 27' N dans sa partie la plus septentrionale à 35° 50' N dans sa partie la plus méridionale. En longitude, cette province se situe entre 7° 3' E à l'Ouest et 8° 24' E à l'Est. Elle présente une altitude moyenne de 887 m et est limitée au nord par la wilaya de Taref, au Sud par celle de Tébessa, à l'Ouest par les wilaya de Guelma et d'Oum El-Bouaghi, et à l'Est par la frontière Tunisienne (Figure 1). La région de Souk-Ahras est caractérisée par des reliefs souvent accidentés, avec de nombreux sommets qui dépassent les 1000 m et un réseau hydrographique dense et complexe dont l'Oued Medjerda, le plus important et le plus connu, qui part vers le Nord-Est irriguer le Nord de la Tunisie. C'est une région riche en eaux de surface, aussi bien courantes que stagnantes, bénéficiant de précipitations importantes liées au climat méditerranéen. Il en résulte que la région, qui bénéficie d'un tel climat méditerranéen, se trouve la plupart du temps dans l'étage bioclimatique subhumide.

La province de Tébessa a une superficie approximative de 13 878 km<sup>2</sup> et s'étend du Sud au Nord entre les latitudes 36° N (au Nord) et environ 34° N (vers le Sud), et d'Ouest en Est entre les longitudes de 7°15' et 8° 23' E. L'altitude moyenne

### Bulletin de la Société zoologique de France 141 (3)

est de l'ordre de 960 m. Elle est limitée au Nord par la wilaya de Souk-Ahras, au Sud par la celle d'El-Oued, à l'Ouest par les wilaya de Khenchela et d'Oum el-Bouaghi et à l'Est par la frontière Algéro-Tunisienne. L'ensemble de la région, caractérisée par toutes ces hauteurs qui font partie de l'Atlas saharien oriental, se trouve dans l'étage bioclimatique semi-aride, caractérisé par des hivers froids et des étés chauds.

#### Diversité des gîtes prospectés

Pour effectuer notre étude, nous avons choisi 14 stations, dont 7 stations dans la commune de Taoura, qui se trouve dans le sud de la Province de Souk-Ahras, et 7 stations réparties dans les communes d'El-Méridj, Ouenza et Tébessa, dans la Province de Tébessa (Figure 1). La localisation de ces stations est précisée dans les tableaux 1 et 2.

Les gîtes que nous avons prospectés régulièrement sont au nombre de 22, et la plupart sont situés en zone rurale. Afin d'établir une typologie à partir des 22 sites retenus pour cette étude, nous avons pris en compte quatre variables considérées généralement comme les plus importantes du point de vue écologique, et cela nous a permis de ranger tous les gîtes dans l'un des sept types de stations. L'eau d'un éco-

**Tableau 1**

Localisation des stations choisies dans la région de Tébessa.

*Location of sampling sites in the region of Tébessa.*

Station	Altitude	Localisation	Gîte code
Nouveau-Bayad	612 m	Au centre de la commune d'Ouenza	G07, G08
Ennfidet el-bagra	554 m	3 km au sud du chef-lieu Ouenza	G19
Cité de la mosquée	719 m	4 km au nord du chef-lieu Ouenza	G02
El-Amel	512 m	4,2 km au sud-est du chef-lieu Ouenza	G09
Hachana	554 m	5 km au nord du chef-lieu Ouenza	G20
Si Yahia	604 m	2 km au nord du chef-lieu de la commune de El-Méridj	G04
El-Merdja	812 m	2,2 km au nord du centre ville du Tébessa	G21, G22

**Tableau 2**

Localisation des stations choisies dans la région de Tébessa.

*Location of sampling sites in the region of Tébessa.*

Station	Altitude	Localisation	Gîte code
Kef-Lahmar	900 m	2,5 km au nord du chef-lieu Taoura	G06
Si Boumaaraf Sebti	860 m	4 km à l'ouest du chef-lieu Taoura	G01, G03, G10, G11, G12, G13, G15
Tabet El-mekhzen	760 m	6,5 km au sud du chef-lieu Taoura	G17
Draà El-batoum	627 m	10 km au sud-est du chef-lieu Taoura	G16
Ouled Soukies	574 m	15,6 km au sud de chef-lieu Taoura	G14
Ben-Atia	528 m	17,5 km au sud du chef-lieu Taoura	G18
Mellegue	480 m	22,3 km au sud-est du chef-lieu Taoura	G05



### Bulletin de la Société zoologique de France 141 (3)

- 2) des gîtes permanents à eau stagnante à végétation pauvre. Ils seront codés PES-V ;
- 3) des gîtes permanents à eau courante riches en végétation. Ils seront codés PEC+V ;
- 4) des gîtes temporaires d'eau stagnante riche en végétation, qui seront codés TES+V ;
- 5) des gîtes temporaires d'eau stagnante très pauvres en végétation et codés TES-V ;
- 6) des gîtes temporaires d'eau courante très pauvres en végétation et codés TEC-V ;
- 7) divers gîtes dont l'eau semble plus ou moins polluée, codés GPOL.

#### Technique d'échantillonnage et d'identification des taxons

Les récoltes des larves de moustiques et de la faune associée ont été effectuées par des prélèvements presque réguliers (chaque 15 jours). Pour l'échantillonnage, nous avons utilisé la méthode de « Dipping » (RIOUX *et al.*, 1965 ; PAPIEROK *et al.*, 1975 ; SUBRA, 1971 ; CROSET *et al.*, 1976) qui consiste à récolter les larves de Culicidae dans plusieurs endroits du gîte et sans répétition à l'aide d'un récipient d'une capacité de 1 L.

L'identification des espèces de Culicidés a été réalisée à l'aide des clés d'identification de RIOUX (1958), puis ces identifications ont été confirmées au moyen du logiciel d'identification des moustiques du bassin méditerranéen (BRUNHES *et al.*, 1999). L'identification de la faune associée s'est faite sous loupe binoculaire en utilisant la clef de TACHET *et al.* (1980). Signalons que si les Culicidés ont été déterminés à l'espèce, le niveau d'identification des divers autres taxons de la faune associée cités au tableau 6 est limité à l'indication de l'ordre ou de la famille.

#### Traitement des données

Les résultats permettent d'une part, de calculer des indices écologiques de structure et de composition (la richesse spécifique, l'indice de diversité de Shannon-Weaver, l'équitabilité, l'abondance relative et la fréquence d'occurrence) et, d'autre part, de visualiser certaines corrélations au moyen d'une analyse en composantes principales (ACP).

### Résultats et discussion

Le tableau 5, montre clairement que la valeur la plus élevée de la richesse spécifique est observée au niveau des gîtes permanents à eau stagnante sans végétation (le puits ainsi que deux guelta). Malgré l'absence de végétation, ces gîtes contiennent un nombre important d'espèces, notamment le puits qui, malgré la profondeur qui maintient la température de l'eau relativement basse, alors qu'en général les moustiques semblent rechercher plutôt des eaux plus chaudes favorables à une accélération de leur développement larvaire.

Certaines espèces colonisent des gîtes permanents, telles *Culiseta longiareolata*, *Culiseta littorea*, *Uranotaenia unguiculata* et *Anopheles labranchia* ; cette dernière espèce a été retrouvée dans un gîte permanent profond en Camargue et BERNER (1974) rapporte que la majorité des espèces se trouvent dans les gîtes peu

### Étude des gîtes larvaires des Culicidae en Algérie

profonds ; seules quelques espèces peuvent vivre à des profondeurs supérieures à 50 cm. L'explication pourrait être en rapport avec l'hydrodynamique de l'eau (qui est l'un des caractères permanents du gîte) qui serait liée aux facteurs climatiques, géomorphologiques et édaphiques jouant ainsi un rôle primordial dans l'adaptation des espèces de Culicidae à des gîtes permanents à eau stagnante et sans végétation.

Le type de gîtes temporaires à eau stagnante riches en végétation (TES+V) se classe en deuxième position puisqu'on y a récolté 10 espèces. Ce type se caractérise par son couvert végétal qui sert d'abri aux divers animaux et probablement de nourriture aux larves de Culicidae à partir des matières organiques dissoutes ou en suspension dans l'eau. Par ailleurs, il peut arriver que la végétation puisse conditionner indirectement la présence d'un invertébré dans un gîte donné en modifiant la qualité physicochimique de l'eau (RIOUX, 1981, *in* LOUNACI, 2003).

Dans les autres types de stations, la richesse spécifique des Culicidés est moins élevée puisqu'elle varie de 4 à 6 espèces seulement, ce qui n'est pas très surprenant, au moins dans des habitats constitués d'eaux temporaires. Dans ce cas, il est évident que la vitesse de l'eau est un facteur qui empêche l'installation des espèces nageuses malgré le caractère permanent du gîte, la richesse du milieu en végétation. Plus étonnante nous a semblé la raréfaction des espèces culicidiennes dans le type de gîtes permanents à eau stagnante pourvus de végétation (PES+V), dont les caractéristiques pourraient *a priori* sembler très favorables à une prolifération culicidienne. La seule explication que nous pouvons envisager est l'interruption des sorties que nous avons faites un temps au niveau de ces gîtes en raison du refus par les agents de sécurité chargés de la surveillance de la station et de la sécheresse observée durant la période de prospection (ce qui a obligé les paysans à irriguer leurs parcelles et les jardins à partir des eaux de ces gîtes). Il en est résulté que ces gîtes sont relativement asséchés.

En ce qui concerne les gîtes pollués, nous savons que certaines espèces s'en accommodent assez bien et que c'est particulièrement le cas de *Culex pipiens*, espèce bien connue comme cosmopolite, rustique et résistante, capable de s'adapter aux milieux les plus divers. Elle est ainsi la seule espèce à être présente ici dans tous les types d'habitats prospectés, y compris les plus pollués (Tableaux 3 et 4). De plus, dans les habitats pollués, elle est récoltée de façon plus régulière que les autres espèces (puisque'elle est présente dans plus de 48 % de nos récoltes alors que la fréquence d'occurrence des autres espèces ne dépasse pas 34,3 % dans ces mêmes stations polluées).

En deuxième position vient l'espèce *Culiseta longiareolata*, qui se rencontre dans 6 des 7 types d'habitats (Tableaux 3 et 5), et avec une abondance relative tantôt plus élevée ou tantôt plus faible que celles des autres espèces, mais avec une fréquence d'occurrence nettement plus faible (ne dépassant pas 2,86 % dans les stations polluées).

Les valeurs des abondances relatives et des fréquences d'occurrence appliquées aux espèces de Culicidae au niveau des différents types de gîtes (Tableaux 3 et 5) varient entre 0,5 % et 81,5 % pour les abondances relatives et entre 2,2 % et 55,6 % pour les fréquences d'occurrences.

## Bulletin de la Société zoologique de France 141 (3)

Tableau 3

Abondance relative des espèces de Culicidae (en pourcentage du nombre total d'individus) récoltés dans chacun des 7 types de gîte.

(**Cx**: *Culex*; **Cst**: *Culiseta*; **An**: *Anopheles*; **Ae**: *Aedes*; **GPOL**: Gîtes dont l'eau est polluée; **PES+V**: Gîtes permanents d'eau stagnante où la végétation est abondante; **PES-V**: Gîtes permanents d'eau stagnante où la végétation est rare ou absente; **PEC+V**: Gîtes permanents d'eau courante où la végétation est abondante; **TES+V**: Gîtes temporaires d'eau stagnante où la végétation est abondante; **TES-V**: Gîtes temporaires d'eau stagnante où la végétation est pauvre ou absente; **TEC-V**: Gîtes temporaires d'eau courante où la végétation est pauvre ou absente.)

*Relative abundance of the culicid species*

*(percentage of total number of individuals collected) in each type of habitat.*

(**Cx**: *Culex*; **Cst**: *Culiseta*; **An**: *Anopheles*; **Ae**: *Aedes*; **GPOL**: *Polluted water*; **PES+V**: *Permanent biotopes with stagnant water, rich in vegetation*; **PES-V**: *Permanent biotopes with stagnant water, but poor vegetation*; **PEC+V**: *Permanent biotopes with running water, rich in vegetation*; **TES+V**: *Temporary biotopes with stagnant water, rich in vegetation*; **TES-V**: *Temporary biotopes, with stagnant water and poorly vegetated*; **TEC-V**: *Temporary running water with vegetation poor or absent*.)

Espèces	GPOL	PES+V	PES-V	PEC+V	TES+V	TES-V	TEC-V
<i>Cx. pipiens</i>	61,240	40,314	39,683	33,333	21,698	5,152	1,695
<i>Cx. theileri</i>	24,806	32,984	-	-	39,151	5,455	33,898
<i>Cx. antennatus</i>	1,550	-	4,762	-	0,472	0,606	-
<i>Cx. pusillus</i>	2,326	-	-	-	-	-	-
<i>Cx. hortensis</i>	-	-	1,587	-	4,717	2,424	-
<i>Cx. mimeticus</i>	-	-	1,587	-	-	-	-
<i>Cx. modestus</i>	0,775	-	-	-	-	-	-
<i>Cx. laticinctus</i>	-	1,047	1,587	-	-	2,424	1,695
<i>Cx. territans</i>	-	-	11,111	-	-	-	-
<i>Cx. impudicus</i>	0,775	-	9,524	-	0,472	-	-
<i>Cx. perexiguus</i>	-	-	4,762	33,333	-	0,909	-
<i>Cst. longiareolata</i>	8,527	18,848	9,524	-	23,585	81,515	62,712
<i>Cst. annulata</i>	-	-	1,587	-	-	-	-
<i>Cst. subochrea</i>	-	-	1,587	-	-	-	-
<i>An. labranchiae</i>	-	5,759	3,175	33,333	5,189	0,909	-
<i>An. petragmaniii</i>	-	1,047	9,524	-	0,472	-	-
<i>Ae. dorsalis</i>	-	-	-	-	3,302	-	-
<i>Ae. vittatus</i>	-	-	-	-	-	0,606	-
<i>An. rufipes broussesi</i>	-	-	-	-	0,943	-	-

L'espèce *Culiseta longiareolata* est la plus abondante (81,5 %), elle fréquente tous les types de gîtes, particulièrement les gîtes temporaires à eau stagnante sans végétation avec un taux d'apparition égal à 55,6 %, à l'exception des gîtes permanents à eau courante pourvue de végétation (PEC+V) dans lesquels elle est inexistante. RIOUX (1958) rapporte aussi bien la présence de l'espèce *Cst. longiareolata* dans les gîtes permanents ou temporaires riches ou pauvres en végétation. Ainsi CALLOT (1956) a trouvé cette même espèce dans les gîtes pollués où les eaux sont stagnantes

### Étude des gîtes larvaires des Culicidae en Algérie

**Tableau 4**

Fréquences d'occurrence (pourcentage du nombre de récoltes où l'espèce est présente) de chacune des 19 espèces de Culicidae dans l'ensemble des récoltes faites dans chacun des 7 types de gîtes échantillonnés.

*Occurrence frequencies (percentage of the number of sites where the species is present) for each of the 19 Culicidae species collected in the seven types of habitat.*

Espèces	GPOL	PES+V	PES-V	PEC+V	TES+V	TES-V	TEC-V
<i>Cx. pipiens</i>	48,571	26,829	22,581	33,333	21,053	13,333	11,111
<i>Cx. theileri</i>	34,286	29,268	-	-	28,947	11,111	44,444
<i>Cx. antennatus</i>	5,714	-	6,452	-	2,632	2,222	-
<i>Cx. pusillus</i>	2,857	-	-	-	-	-	-
<i>Cx. hortensis</i>	-	-	3,226	-	5,263	6,667	-
<i>Cx. mimeticus</i>	-	-	3,226	-	-	-	-
<i>Cx. modestus</i>	2,857	-	-	-	-	-	-
<i>Cx. laticinctus</i>	-	4,878	3,226	-	-	4,444	11,111
<i>Cx. territans</i>	-	-	12,903	-	-	-	-
<i>Cx. impudicus</i>	2,857	-	6,452	-	2,632	-	-
<i>Cx. perexiguus</i>	-	-	3,226	33,333	-	2,222	-
<i>Cst. longiareolata</i>	2,857	21,951	12,903	-	18,421	55,556	33,333
<i>Cst. annulata</i>	-	-	3,226	-	-	-	-
<i>Cst. subochrea</i>	-	-	3,226	-	-	-	-
<i>An. labranchiae</i>	-	12,195	6,452	33,333	13,158	2,222	-
<i>An. petragmaniii</i>	-	4,878	12,903	-	2,632	-	-
<i>Ae. dorsalis</i>	-	-	-	-	2,632	-	-
<i>Ae. vittatus</i>	-	-	-	-	-	2,222	-
<i>An. rufipes brousesi</i>	-	-	-	-	2,632	-	-

et peu profondes. AGGOUN (1996) rapporte que *Cst. longiareolata* est retrouvée dans un marais d'El Khroub (à une quinzaine de kilomètres au Sud-Est de Constantine) où l'eau est relativement propre.

La deuxième position est occupée par *Culex pipiens* dans les gîtes pollués avec une abondance relative de 61,24 % et une fréquence d'occurrence de 48,6 %. Cette espèce, comme nous l'avons signalé précédemment et comme cela apparaît clairement au Tableau 3, est capable de coloniser tous les types de gîtes, y compris les gîtes pollués, ce qui vient confirmer les observations anciennes de RIOUX (1958) et de BRUHNS *et al.* (1999). Ces observations confirment aussi le comportement ubiquiste de l'espèce, qui avait été signalé également par ABBED (2001).

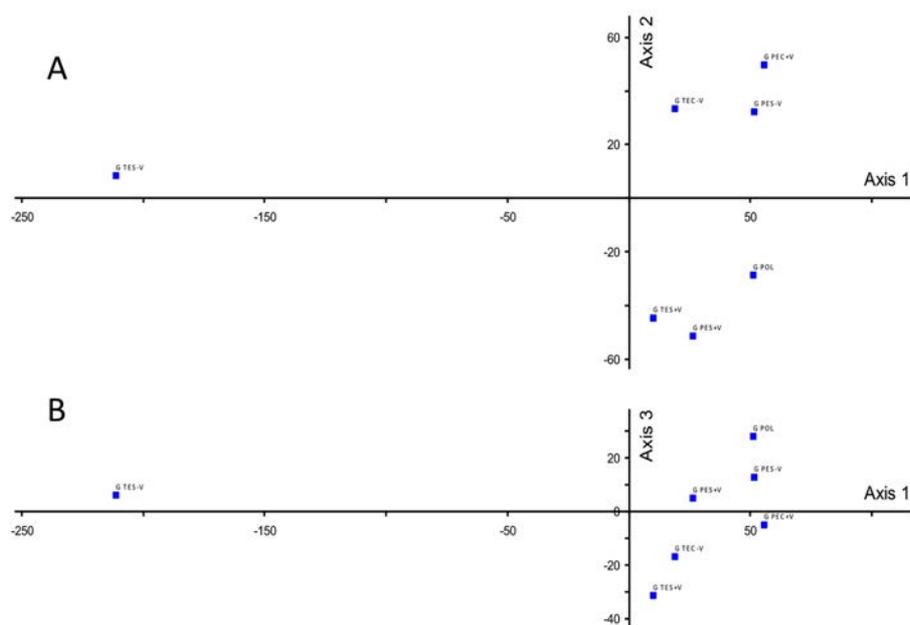
Nous avons noté la présence de l'espèce *Culex thieleri* dans la majorité des types de gîtes, à l'exception des gîtes permanents à eau courante riche en végétation et les gîtes permanents à eau stagnante sans végétation. Elle présente une abondance relative et une fréquence d'occurrence assez élevées dans les gîtes temporaires à eau courante dépourvus de végétation (TEC-V). HAMAIDIA & BERCHI (2018) ont

**Bulletin de la Société zoologique de France 141 (3)**

signalé la dominance de la même espèce dans la région de Souk-Ahras (Algérie). En France, dans la région méditerranéenne où des rizières ont été installées, RIOUX (1958) annonce la présence importante de cette espèce.

Pour ce qui concerne les espèces les moins représentées, leurs abondances relatives et leurs taux d'apparition sont distribués de façon irrégulière dans les différents types de gîtes. Tous ces résultats s'expliquent probablement par les caractéristiques écologiques des espèces culicidiennes et par les caractéristiques physico-chimiques des gîtes.

Les valeurs de l'indice de diversité de Shannon-Weaver ( $H'$ ) que nous avons calculées fluctuent entre 1,15 bits pour les gîtes temporaires à eau courante sans végétation (TEC-V) et 2.9 bits pour les gîtes permanents à eau stagnante pauvres en



**Figure 2**

Analyse en composantes principales d'une matrice (Espèces – Types de gîtes).

- A :** Carte du premier plan factoriel (celui des Axes 1 et 2) de l'ACP montrant la répartition des 7 types de gîtes en fonction de leur contenu en larves de moustiques.
- B :** Carte du deuxième plan factoriel (celui des Axes 1 et 3) de l'ACP montrant la répartition des 7 types de gîtes en fonction de leur contenu en larves de moustiques.

*Principal component analysis of a matrix (Species – Habitat types).*

*A: factorial map (axis 1, axis 2) of the distribution of the breeding sites according to their capacity in terms of larval mosquito species .*

*B: Factorial map (axis 1, axis 3) of the distribution of the breeding sites according to their capacity in terms of larval mosquito species.*

### Étude des gîtes larvaires des Culicidae en Algérie

végétation (PES-V) où la distribution des abondances est régulière. Dans le premier cas, la faible diversité peut être due à l'assèchement des eaux selon la période, la vitesse de l'eau qui empêche l'installation des Culicidae et l'absence du couvert végétal. Dans le deuxième type de gîtes, malgré la profondeur des gîtes et l'absence de végétation, nous avons trouvé une diversité élevée, et la présence de l'eau de façon permanente pourrait bien expliquer la présence constante et l'abondance des espèces culicidiennes dans ces gîtes de type PES-V.

Concernant les résultats obtenus à partir des calculs de l'indice d'équitabilité calculé chez les espèces culicidiennes présentes dans les différents types de gîtes, nous observons que les espèces caractérisant les gîtes permanents à eau courante riche en végétation sont équilibrées entre elles. Signalons que ce type de gîte héberge trois espèces qui ont la même abondance relative et la même fréquence d'occurrence. Dans le type de gîtes permanents à eau stagnante pauvre en végétation (PES-V), les espèces ont un indice d'équitabilité de 78 %, puis viennent les gîtes permanents à eau stagnante riches en végétation (PES+V) dont la valeur de l'équitabilité est de 73 %.

L'analyse en composantes principales (ACP) d'une matrice (Espèces – Types de gîtes) résume les observations et les calculs réalisés au cours de ce travail ; elle comporte 7 colonnes « objets » qui correspondent aux 7 types d'habitats échantillonnés, et 24 lignes de « descripteurs » de ces objets qui sont, outre les 19 espèces identifiées et dénombrées, les 5 indices synthétiques calculés qui figurent au Tableau 5.

Sur le premier plan factoriel, celui des deux premiers axes de l'ACP (Figure 2A), les projections des 7 types de gîtes montrent clairement l'originalité des sites TES-V qui, sur le premier axe, s'opposent très fortement, et avec des coordonnées fortement négatives, à l'ensemble des 6 autres types de gîtes, dont à l'inverse les coordonnées sur le premier axe sont toutes positives. Les variables qui contribuent le plus à ce premier axe sont évidemment le nombre total d'individus récoltés dans les stations TES-V (qui est bien plus élevé que dans tous les autres groupes de stations) et l'équitabilité, qui est nettement plus faible que celle de toutes les autres stations (Tableau 5). Ces deux particularités sont très probablement liées entre elles.

L'axe 2 au contraire sépare les 6 autres types de gîtes en deux ensembles (qui réunissent 3 types de sites chacun) qui se projettent (mais avec des coordonnées relativement faibles), presque symétriquement, l'un du côté positif (TEC-V, PES-V et PEC+V) et l'autre du côté négatif de cet axe 2, avec des coordonnées négatives (GPOL, TES+V et PES+V).

Les projections des 7 types de gîtes sur le plan des axes factoriels 1 et 3 diffèrent assez peu, à première vue (Figure 2B), de celles du plan des deux premiers axes (Figure 2A), bien qu'en réalité les deux ensembles de 3 types de stations aux coordonnées positives sur l'axe 2 ne soient pas les mêmes que ceux qui se projettent du côté positif sur l'axe 3. Les gîtes GPOL par exemple, qui se projettent du côté négatif de l'axe 2, ont au contraire des coordonnées positives sur l'axe 3. On pourrait noter que, sur l'axe 3, les 2 types de gîtes temporaires TES+V et TEC-V sont seuls à avoir des coordonnées très nettement négatives alors que les autres stations permanentes ont des coordonnées positives ou proches de l'origine mais, compte-

## Bulletin de la Société zoologique de France 141 (3)

Tableau 5

Effectifs des diverses populations larvaires des espèces culicidiennes récoltées dans les 7 types de gîtes (**Total** : Nombre total d'individus collectés pour chaque espèce. **S** : Richesse spécifique de chaque type de communauté culicidienne ; **H'** : Indice de diversité de Shannon et Weaver pour les culicidés de chaque type de gîtes ; **E** : Équitabilité des diverses espèces de culicidés ; **Hmax** : Indice de diversité maximale des culicidés dans chaque type d'habitat).

*Abundance of the 19 Culicidae species in the seven habitat types of habitat*

*(Total: total number of larvae collected; S: specific richness; H' Shannon-Weaver diversity index;*

*E: equitability; Hmax: maximum diversity index of culicids).*

Espèces	GPOL	PES+V	PES-V	PEC+V	TES+V	TES-V	TEC-V
<i>Cx. pipiens</i>	79	77	25	1	46	17	1
<i>Cx. theileri</i>	32	63	0	0	83	18	20
<i>Cx. antennatus</i>	2	0	3	0	1	2	0
<i>Cx. pusillus</i>	3	0	0	0	0	0	0
<i>Cx. hortensis</i>	0	0	1	0	10	8	0
<i>Cx. mimeticus</i>	0	0	1	0	0	0	0
<i>Cx. modestus</i>	1	0	0	0	0	0	0
<i>Cx. laticinctus</i>	0	2	1	0	0	8	1
<i>Cx. territans</i>	0	0	7	0	0	0	0
<i>Cx. impudicus</i>	1	0	6	0	1	0	0
<i>Cx. perexiguus</i>	0	0	3	1	0	3	0
<i>Cst. longiareolata</i>	11	36	6	0	50	269	37
<i>Cst. annulata</i>	0	0	1	0	0	0	0
<i>Cst. subochrea</i>	0	0	1	0	0	0	0
<i>An. labranchiae</i>	0	11	2	1	11	3	0
<i>An. petragmanii</i>	0	2	6	0	1	0	0
<i>Ae. dorsalis</i>	0	0	0	0	7	0	0
<i>Ae. vitattus</i>	0	0	0	0	0	2	0
<i>An. rufipes brousesi</i>	0	0	0	0	2	0	0
<b>Total</b>	129	191	63	3	212	330	59
<b>S</b>	7	6	13	3	10	9	4
<b>H'</b>	1,56	1,89	2,90	1,59	2,26	1,16	1,15
<b>E</b>	0,55	0,73	0,78	1,00	0,68	0,37	0,57
<b>H'max</b>	2,807	2,585	3,7	1,584	3,322	3,169	2

tenu des incertitudes de certaines valeurs figurant au Tableau 5 et de possibles inégalités du traitement quantitatif de certains groupes de gîtes, il serait probablement trop spéculatif, voire totalement illusoire, de chercher à partir des contributions de certaines variables, à vouloir expliquer plus complètement et plus précisément la position des 7 groupes de stations sur les plans factoriels de l'ACP. On retiendra cependant la matérialisation de la liaison forte qui existe entre les caractéristiques propres des divers types de stations et la composition des zoocénoses culicidiennes.

## Étude des gîtes larvaires des Culicidae en Algérie

**Tableau 6**

Abondance des principaux groupes de la « faune associée » (N : nombre d'individus).  
*Main groups of associated fauna collected with culicid larvae (N: number of individuals).*

Faune associée	N	Faune associée	N
Gordiacés	2	Coléoptères	82
Achètes	3	Hétéroptères	139
Gastéropodes	14	Diptères	181
Crustacés	384	Plécoptères	3
Ephéméroptères	204	Trichoptères	1
Odonates	26	Hyménoptères	4
	<b>Total</b>		<b>1043</b>

**Tableau 7**

Corrélation entre les paramètres écologiques (S, N et H') de la faune Culicidienne et l'abondance de la faune associée (**r** : coefficient de corrélation, **p** : coefficient de signification, **S** : richesse spécifique, **N** : abondance, **H'** : indice de diversité de Shannon-Weaver).  
*Correlation between ecological parameters (S, N and H') of culicid fauna and abundance of associated fauna (r: correlation coefficient, p: coefficient of significance, S: species richness, N: abundance, H': Shannon-Weaver diversity index).*

Paramètre	S de Culicidae N de Faune associée	N de Culicidae N de Faune associée	H' de Culicidae N de Faune associée
<b>r</b>	0.13	0.793	0.03
<b>p</b>	0.781	0.033	0.9

### La corrélation existant entre la faune culicidienne et la faune associée

Le calcul des coefficients de corrélation entre les paramètres écologiques suivants : la richesse spécifique (S), l'abondance (N) l'indice de diversité de Shannon-Weaver (H') relatifs à la faune de Culicidae et l'abondance de la faune associée au niveau des différents types de gîtes (Tableaux 6 et 7) nous informe qu'il n'y a que de faibles corrélations entre la richesse spécifique des Culicidae et l'abondance de la faune associée ( $r = 0.13$ ,  $p = 0.78$ ), ou entre l'indice de diversité de Shannon-Weaver des espèces de Culicidae et l'abondance des macroinvertébrés aquatiques ( $r = 0.03$ ,  $p = 0.9$ ). En revanche, nous avons enregistré une forte corrélation entre l'abondance des espèces de Culicidae et l'abondance de la faune associée (Figure 3). En effet, comme l'affirme HYNES (1960-1970 in BERCHI, 2000), il peut y avoir une interaction entre les larves des Culicidae et les autres macroinvertébrés dans l'écosystème aquatique, comme la pression de la prédation que représentent les Hétéroptères et les Coléoptères (Dytiscidae, Hyrophilidae) sur les larves des Culicidae et les larves de Chironomidae. Les Crustacés et les Hydracariens aussi se nourrissent des larves de Culicidae particulièrement celles de *Culex pipiens* comme l'a signalé BENDALI (1989) durant son étude. Il en est de même entre les groupes de la faune associée :

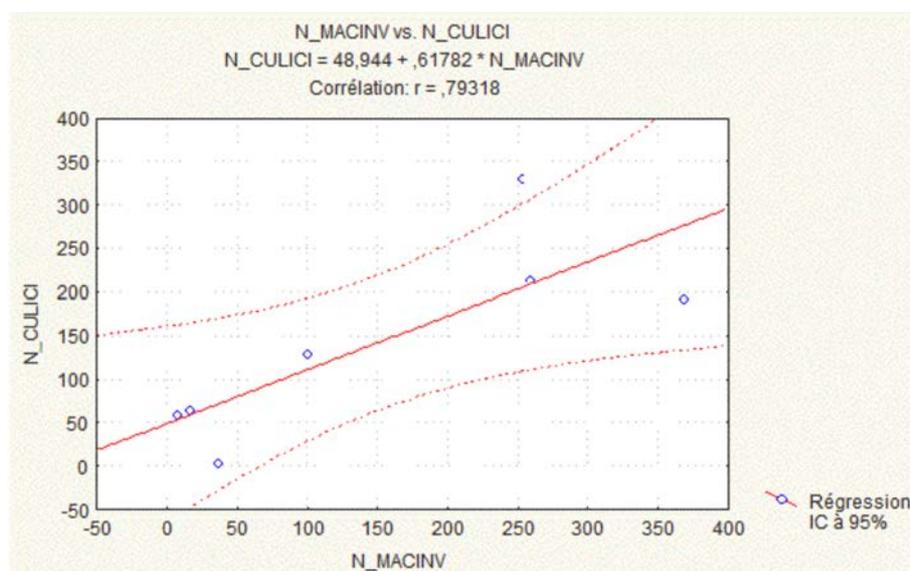


Figure 3

Corrélation entre l'abondance de la faune associée et l'abondance de la faune Culicidienne.

*Correlation between abundance of associated fauna and abundance of Culicidae.*

par exemple, des Hyménoptères aquatiques (les Agriotypidae) sont parasites d'insectes aquatiques comme les Trichoptères (TACHET *et al.*, 1980) : à l'inverse, les larves de Chironomidae forment une bonne source de nourriture pour les larves de Culicidae (MOREAU, 1971).

### Conclusion

Les recherches effectuées dans les différents types de gîtes que l'on rencontre dans les deux régions de l'étude (Souk-Ahras et Tébessa) et les prospections menées sur terrain ont permis d'inventorier 19 espèces culicidiennes inégalement distribuées sur sept types de gîtes (GPOL, PES+V, PES-V, PEC+V, TES+V, TES-V et TEC-V). L'analyse de la répartition des espèces suivant le type de gîte montre que le type de gîte permanent à eau stagnante sans végétation accueille une faune très diversifiée, alors que le type de gîte temporaire à eau courante pauvre en végétation présente la plus faible diversité spécifique de la faune culicidienne. D'autre part, nous pouvons déduire des résultats précédents que les Culicidae sont associés à la faune des macroinvertébrés dans les milieux échantillonnés de manière relativement constante. Cette étude est l'une des premières tentatives biotypologiques dans la région de Tébessa, elle pourrait sans doute être utilement prise en compte dans le futur, parmi les efforts visant à mieux adapter localement les moyens de lutte contre les populations de moustiques qui sont encore les vecteurs de trop nombreuses nuisances dans la région.

## Étude des gîtes larvaires des Culicidae en Algérie

### RÉFÉRENCES

- ABBED, A. (2001).- *Contribution à l'étude d'un inventaire systématique des moustiques (Culicidae - Diptera) de la région d'Oum el Bouaghi et ses abords*. Mémoire de DES. Univ. de Constantine, 20 p.
- ADAM, P. & BAILLY-CHOUMARA, H. (1961).- Les Culicidae et quelques autres Diptères hématophages de la République de Guinée, *Bulletin de l'IFAN*, (A) 26 (3), 900-923.
- AGGOUN, M. (1996).- *Contribution à l'étude d'un inventaire systématique des moustiques (Culicidae - Diptera) de la région de Constantine et ses abords*. Mémoire de DES, Université de Constantine, 26 p.
- ANFREVILLE, L. d' (1916).- Les Moustiques de Salé (Maroc). *Bull. Soc. Path. Exot.*, **9**, 104-142.
- BENDALI, F. (1989).- *Étude de Culex (Culex) pipiens autogène. Systématique, biologie, lutte (Bacillus thuringiensis israelensis) sérotype H14 ; Bacillus sphaericus 1593 et 2 espèces d'Hydracariens*. Thèse de Magister en Biologie et Physiologie animale : 114 p.
- BENDALI, F., DJEBBAR, F. & SOLTANI, N. (2001).- Efficacité comparée de quelques espèces de poisons à l'égard de divers stades de *Culex pipiens* L. dans des conditions de laboratoire. *Parasitica*, **57** (4), 255-265.
- BERCHI, S. (2000).- *Bioécologie de Culex pipiens L. (Diptera : Culicidae) dans la région de Constantine et perspectives de luttés*. Thèse doctorat ès-sciences, Université de Constantine, Algérie, 133 p.
- BERCHI, S., AOUATI, A. & LOUADI, K. (2012).- Typologie des gîtes propices au développement larvaire de *Culex pipiens* L. 1758 (Diptera-Culicidae), source de nuisance à Constantine (Algérie). *Ecologia mediterranea*, **38** (2), 4-16.
- BERGE, T.O. (1975).- International catalogue of arboviruses including certain other viruses of vertebrates. USA Depart. Hlth. Educ. and welfare public. N° 75 – 8301, 2ème édition.
- BERNER, L. (1974).- Listes des moustiques provençaux. *Bulletin du Muséum d'histoire naturelle de Marseille*, **34**, 285-296.
- BOUGUERRA, N., TINE, F. & SOLTANI, N. (2016).- Algerian *Thymus vulgaris* essential oil: chemical composition and larvicidal activity against the mosquito *Culex pipiens*. *International Journal of Mosquito Research*, **4** (1), 37-42.
- BRUNHES, J., RHAIM, A., GEOFFROY, B., ANGEL, G. & HERVY, J.-P. (1999).- *Les Moustiques de l'Afrique méditerranéenne, logiciel d'identification et d'enseignement*, éditions I.R.D.
- BRUNHES, J., HASSAIN, K., RHAIM, A., HERVY, J.-P. (2000).- Les espèces de l'Afrique méditerranéenne : espèces présentes et répartition (Diptera-Nematocera). *Bull. Soc. Ent. France*, **105** (2), 195-204.
- CALLOT, J. (1956).- Notes faunistiques sur les Culicidés. IV. Moustiques des tourbières. *Bull. Ass. philomath. Alsace-Lorraine*, **9**, 181-182.
- CLASTRIER, J. (1941).- La présence en Algérie d'*Orthopodomyia pulchripalpis*. *Rodani. Arch. Inst. Pasteur Alg.*, **19** (4), 443-446.
- CROSET, H., PAPIEROK, B., RIOUX, J.A., GABINAUD, A., COUSSERANS, J. & ARNAUD, D. (1976).- Absolute estimates of larval populations of culicid mosquitoes: comparison of 'capture - recapture', 'removal' and 'dipping' methods. *Ecological Entomology*, **1** (4), 251-256.
- DUTTO, M. & MOSCA, A. (2017).- Preliminary considerations about the presence of *Aedes albopictus* (Skuse 1897) (Diptera: Culicidae) during winter in the Northwestern Italy. *Annali di igiene: medicina medicina prevencia e di comunità*, **29** (1), 86-90.
- EDWARD, F.W. (1920).- Note of the mosquitos of Madagascar, Mauritius and Reunion. *Bull. Ent. Res.*, **11** (2), 133-138.

**Bulletin de la Société zoologique de France 141 (3)**

- EL OUALI LALAMI, A.B., EL HILLALI, O., BENLAMLIH, M., MERZOUKI, M., RAIS, N., IBENSOUAD, S. & HIMMI, O. (2010).- Étude entomologique, physiologique et bactériologique des gîtes larvaires de localité à risque potentiel pour le paludisme dans la ville de Fès. *Bulletin de l'institut scientifique, Rabat, Section Science de la vie*, **32** (2), 119-127.
- FOLEY, H. (1923).- Les moustiques du Sahara Algérien. *Archives de l'Institut Pasteur d'Algérie*, **13**, 295-301.
- GILLOT, B., AÏN, G., PAUTOU, G. & GRUFFAZ, R. (1976).- Les Culicides de la région Rhône-Alpes : bilan de dix années d'observation, *Bull. Soc. Ent. France*, **81**, 235-245.
- HAMAIDIA, H. & BERCHI, S. (2018).- Étude systématique et écologique des Moustiques (Diptera : Culicidae) dans la région de Souk-Ahras (Algérie). *Entomologie faunistique – Faunistic Entomology*, **71**, DOI: <https://doi.org/10.25518/2030-6318.4052>.
- HAMAIDIA, K. & SOLTANI, N. (2016).- Ovicidal activity of an insect growth disruptor (methoxyfenozide) against *Culex pipiens* L. and delayed effect on development. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, **4** (4), 1202-1207.
- LANGERON, M. (1921).- Deuxième mission parasitologique en Tunisie, Tamerza (sept.-oct. 1919). *Arch. Inst. Pasteur de l'Afrique du Nord*, **1**, 347-382.
- LOUAH, A., RAMDANI, M., SAOUD, Y. & MAHJOUR, J. (1995).- Biotypologie de la faune culicidienne de la péninsule tingitane. *Bull. Inst. Sci., Rabat*, **19**, 93-102.
- LOUNACI, Z. (2003).- *Biosystématique et bioécologie des Culicidae (Diptera, Nematocera) en milieu rural et agricole*. Thèse de Magister, Univ. M. Mammeri Tizi-Ouzou. Algérie INA, El-Harrach : 42 p.
- METGE, G. & HASSAÏNE, K. (1998).- Study of the environmental factors associated with oviposition by *Aedes caspius* and *Aedes detritus* along a transect in Algeria. *J. Am. Mosq. Control Assoc.*, **14** (3), 213-244.
- MOREAU, A. (1971).- *Atlas des larves d'insectes de France : vers blanc, chenilles, asticots*. Éd. N. Boubée et Cie, Paris, 222 p.
- PAPIEROK, B., CROSET, H. & RIOUX, J.-A. (1975).- Estimation de l'effectif des populations larvaires d'*Aedes (O.) cataphylla* Dyar, 1916, (Diptera-Culicidae) II. Méthodes utilisant le « coup de louche » ou « dipping ». *Cah. ORSTOM, Ser. Ent. Med et Parasitol.*, **13** (1) : 47-51.
- PRADEL, J., REY, D., FOUSSADIER, R. & BICOUT, D. (2007).- Étude écologique des moustiques (Diptera, Culicidae) – vecteurs potentiels d'arboviroses dans la région Rhône-Alpes. *Epidémiol. et Santé anim.*, **51**, 81-94.
- RIOUX, J.-A. (1958).- *Les Culicides du « Midi » méditerranéen*. Encyclopédie entomologique, tome 35. Paris, Éditions Le Chevalier.
- RIOUX, J.-A., CROSET, H., GRAS, G., JUMINER, B. & TESSAN, G. (1965).- Les problèmes théoriques posés par la lutte contre *Culex pipiens* L. dans le sud de la France. *Arch. Inst. Pasteur Tunisie*, **42**, 473-501.
- SENEVET, G. (1939).- *Aedes aegypti* en Algérie. *Arch. Institut Pasteur d'Algérie*, **27** (4), 597-600.
- SENEVET, G. & ANDARELLI, L. (1956).- *Les Anophèles de l'Afrique du Nord et du midi méditerranéen*. Encyclopédie entomologique, tome 33. Paris, Éditions Le Chevalier.
- SENEVET, G., & ANDARELLI, L. (1960).- Contribution à l'étude de la biologie des moustiques en Algérie et dans le Sahara Algérien. *Arch. Inst. Pasteur d'Algérie*, **38** (2) 305-326.
- SNOW, R.W., KYALO, D., AMRATIA, P., NOOR, A.M. & COETZEE, M. (2015).- *Assemblage d'un inventaire géocodé de l'incidence des espèces d'Anophèle (Diptera: Culicidae) en Afrique*. Document de travail préparé dans le cadre du projet Information sur le paludisme / Information for Malaria (INFORM), pour le Département du développement international et le Wellcome Trust, Royaume Uni. Version 1.

### Étude des gîtes larvaires des Culicidae en Algérie

- SUBRA, R. (1971).- Études écologiques sur *Culex pipiens fatigans* Wiedmann, 1828 (Diptera, Culicidae) dans une zone urbaine de savane soudanienne ouest-africaine. Dynamique des populations pré-imaginales. *Cah. O.R.S.T.O.M., Sér. Ent. Méd. et Parasitol.*, **9**, 73-102.
- TACHET, T., BOURNAUD, M. & RICHOUX, P. (1980).- *Introduction à l'étude des macroinvertébrés des eaux douces (systématique élémentaire et aperçu écologique)*. Paris, Association française de limnologie, 75 p.
- TIA, E., GBALÉGBA, N.G.C., M'BRA, K.R., KABA, A., BOBY, O.A.M., KONÉ, M., CHOUAIBOU, M., KONÉ, B. & KOUDOU, G.B. (2016).- Étude du niveau de production larvaire d'*Anopheles gambiae* s.l. (Diptera: Culicidae) dans différents types de gîtes à Oussou-yaokro au Centre-Ouest et à Korhogo au Nord (Côte d'Ivoire). *Journal of Applied Biosciences*, **105**, 10170-10182.
- TRARI, B., DAKKI, M., HIMMI, O. & EL AGBANI, M.A. (2002).- Les moustiques (Diptera Culicidae) du Maroc. Revue bibliographique (1916-2001) et inventaire des espèces. *Bull. Soc. Pathol. exot.*, **95** (4), 329-334.

(reçu le 24/12/2018 ; accepté le 07/04/2020)

mis en ligne le 30/09/2020