

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou

Faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques

Département de biologie



THESE DE DOCTORAT 3^{ème} Cycle

Filière : Sciences biologiques

Spécialité : Biologie de la conservation

Présentée par :

M^{me} CHAHED Soumeya

Sujet

**Biodiversité des moustiques (Diptera : Culicidae) de
la région de Tizi-Ouzou (Nord d'Algérie)**

Soutenue publiquement le 23/06/2022 devant le Jury d'examen composé
de :

Présidente :	M ^{me} HEDJAL-CHEBHEB Mariam	Professeur	UMMTO
Directrice de thèse :	M ^{me} BRAHMI Karima	Professeur	UMMTO

Examineurs :

M ^{me} BENOUFELLA-KITOUS Karima	M.C.A	UMMTO
M ^{me} MARNICHE Faiza	Professeur	ENSV, Alger
M ^r BOUBIDI Saïd Chaouki	Maître de recherche	Institut Pasteur, Alger
M ^{me} TAIL Ghania	Professeur	USD, Blida

Remerciements

Je remercie avant tous, **Allah**, le Dieu tout puissant, de m'avoir donné la force, la santé, la volonté, le courage, la patience, etc. pour réaliser ce travail. Merci mon dieu

Je tiens à remercier ma directrice de thèse, M^{me} **BRAHMI Karima**, Professeur à l'UMMTO pour l'aide et les conseils qu'elle m'a apporté et au contact des personnes qui m'ont aidé pour réaliser ce travail. Je vous remercie vivement pour les corrections et les remarques perspicaces qui ont amélioré la qualité de ce document

J'adresse mes plus vifs remerciements à M^{me} **HEDJAL-CHEBHEB Mariam**, Professeur à l'UMMTO pour avoir accepté de présider le Jury de ce travail. Merci infiniment

Je voudrais remercier aussi sincèrement les personnes qui ont accepté de se réunir pour juger ce travail : M^{me} **BENNOUFELLA-KITOUS Karima**, Maître de conférence classe A à l'UMMTO, M^{me} **MARNICHE Faiza**, Professeur à l'ENSV d'Alger, M^r **BOUBIDI Saïd Chaouki**, Maître de recherche à l'institut Pasteur d'Alger et M^{me} **TAIL Ghania**, Professeur à l'USD de Blida. Merci infiniment

Mes sincères remerciements et ma haute reconnaissance aux membres du CFD de la promo 2018/2019, en plus particulièrement M^{me} **ZERROUKI-DAOUDI Nacira**, Professeur à l'UMMTO. Merci énormément d'avoir ouvert cette formation doctorale très enrichissante

Un grand Merci est destiné à M^{me} **NABTI Ismahane**, Maître assistante à l'Université Ahmed Zabana de Relizane pour son aide à l'identification et les conseils qui m'ont aidé vraiment pour poursuivre ce travail, comme je remercie vivement M^r **BENALLAL Kamel Eddine**, Attaché à l'institut Pasteur d'Alger, pour son aide à la confirmation des spécimens identifiés. Je tiens à remercier encore M^r **SCHAFFNER Francis**, Chercheur expert en entomologie médicale et vétérinaire à l'institut de parasitologie de l'université de Zurich de la Suisse pour sa confirmation de l'identification du moustique tigre

Mes remerciements s'adressent au D^r **AIT AMAR S.**, pour son aide précieuse durant toute la durée de la formation doctorale, Merci pour tes explications et ton encouragement pour poursuivre ce travail. Merci également à M^{lle} **DJOUAHER T.** M^{lle} **HAMDOUN I.** au D^r **RAMDINI R.** et toutes les personnes qui ont participé à la réalisation de ce travail de loin ou de près, sans oublier M^{me} **BEN MEBKHOUT S.** et M^{lle} **HADJADJ I.** de l'Université Ziane Achour de Djelfa

Je remercie mon père M^r **CHAHED A.**, ma mère M^{me} **CHAHED F.**, mon frère, M^r **CHAHED K.**, ma sœur M^{lle} **CHAHED N.** et mon mari M^r **LOUNI K.** pour leur accompagnement sur le terrain. Merci infiniment

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à mes chers parents, mon cher frère, mes chères sœurs, mes chers neveux, mon cher mari, mes beaux-frères, ma belle-sœur et ma belle-famille. Que Dieu vous protège et vous garde pour moi Inshae Allah. Qu'ils trouvent ici l'expression de mon profond amour

*Mon très cher père **Chahed A.**, c'est grâce à toi que je suis devenue ce que je suis aujourd'hui, tu étais toujours le plan solide de ma vie, j'espère que tu seras toujours fier de moi. Puisse Dieu tout puissant te préserver et te procurer santé et bonheur*

*Ma très chère mère **Chahed F.**, tu étais la source de ma force, comme tu étais toujours présente pour m'écouter, j'espère pouvoir te rendre au moins un peu de ce que tu as fait pour moi. Puisse Dieu te procurer santé et bonheur*

*Mon très cher mari **Louni K.**, tu étais toujours présent pour m'écouter et m'aider durant les moments très difficiles. Puisse le bon Dieu te préserver de tout mal*

*Je dédie ce travail aussi à mes petits anges d'amour ; mes neveux **Barae, Anes, Louai, Yacin** et la future **Joury Sarah**. Puisse Dieu vous garder et vous protéger Inshae Allah*

Soumeya

Résumé

Résumé

L'étude de la biodiversité des moustiques a été réalisée dans la région de Tizi-Ouzou, cette dernière appartient à l'étage bioclimatique sub-humide à hivers tempéré (36°71'N./4°05'E., altitude 195m). L'inventaire des Culicidae a été effectué de février 2019 à octobre 2021 dans 80 gîtes larvaires, 4 espaces ouverts et deux maisons, répartis en 15 stations. Il a été basé sur l'échantillonnage des larves par la méthode « coup de louche » et la capture directe d'adultes occasionnellement au repos sur mur ou sur appât humain. L'investigation a révélé la présence de 21 espèces appartenant à deux sous-familles (Anophelinae et Culicinae) et six genres (*Culex*, *Culiseta*, *Aedes*, *Anopheles*, *Uranotaenia* et *Coquillettidia*). Parmi les espèces trouvées, 11 sont citées pour la première fois à Tizi-Ouzou, il s'agit de *Culex deserticola*, *Culex laticinctus*, *Culex mimeticus*, *Culex quinquefasciatus*, *Culex simpsoni*, *Aedes geniculatus*, *Aedes berlandi*, *Anopheles claviger*, *Culiseta subochrea*, *Uranotaenia unguiculata* et *Coquillettidia richiardii*. Nous rapportons aussi la première citation d'*Aedes albopictus* dans la ville de la région de Tizi-Ouzou. D'un total de 22580 spécimens recensés, 13728 appartiennent au complexe *Culex pipiens* s.l., alors que 6763 sont des *Culiseta longiareolata*, les autres espèces ont été représentées par des effectifs plus ou moins faibles. La typologie des gîtes larvaires prospectés a montré que selon la pérennité des gîtes, les gîtes temporaires dominant avec une fréquence de 65% et selon la nature des gîtes, les gîtes anthropiques dominant avec une fréquence de 62,79%. La qualité d'échantillonnage calculée durant cette étude varie entre 0 et 4, alors que la richesse spécifique varie entre 1 et 15 espèces par station. L'étude de l'abondance relative a montré que *Culex pipiens* s.l. et *Culiseta longiareolata* dominant dans la majorité des sites prospectés, ces espèces ont été classées dans la catégorie constante. L'indice de Shannon fluctue entre 0 bit et 2,66 bits, alors que l'indice d'équitabilité fluctue entre 0,04 et 0,91. Concernant l'analyse statistique des données, le test de Khi-deux d'indépendance ne montre aucune différence significative, alors que l'analyse factorielle des correspondances montre plusieurs groupements d'espèces, le complexe *Culex pipiens* s.l. est trouvé très souvent regroupé avec *Culiseta longiareolata*. L'indice de Jaccard calculé pour comparer la similitude de la biodiversité culicidienne selon la localisation géographique des gîtes tend vers 0%, alors qu'il varie entre 0% et 63% selon la localisation et la nature des gîtes prospectés.

Mots clés : Inventaire, moustiques, Culicidae, biodiversité, typologie, Tizi-Ouzou.

Abstract

The study of mosquito biodiversity has been carried out in the region of Tizi-Ouzou, which belongs to the subhumid bioclimatic stage with temperate winters (36°71'N./4°05'E., elevation 195m). The Culicidae inventory was carried out from February 2019 to October 2021 in 80 breeding sites, 4 open spaces and two houses, distributed in 15 stations. It was based on sampling of larvae by the "dipper" method and direct capture of occasional resting or human-baited adults. The investigation results indicate 21 species belonging to two subfamilies (Anophelinae and Culicinae) and six genera (*Culex*, *Culiseta*, *Aedes*, *Anopheles*, *Uranotaenia* and *Coquillettidia*). Among the species found in this study, 11 are cited for the first time in Tizi-Ouzou : *Culex deserticola*, *Culex laticinctus*, *Culex mimeticus*, *Culex quinquefasciatus*, *Culex simpsoni*, *Aedes geniculatus*, *Aedes berlandi*, *Anopheles claviger*, *Culiseta subochrea*, *Uranotaenia unguiculata* and *Coquillettidia richiardii*. We also report the first citation of *Aedes albopictus* in the city of Tizi-Ouzou. Of a total of 22580 specimens recorded, 13728 belong to the *Culex pipiens* s.l. complex, while 6763 are *Culiseta longiareolata*, the other species were represented by more or less small numbers. The typology of the larval sites surveyed in the current study shows that according to the permanence of the sites, temporary sites dominate with a frequency of 65% and according to the nature of the larval site, anthropic sites dominate with a frequency of 62.79%. The sampling quality calculated during this study varies between 0 and 4, while the species richness varies between 1 and 15 species per station. The study of relative abundance shows that *Culex pipiens* s.l. and *Culiseta longiareolata* dominate in the majority of the surveyed sites, these species were classified as constant. The Shannon index varies between 0 bit and 2.66 bits, while the equitability index varies between 0.04 and 0.91. Concerning the statistical analysis of the data, the Chi-square test of independence shows no significant difference, while the factorial correspondence analysis shows several groupings of species, the *Culex pipiens* s.l. complex is found very often grouped with *Culiseta longiareolata*. The Jaccard index calculated to compare the similarity of culicidal biodiversity according to the geographical location of the sites tends to 0%, whereas it varies between 0% and 63% according to the location and nature of the sites surveyed.

Keys-words : Inventory, mosquitoes, Culicidae, typology, biodiversity, Tizi-Ouzou.

دراسة تنوع البعوض حدثت في منطقة تيزي وزو، هذه الأخيرة تابعة للمرحلة المناخية شبه الرطبة التي لها فصول شتاء معتدلة (36°71'N./4°05'E.) الارتفاع 195 م. التقاط البعوض جرى من فيفري 2019 إلى أكتوبر 2021 في 80 مكنم للبرقات، 4 مساحات مفتوحة و منزلين موزعين على 15 محطة. لقد اعتمد الالتقاط على ضربة المغرفة بالنسبة للبرقات و على الالتقاط المباشر للبالغين بالمصادفة على الحائط أو الطعم البشري. كشف التحقيق عن وجود 21 نوعًا ينتمي إلى فصلين فرعيين (Anophelinae و Culicinae) وستة أجناس (*Culex* و *Culiseta* و *Aedes* و *Anopheles* و *Uranotaenia* و *Coquillettidia*). من بين الأنواع التي وجدت، 11 تم إيجادها لأول مرة في تيزي وزو، هم *Cx. deserticola*، *Ae. geniculatus*، *Cx. simpsoni*، *Cx. quinquefasciatus*، *Cx. mimeticus*، *Cx. laticinctus*، *Cs. subochrea*، *An. claviger*، *Ae. berlandi* و *Cq. richiardi*. كما قمنا بالإبلاغ عن أول قبض للبعوضة النمر *Aedes albopictus* في مدينة منطقة تيزي وزو. من إجمالي 22580 عينة تم التقاطها، تنتمي 13728 إلى مجمع *Cx. pipiens s.l.* و 6783 هم *Cs. longiareolata*، باقي الأنواع تم إيجادها بأعداد منخفضة. أظهر تصنيف مواقع التكاثر التي تم مسحها أنه وفقًا لاستمرارية مواقع التكاثر، تحيمن مواقع التكاثر المؤقتة بنسبة 65٪ ووفقًا لطبيعة مواقع التكاثر، تحيمن مواقع التكاثر البشري المنشأ بنسبة 62.79٪. تتراوح جودة أخذ العينات المحسوبة خلال هذه الدراسة بين 0 و 4، بينما يتراوح الثراء النوعي بين 1 و 15 نوعًا لكل محطة. أظهرت دراسة الوفرة النسبية أن *Cx. pipiens s.l.* و *Cs. longiareolata* يسيطران على غالبية المواقع التي تم التنقيب عنها، وقد تم تصنيف هذه الأنواع في فئة ثابتة. يتأرجح مؤشر شانون بين 0 بت و 2.66 بت، بينما يتقلب مؤشر الإنصاف بين 0.04 و 0.91. فيما يتعلق بالتحليل الإحصائي للبيانات، لا يُظهر اختبار مربع كاي أي فرق كبير، بينما يُظهر التحليل العاملي للمطابقات عدة مجموعات من الأنواع، غالبًا ما يتم العثور على مجمع *Cx. pipiens s.l.* مجتمًا مع *Cs. longiareolata*. مؤشر Jaccard المحسوب لمقارنة تشابه التنوع البيولوجي للبعوض وفقًا للموقع الجغرافي للسكن يميل نحو 0٪، بينما يتراوح بين 0٪ و 63٪ اعتمادًا على الموقع وطبيعة المسكن المتوقع.

الكلمات المفتاحية: التقاط، البعوض، Culicidae، التنوع البيولوجي، تصنيف، تيزي وزو.

Liste des abréviations

Access : Accessoire

Accid : Accidentelle

ADE : Algérienne des eaux

Ae : *Aedes*

AFC : Analyse factorielle des correspondances

An : *Anopheles*

Anth : Anthropique

Catég : Catégorie

Const : Constante

Cq : *Coquillettidia*

Cs : *Culiseta*

Csa : Climat tempéré chaud a été chaud et sec

Cx : *Culex*

DDT : Dichlorodiphényltrichloroéthane

E : Espace ouvert

E : Est

Éclair : éclairage

Envir : Environnement

FO (%) : Fréquences d'occurrence

G : Gîte

km² : Kilomètre carré

L1 : Larve de premier stade

L2 : Larve de deuxième stade

L3 : Larve de troisième stade

L4 : Larve de quatrième stade

M : Maison

m : Mètre

m³ : Mètre cube

MGM : Moustiques génétiquement modifiés

mL : Millilitre

N : Nord

ONM : Office national de météorologie

s.l. : Senso lato, c'est un complexe

Liste des abréviations

sp : Une espèce

spp : Plusieurs espèces

Stat : Station

Temp : Temporaire

UMMTO : Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou

Ur : *Uranotaenia*

Liste des figures

Numéro	Titre	Page
Figure 1	Morphologie générale d'une larve de Culicinae (Günay et <i>al.</i> , 2020) modifiée	8
Figure 2	Vue latérale d'une nymphe de Culicidae observée sous une loupe binoculaire (Gx10) (Originale, 2022)	10
Figure 3	Adulte d'un moustique femelle (Berchi, 2000a) modifiée	11
Figure 4	Têtes des deux sous-familles de Culicidae mâle et femelle (OMS, 2003) modifiée	12
Figure 5	Vue latérale des griffes d'une patte d'un moustique adulte observées sous un microscope photonique (Gx 100) (Originale, 2022)	13
Figure 6	Vue dorsale d'une aile de moustique (Wood et <i>al.</i> , 1979) modifiée	14
Figure 7	Vue ventrale de l'abdomen des Culicidae ; A : <i>Aedes</i> sp., B : <i>Culex</i> sp. (Becker et <i>al.</i> , 2010) modifiée	14
Figure 8	Cycle biologique des moustiques (https://www.eid-med.org/)	15
Figure 9	Œufs des moustiques ; A : Œuf du genre <i>Culex</i> (Markle, 2008), B : Œufs du genre <i>Aedes</i> (Darriet, 2014)	16
Figure 10	Emergence d'un adulte femelle de <i>Culiseta longiareolata</i> observé à l'œil nu (Originale, 2022)	17
Figure 11	Position au repos des moustiques adultes ; A : Anophelinae, B : Culicinae (Mehlhorn, 2001) modifiée	18
Figure 12	Accouplement chez les moustiques (Darriet, 2019)	20
Figure 13	Réactions inflammatoires causées par les piqûres du moustique tigre (Chahed et <i>al.</i> , 2021b)	22
Figure 14	Localisation géographique des stations prospectées dans la région de Tizi-Ouzou durant les années 2019, 2020 et 2021 (https://pdfprof.com , 2022) modifiée	28
Figure 15	Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussens de la région de Tizi-Ouzou de l'année 2019 (ONM de Tizi-Ouzou, 2022)	35
Figure 16	Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussens de la région de Tizi-Ouzou de l'année 2020 (ONM de Tizi-Ouzou, 2022)	35
Figure 17	Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussens de la région de Tizi-Ouzou de l'année 2021 (ONM de Tizi-Ouzou, 2022)	36
Figure 18	Position de la région de Tizi-Ouzou sur le climagramme d'Emberger de 2011 à 2021 (ONM de Tizi-Ouzou, 2022)	37
Figure 19	Localisation géographique des points d'échantillonnage au niveau de la région de Tizi-Ouzou (Arc Gis, 2022) modifiée	43
Figure 20	Gîtes larvaires prospectés dans le site de la Nouvelle ville durant les années 2019, 2020 et 2021 (Originale, 2022)	44
Figure 21	Présentation des points de capture d'adultes au site de la Nouvelle ville de la station de Tizi-Ouzou durant l'année 2021 illustrés par Google earth (2022) ; 1 : Espace ouvert 1, 2 : Espace ouvert 2, 3 : Espace ouvert 3, 4 : Espace ouvert 4, M : Maison	45
Figure 22	Gîtes larvaires prospectés en ville de la station de Tizi-Ouzou durant les années 2019, 2020 et 2021 (Originale, 2022)	46
Figure 23	Gîte larvaire prospecté dans le site de Boukhalfa durant les années 2019, 2020 et 2021 (Originale, 2022)	47
Figure 24	Gîtes larvaires prospectés à Sikh Oumeddour durant les années 2019, 2020 et 2021 (Originale, 2022)	48
Figure 25	Gîtes larvaires prospectés à Betrouna durant les années 2019, 2020 et 2021 (Originale, 2022)	49

Figure 26	Gîtes larvaires prospectés à Ihesnaouen durant les années 2019, 2020 et 2021 (Originale, 2022)	50
Figure 27	Gîtes larvaires prospectés à Oued Aissi durant les années 2019, 2020 et 2021 (Originale, 2022)	51
Figure 28	Gîtes larvaires prospectés à Draâ Ben Khedda durant les années 2019, 2020 et 2021 (Originale, 2022)	52
Figure 29	Gîtes larvaires prospectés dans le barrage de Taksebt durant les années 2019, 2020 et 2021 (Originale, 2022)	53
Figure 30	Gîtes larvaires prospectés à Tamda durant les années 2019, 2020 et 2021 (Originale, 2022)	54
Figure 31	Gîtes larvaires prospectés à Megheira durant les années 2019, 2020 et 2021 (Originale, 2022)	55
Figure 32	Gîtes larvaires prospectés à Ighil Ouguelmim durant les années 2019, 2020 et 2021 (Originale, 2022)	56
Figure 33	Gîte larvaire prospecté à Ait-Ouaneche durant l'année 2021 (Originale, 2022)	57
Figure 34	Présentation du point de capture dans le site de Mekla, illustré par Google earth, 2022 ; M : Maison	58
Figure 35	Gîtes larvaires prospectés dans le site d'Azazga ville durant les années 2019, 2020 et 2021 (Originale, 2022)	59
Figure 36	Gîtes larvaires prospectés dans le site de Cheurfa durant les années 2019, 2020 et 2021 (Originale, 2022)	60
Figure 37	Gîtes larvaires prospectés dans le site de Zaouia durant les années 2019, 2020 et 2021 (Originale, 2022)	62
Figure 38	Gîtes larvaires prospectés dans le site d'Akaoudj durant les années 2019, 2020 et 2021 (Originale, 2022)	63
Figure 39	Gîtes larvaires prospectés à Tizgirt ville durant les années 2019, 2020 et 2021 (Originale, 2022)	64
Figure 40	Gîtes larvaires prospectés à Oued Ksari durant les années 2019, 2020 et 2021 (Originale, 2022)	65
Figure 41	Gîtes larvaires prospectés dans le site d'Ighil El Bir durant les années 2019, 2020 et 2021 (Originale, 2022)	66
Figure 42	Gîtes larvaires prospectés dans le site d'El Bordj durant les années 2019, 2020 et 2021 (Originale, 2022)	67
Figure 43	Gîte larvaire prospecté dans le site d'Ait Imghour durant l'année 2021 (Originale, 2022)	68
Figure 44	Gîtes larvaires prospectés à Tifrit N'Ath Oumalek durant les années 2019, 2020 et 2021 (Originale, 2022)	69
Figure 45	Matériel utilisé pour la méthode « Coup de louche » (Originale, 2022)	71
Figure 46	Capture directe ; A : Capture d'adultes au repos à l'aide d'un tube à essai (WHO, 1992) modifiée, B : Capture d'adultes sur mur par un tube eppendorf (Originale, 2022)	72
Figure 47	Pièges pondoirs déposés dans le site de la Nouvelle ville durant les années 2019, 2020 et 2021 (Originale, 2022)	73
Figure 48	Échantillons collectés (Originale, 2022)	74
Figure 49	Elevage des larves (Originale, 2022)	74
Figure 50	Aspiration buccale des adultes émergés (Originale, 2022)	75
Figure 51	Méthode d'éclaircissement et du montage des larves (Originale, 2022)	76
Figure 52	Matériel d'identification utilisé (Originale, 2022)	77
Figure 53	Vue latérale des palpes maxillaires des femelles de Culicidae	83

	observés sous une loupe binoculaire (Gx 10) (Originale, 2022)	
Figure 54	Critères d'identification d'une larve de <i>Culex pipiens</i> s.l. observée sous un microscope optique (Gx 10) (Originale, 2022)	84
Figure 55	Critères d'identification des adultes de <i>Culex pipiens</i> s.l. observés sous une loupe binoculaire (Gx 10) (Originale, 2022)	85
Figure 56	Critères d'identification d'une larve de <i>Culex impudicus</i> observée sous un microscope optique (Gx 10/40) (Originale, 2022)	86
Figure 57	Critères d'identification d'une larve de <i>Culex territans</i> observée sous un microscope optique (Gx 10) (Originale, 2022)	87
Figure 58	Critères d'identification d'un adulte femelle de <i>Culex territans</i> observé sous une loupe binoculaire (Gx 10) (Originale, 2022)	88
Figure 59	Critères d'identification d'une larve de <i>Culex perexiguus</i> observée sous un microscope optique (Gx 10/40) (Originale, 2022)	89
Figure 60	Critères d'identification des larves de <i>Culex hortensis</i> observée sous un microscope optique (Gx 40) (Originale, 2022)	90
Figure 61	Critères d'identification des adultes de <i>Culex hortensis</i> observés sous une loupe binoculaire (Gx 10/40) (Originale, 2022)	91
Figure 62	Critères d'identification d'une larve de <i>Culex theileri</i> observée sous un microscope optique (Gx 10) (Originale, 2022)	92
Figure 63	Critères d'identification d'une larve de <i>Culex laticinctus</i> observée sous un microscope optique (Gx 10) (Originale, 2022)	93
Figure 64	Critères d'identification d'une larve de <i>Culex mimeticus</i> observée sous un microscope optique (Gx 10/40) (Originale, 2022)	94
Figure 65	Critères d'identification d'un adulte de <i>Culex mimeticus</i> observé sous une loupe binoculaire (Gx 10/40) (Originale, 2022)	95
Figure 66	Critères d'identification d'une larve de <i>Culex deserticola</i> observée sous un microscope optique (Gx 10) (Originale, 2022)	96
Figure 67	Critères d'identification d'un adulte femelle de <i>Culex quinquefasciatus</i> observé sous une loupe binoculaire (Gx 10) (Originale, 2022)	97
Figure 68	Critères d'identification d'un adulte mâle de <i>Culex simpsoni</i> observé sous une loupe binoculaire (Gx 10) (Originale, 2022)	98
Figure 69	Critères d'identification d'une larve de <i>Culiseta longiareolata</i> observée sous un microscope optique (Gx 10) (Originale, 2022)	99
Figure 70	Critères d'identification d'un adulte femelle de <i>Culiseta longiareolata</i> observé sous une loupe binoculaire (Gx 10) (Originale, 2022)	100
Figure 71	Critères d'identification d'une larve de <i>Culiseta subochrea</i> observée sous un microscope optique (Gx 10/100) (Originale, 2022)	101
Figure 72	Critères d'identification d'une larve d' <i>Uranotaenia unguiculata</i> observée sous un microscope optique (Gx 10) (Originale, 2022)	102
Figure 73	Critères d'identification d'un adulte femelle d' <i>Uranotaenia unguiculata</i> observé sous une loupe binoculaire (Gx 10) (Originale, 2022)	103
Figure 74	Critères d'identification d'un adulte femelle d' <i>Aedes berlandi</i> observé sous une loupe binoculaire (Gx 0,1/10) (Originale, 2022)	104
Figure 75	Critères d'identification d'une larve d' <i>Aedes geniculatus</i> observée sous un microscope optique (Gx 10/100) (Originale, 2022)	105
Figure 76	Critères d'identification d'un adulte femelle d' <i>Aedes geniculatus</i> observé sous une loupe binoculaire (Gx 10) (Originale, 2022)	106
Figure 77	Critères d'identification d'un adulte femelle d' <i>Aedes albopictus</i> observé sous une loupe binoculaire (Gx 10) (Originale, 2022)	107

Figure 78	Critères d'identification d'une larve d' <i>Aedes caspius</i> observée sous un microscope optique (Gx 10/40) (Originale, 2022)	108
Figure 79	Critères d'identification d'un adulte femelle d' <i>Aedes caspius</i> observé sous une loupe binoculaire (Gx 10) (Originale, 2022)	109
Figure 80	Critères d'identification d'un adulte femelle de <i>Coquillettidia richiardii</i> observé sous une loupe binoculaire (Gx 10/40) (Originale, 2022)	110
Figure 81	Critères d'identification d'une larve du complexe <i>Anopheles maculipennis</i> s.l. observée sous un microscope optique (Gx 10/40) (Originale, 2022)	111
Figure 82	Critères d'identification d'un adulte d' <i>Anopheles maculipennis</i> s.l. observé sous une loupe binoculaire (Gx 10) (Originale, 2022)	112
Figure 83	Critères d'identification d'une larve d' <i>Anopheles claviger</i> observée sous un microscope optique (Gx 40) (Originale, 2022)	113
Figure 84	Critères d'identification d'un adulte mâle d' <i>Anopheles claviger</i> observé sous une loupe binoculaire (Gx 10/40) (Originale, 2022)	114
Figure 85	Organes génitaux des adultes mâles observés sous un microscope optique (Gx 10) (Originale, 2022)	114
Figure 86	Abondance relative des espèces culicidiennes inventoriées dans la station de Tizi-Ouzou durant les années 2019, 2020 et 2021	120
Figure 87	Analyse factorielle des correspondances de la répartition des espèces culicidiennes dans le site de la Nouvelle ville les années 2019, 2020 et 2021	123
Figure 88	Analyse factorielle des correspondances de la répartition des espèces culicidiennes dans le site de la ville de Tizi-Ouzou durant les années 2019, 2020 et 2021	124
Figure 89	Analyse factorielle des correspondances de la répartition des espèces culicidiennes dans le site d'Ihesnaouen durant les années 2019, 2020 et 2021	125
Figure 90	Analyse factorielle des correspondances de la répartition des espèces culicidiennes dans le site d'Oued Aissi durant les années 2019, 2020 et 2021	126
Figure 91	Abondance relative des espèces culicidiennes inventoriées dans la station de Draâ Ben Khedda durant les années 2019, 2020 et 2021	128
Figure 92	Analyse factorielle des correspondances de la répartition des espèces culicidiennes dans le site de Draâ Ben Khedda ville durant les années 2019, 2020 et 2021	130
Figure 93	Abondance relative des espèces culicidiennes inventoriées dans la station de Beni Aissi durant les années 2019, 2020 et 2021	132
Figure 94	Analyse factorielle des correspondances de la répartition des espèces culicidiennes dans le site du barrage de Taksebt durant les années 2019, 2020 et 2021	134
Figure 95	Abondance relative des espèces culicidiennes inventoriées dans la station d'Ouaguenoun durant les années 2019, 2020 et 2021	136
Figure 96	Analyse factorielle des correspondances de la répartition des espèces culicidiennes dans le site de Tamda durant les années 2019, 2020 et 2021	138
Figure 97	Abondance relative des espèces culicidiennes inventoriées dans la station d'Ait Khelili durant les années 2019, 2020 et 2021	140
Figure 98	Abondance relative des espèces culicidiennes inventoriées dans la station de Béni Zmenzer durant l'année 2021	142
Figure 99	Abondance relative des espèces culicidiennes inventoriées dans la	145

	station d'Azazga durant les années 2019, 2020 et 2021	
Figure 100	Analyse factorielle des correspondances de la répartition des espèces culicidiennes dans le site de Cheurfa durant les années 2019, 2020 et 2021	147
Figure 101	Abondance relative des espèces culicidiennes inventoriées dans la station de Makouda durant les années 2019, 2020 et 2021	150
Figure 102	Analyse factorielle des correspondances de la répartition des espèces culicidiennes dans le site de Zaouia durant les années 2019, 2020 et 2021	151
Figure 103	Abondance relative des espèces culicidiennes inventoriées dans la station d'Ait Aissa Mimoun durant les années 2019, 2020 et 2021	153
Figure 104	Analyse factorielle des correspondances de la répartition des espèces culicidiennes dans le site d'Akaoudj durant les années 2019, 2020 et 2021	155
Figure 105	Abondance relative des espèces culicidiennes inventoriées dans la station de Tizirt durant les années 2019, 2020 et 2021	157
Figure 106	Analyse factorielle des correspondances de la répartition des espèces culicidiennes dans le site de Tizirt ville durant les années 2019, 2020 et 2021	158
Figure 107	Abondance relative des espèces culicidiennes inventoriées dans la station d'Ait Yahia Moussa durant les années 2019, 2020 et 2021	160
Figure 108	Abondance relative des espèces culicidiennes inventoriées dans la station d'Ain Zaouia durant les années 2019, 2020 et 2021	162
Figure 109	Abondance relative des culicides inventoriés dans la station d'Idjeur durant les années 2019, 2020 et 2021	166
Figure 110	Analyse factorielle des correspondances de la répartition des espèces culicidiennes dans le site de Tifrit N'Ath Oumalek durant les années 2019, 2020 et 2021	167

Liste des tableaux

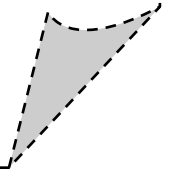
Numéro	Titre	Page
Tableau 1	Liste taxonomique des espèces culicidiennes présentes en Algérie	4
Tableau 2	Données géographiques des stations prospectées au niveau de la région de Tizi-Ouzou durant les années 2019, 2020 et 2021 (pgs-longitude-latitude.net, 2022).	27
Tableau 3	Températures moyennes mensuelles des années 2019, 2020 et 2021 de la région de Tizi-Ouzou (ONM de Tizi-Ouzou, 2022)	30
Tableau 4	Précipitations moyennes mensuelles de la région de Tizi-Ouzou des années 2019, 2020 et 2021 (ONM de Tizi-Ouzou, 2022)	31
Tableau 5	Humidité relative moyenne mensuelle de la région de Tizi-Ouzou des années 2019 et 2020 (ONM de Tizi-Ouzou, 2022)	32
Tableau 6	Vitesse moyenne mensuelle du vent de la région de Tizi-Ouzou des années 2019, 2020 et 2021 (ONM de Tizi-Ouzou, 2022)	33
Tableau 7	Données faunistiques de la région de Tizi-Ouzou	39
Tableau 8	Caractéristiques des gîtes larvaires prospectés dans le site de la Nouvelle ville durant les années 2019, 2020 et 2021	44
Tableau 9	Données géographiques et écologiques des points de capture d'adultes au site de la Nouvelle ville de la station de Tizi-Ouzou durant l'année 2021	45
Tableau 10	Caractéristiques des gîtes larvaires prospectés en ville de la station de Tizi-Ouzou durant les années 2019, 2020 et 2021	46
Tableau 11	Caractéristiques du gîte larvaire prospecté dans le site de Boukhalfa durant les années 2019, 2020 et 2021	47
Tableau 12	Caractéristiques des gîtes larvaires prospectés dans le site de Sikh Oumeddour durant les années 2019, 2020 et 2021	48
Tableau 13	Caractéristiques des gîtes larvaires prospectés à Betrouna durant les années 2019, 2020 et 2021	49
Tableau 14	Caractéristiques des gîtes larvaires prospectés à Ihesnaouen durant les années 2019, 2020 et 2021	50
Tableau 15	Caractéristiques des gîtes larvaires prospectés à Oued Aissi durant les années 2019, 2020 et 2021	51
Tableau 16	Caractéristiques des gîtes larvaires prospectés à Draâ Ben Khedda durant les années 2019, 2020 et 2021	52
Tableau 17	Caractéristiques des gîtes larvaires prospectés dans le barrage de Taksebt durant les années 2019, 2020 et 2021	54
Tableau 18	Caractéristiques des gîtes larvaires prospectés à Tamda durant les années 2019, 2020 et 2021	55
Tableau 19	Caractéristiques des gîtes larvaires prospectés à Megheira durant les années 2019, 2020 et 2021	56
Tableau 20	Caractéristiques des gîtes larvaires prospectés à Ighil Ouguelmim durant les années 2019, 2020 et 2021	57
Tableau 21	Caractéristiques du gîte larvaire prospecté à Ait-Ouaneche durant l'année 2021	58
Tableau 22	Caractéristiques des gîtes larvaires prospectés dans le site d'Azazga ville durant les années 2019, 2020 et 2021	59
Tableau 23	Caractéristiques des gîtes larvaires prospectés dans le site de Cheurfa durant les années 2019, 2020 et 2021	61
Tableau 24	Caractéristiques des gîtes larvaires prospectés dans le site de Zaouia durant les années 2019, 2020 et 2021	62
Tableau 25	Caractéristiques des gîtes larvaires prospectés dans le site	63

	d'Akaoudj durant les années 2019, 2020 et 2021	
Tableau 26	Caractéristiques des gîtes larvaires prospectés à Tigzirt ville durant les années 2019, 2020 et 2021	64
Tableau 27	Caractéristiques des gîtes larvaires prospectés à Oued Ksari durant les années 2019, 2020 et 2021	65
Tableau 28	Caractéristiques des gîtes larvaires prospectés dans le site d'Ighil El Bir durant les années 2019, 2020 et 2021	66
Tableau 29	Caractéristiques des gîtes larvaires prospectés dans le site d'El Bordj durant les années 2019, 2020 et 2021	67
Tableau 30	Caractéristiques du gîte larvaire prospecté dans le site d'Ait Imghour durant l'année 2021	68
Tableau 31	Caractéristiques des gîtes larvaires prospectés à Tifrit N'Ath Oumalek durant les années 2019, 2020 et 2021	70
Tableau 32	Liste des espèces culicidiennes recensées dans la région de Tizi-Ouzou de février 2019 à octobre 2021	81
Tableau 33	Effectifs des individus recensés dans la région de Tizi-Ouzou de février 2019 à octobre 2021	82
Tableau 34	Fréquences d'apparition des gîtes prospectés au niveau de la région de Tizi-Ouzou de février 2019 à octobre 2021 selon leur nature	115
Tableau 35	Fréquences d'apparition des gîtes larvaires prospectés au niveau de la région de Tizi-Ouzou de février 2019 à octobre 2021 selon la pérennité de l'eau	115
Tableau 36	Qualité d'échantillonnage des espèces culicidiennes inventoriées dans les sites de la station de Tizi-Ouzou durant les années 2019, 2020 et 2021	116
Tableau 37	Richesse spécifique des moustiques inventoriés dans la station de Tizi-Ouzou durant les années 2019, 2020 et 2021	117
Tableau 38	Fréquences d'occurrence des espèces culicidiennes inventoriées dans la station de Tizi-Ouzou durant les années 2019, 2020 et 2021	121
Tableau 39	Indices de structure calculés pour les sept sites prospectés au niveau de la station de Tizi-Ouzou durant les années 2019, 2020 et 2021	122
Tableau 40	Qualité d'échantillonnage des espèces culicidiennes inventoriées dans la station de Draâ Ben Khedda durant les années 2019, 2020 et 2021	127
Tableau 41	Richesse spécifique des moustiques inventoriés dans la station de Draâ Ben Khedda durant les années 2019, 2020 et 2021	127
Tableau 42	Fréquences d'occurrence des espèces culicidiennes inventoriées dans la station de Draâ Ben Khedda durant les années 2019, 2020 et 2021	129
Tableau 43	Indices de structure des espèces culicidiennes inventoriées dans la station de Draâ Ben Khedda durant les années 2019, 2020 et 2021	129
Tableau 44	Qualité d'échantillonnage des espèces culicidiennes inventoriées dans la station de Beni Aissi durant les années 2019, 2020 et 2021	131
Tableau 45	Richesse spécifique des moustiques recensés dans la station de Beni Aissi durant les années 2019, 2020 et 2021	131
Tableau 46	Fréquences d'occurrence des espèces culicidiennes inventoriées dans la station de Beni Aissi durant les années 2019, 2020 et 2021	133
Tableau 47	Indices de structure des espèces culicidiennes inventoriées dans la station de Beni Aissi durant les années 2019, 2020 et 2021	133
Tableau 48	Qualité d'échantillonnage des espèces culicidiennes inventoriées dans la station d'Ouaguenoun durant les années 2019, 2020 et 2021	135
Tableau 49	Richesse spécifique des moustiques inventoriés dans la station	135

	d'Ouaguenoun durant les années 2019, 2020 et 2021	
Tableau 50	Fréquences d'occurrence des espèces culicidiennes inventoriées dans la station d'Ouaguenoun durant les années 2019, 2020 et 2021	137
Tableau 51	Indices de structure des espèces culicidiennes inventoriées dans la station d'Ouaguenoun durant les années 2019, 2020 et 2021	137
Tableau 52	Qualité d'échantillonnage des espèces culicidiennes inventoriées dans la station d'Ait Khelili durant les années 2019, 2020 et 2021	139
Tableau 53	Richesse spécifique des moustiques inventoriés dans les sites d'Ait Khelili durant les années 2019, 2020 et 2021	139
Tableau 54	Fréquences d'occurrence des espèces culicidiennes inventoriées dans la station d'Ait Khelili durant les années 2019, 2020 et 2021	140
Tableau 55	Indices de structure des espèces culicidiennes inventoriées dans la station d'Ait Khelili durant les années 2019, 2020 et 2021	141
Tableau 56	Qualité d'échantillonnage des espèces culicidiennes inventoriées dans la station de Béni Zmenzer durant l'année 2021	141
Tableau 57	Richesse spécifique des moustiques trouvés dans la station de Béni Zmenzer durant l'année 2021	142
Tableau 58	Fréquences d'occurrence des espèces culicidiennes inventoriées dans la station de Béni Zmenzer durant l'année 2021	143
Tableau 59	Indices de structure des espèces culicidiennes inventoriées dans la station de Béni Zmenzer durant l'année 2021	143
Tableau 60	Qualité d'échantillonnage des espèces culicidiennes inventoriées dans la station d'Azazga durant les années 2019, 2020 et 2021	143
Tableau 61	Richesse spécifique des moustiques inventoriés dans la station d'Azazga durant les années 2019, 2020 et 2021	144
Tableau 62	Fréquences d'occurrence des espèces culicidiennes inventoriées dans la station d'Azazga durant les années 2019, 2020 et 2021	146
Tableau 63	Indices de structure des espèces culicidiennes inventoriées dans la station d'Azazga durant les années 2019, 2020 et 2021	147
Tableau 64	Qualité d'échantillonnage des espèces culicidiennes inventoriées dans la station de Makouda durant les années 2019, 2020 et 2021	148
Tableau 65	Richesse spécifique des moustiques inventoriés dans la station de Makouda durant les années 2019, 2020 et 2021	149
Tableau 66	Fréquences d'occurrence des espèces culicidiennes inventoriées dans la station de Makouda durant les années 2019, 2020 et 2021	150
Tableau 67	Indices de structure des espèces culicidiennes inventoriées dans la station de Makouda durant les années 2019, 2020 et 2021	151
Tableau 68	Qualité d'échantillonnage des espèces culicidiennes inventoriées dans la station d'Ait Aissa Mimoun durant les années 2019, 2020 et 2021	152
Tableau 69	Richesse spécifique des moustiques recensés dans la station d'Ait Aissa Mimoun durant les années 2019, 2020 et 2021	152
Tableau 70	Fréquences d'occurrence des espèces culicidiennes inventoriées dans la station d'Ait Aissa Mimoun durant les années 2019, 2020 et 2021	154
Tableau 71	Indices de structure des espèces culicidiennes inventoriées dans la station d'Ait Aissa Mimoun durant les années 2019, 2020 et 2021	154
Tableau 72	Qualité d'échantillonnage des espèces culicidiennes inventoriées dans la station de Tigzirt durant les années 2019, 2020 et 2021	156
Tableau 73	Richesse spécifique des moustiques inventoriés dans la station de Tigzirt durant les années 2019, 2020 et 2021	156
Tableau 74	Fréquences d'occurrence des espèces culicidiennes inventoriées	157

	dans la station de Tizirt durant les années 2019, 2020 et 2021	
Tableau 75	Indices de structure des espèces culicidiennes inventoriées dans la station de Tizirt durant les années 2019, 2020 et 2021	158
Tableau 76	Qualité d'échantillonnage des espèces culicidiennes inventoriées dans les sites de la station d'Ait Yahia Moussa durant les années 2019, 2020 et 2021	159
Tableau 77	Richesse spécifique des culicides inventoriés dans la station d'Ait Yahia Moussa durant les années 2019, 2020 et 2021	159
Tableau 78	Fréquences d'occurrence des espèces culicidiennes inventoriées dans la station d'Ait Yahia Moussa durant les années 2019, 2020 et 2021	161
Tableau 79	Indices de structure des espèces culicidiennes inventoriées dans la station d'Ait Yahia Moussa durant les années 2019, 2020 et 2021	161
Tableau 80	Qualité d'échantillonnage des espèces culicidiennes inventoriées dans la station d'Ain Zaouia durant les années 2019, 2020 et 2021	162
Tableau 81	Richesse spécifique des espèces culicidiennes inventoriées dans la station d'Ain Zaouia durant les années 2019, 2020 et 2021	162
Tableau 82	Indices de composition des espèces culicidiennes inventoriées dans la station d'Ain Zaouia durant les années 2019, 2020 et 2021	163
Tableau 83	Indices de structure des espèces culicidiennes inventoriées dans la station d'Ain Zaouia durant les années 2019, 2020 et 2021	163
Tableau 84	Qualité d'échantillonnage des espèces culicidiennes inventoriées dans la station d'Idjeur durant les années 2019, 2020 et 2021	164
Tableau 85	Richesse spécifique des moustiques inventoriés dans la station d'Idjeur durant les années 2019, 2020 et 2021	164
Tableau 86	Fréquences d'occurrence des espèces culicidiennes inventoriées dans la station d'Idjeur durant les années 2019, 2020 et 2021	166
Tableau 87	Indices de structure des espèces culicidiennes inventoriées dans la station d'Idjeur durant les années 2019, 2020 et 2021	167
Tableau 88	Comparaison de la similitude entre la biodiversité des moustiques dans les différents milieux d'étude	168
Tableau 89	Comparaison de la similitude entre la biodiversité des moustiques dans les différents milieux et natures des gîtes prospectés	169

Sommaire



Introduction	1
Chapitre I : Données bibliographiques sur les moustiques	
I.1. - Systématique.....	4
I.2. - Morphologie	7
I.2.1. - Œuf.....	7
I.2.2. - Larve.....	7
I.2.2.1. - Tête.....	8
I.2.2.2. - Thorax.....	8
I.2.2.3. - Abdomen.....	9
I.2.3. - Nymphe	9
I.2.4. - Adulte	10
I.2.4.1. - Tête.....	11
I.2.4.2. - Thorax.....	12
I.2.4.3. - Abdomen.....	14
I.3. - Bio-écologie des Culicidae	15
I.3.1. - Cycle de vie	15
I.3.1.1. - Œufs.....	16
I.3.1.2. - Larves	16
I.3.1.3. - Nymphes	17
I.3.1.4. - Adultes.....	18
I.3.2. - Mode de nutrition.....	18
I.3.3. - Reproduction.....	19
I.3.4. - Gîtes larvaires	20
I.4. - Répartition	21
I.5. - Rôle dans l'écosystème	21
I.6. - Rôle pathogène	22
I.7. - Lutte contre les moustiques	24
I.7.1. - Méthodes chimiques.....	24
I.7.2. - Méthodes biologiques.....	25
I.7.3. - Méthodes génétiques	26
I.7.4. - Méthodes physiques	26

Chapitre II : Présentation de la région d'étude

II.1. - Localisation géographique	27
II.2. - Les facteurs écologiques	28
II.2.1. - Facteurs abiotiques.....	28
II.2.1.1. - Hydrographie	28
II.2.2.2. - Types de sols	29
II.2.2.3. - Facteurs climatiques.....	29
II.2.2.3.1. - Température	30
II.2.2.3.2. - Pluviométrie	31
II.2.2.3.3. - Humidité relative	32
II.2.2.3.4. - Vent	33
II.2.2.3.5. - Feu	34
II.2.2.3.6. - Synthèse climatique et climatogrammes.....	34
II.2.2.3.6.1. - Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson	34
II.2.2.3.6.2. - Quotient pluviométrique et climagramme d'Emberger.....	36
II.2.2. - Facteurs biotiques	37
II.2.2.1. - Données bibliographiques sur la flore de la région de Tizi-Ouzou	38
II.2.2.2. - Données bibliographiques sur la faune de la région de Tizi-Ouzou.....	38
II.3. - Activités anthropiques.....	40
II.3.1. - Urbanisation	40
II.3.2. - Perturbation anthropique	41

Chapitre III : Matériel et méthodes

III.1. - Choix des sites d'étude	42
III.1.1. - Localisation géographique des sites d'étude.....	42
III.1.2. - Présentation des gîtes prospectés.....	43
III.1.2.1. - Station de Tizi-Ouzou	43
III.1.2.1.1. - Site de la Nouvelle ville.....	43
III.1.2.1.2. - Site de la ville.....	45
III.1.2.1.3. - Site de Boukhalfa	46
III.1.2.1.4. - Site de Sikh Oumeddour.....	47
III.1.2.1.5. - Site de Betrouna	48
III.1.2.1.6. - Site d'Ihesnaouen	49
III.1.2.1.7. - Site d'Oued Aissi	51

Sommaire

III.1.2.2. - Station de Draâ Ben Khedda	52
III.1.2.2.1. - Site de Draâ Ben Khedda ville	52
III.1.2.3. - Station de Beni Aissi.....	53
III.1.2.3.1. - Site du barrage de Taksebt.....	53
III.1.2.4. - Station d'Ouaguenoun	54
III.1.2.4.1. - Site de Tamda	54
III.1.2.5. - Station d'Ait Khelili	55
III.1.2.5.1. - Site de Megheira	55
III.1.2.5.2. - Site d'Ighil Ouguelmim.....	56
III.1.2.6. - Station de Béni Zmenzer	57
III.1.2.6.1. - Site d'Ait-Ouaneche	57
III.1.2.7. - Station de Mekla.....	58
III.1.2.7.1. - Site Mekla ville	58
III.1.2.8. - Station d'Azazga.....	59
III.1.2.8.1. - Site d'Azazga ville	59
III.1.2.8.2. - Site de Cheurfa.....	60
III.1.2.9. - Station de Makouda	62
III.1.2.9.1. - Site de Zaouia	62
III.1.2.10. - Station d'Ait Aissa Mimoun	63
III.1.2.10.1. - Site d'Akaoudj	63
III.1.2.11. - Station de Tizirt	64
III.1.2.11.1. - Site de Tizirt ville	64
III.1.2.12. - Station d'Ait Yahia Moussa	65
III.1.2.12.1. - Site d'Oued Ksari	65
III.1.2.12.2. - Site d'Ighil El Bir	66
III.1.2.13. - Station d'Ain Zaouia.....	67
III.1.2.13.1. - Site d'El Bordj	67
III.1.2.14. - Station de Mechtras	67
III.1.2.14.1. - Site d'Ait Imghour	68
III.1.2.15. - Station d'Idjeur	68
III.1.2.15.1. - Site de Tifrit N' Ath Oumalek	69
III.2. - Méthodes d'échantillonnage	71
III.2.1. - Coup de louche	71
III.2.2. - Capture directe	72

Sommaire

III.2.3. - Pièges pondoires.....	72
III.3. - Elevage.....	73
III.4. - Montage des larves	75
III.5. - Examen des organes génitaux	76
III.6. - Identification	76
III.7. - Méthode d'exploitation des données	77
III.7.1. - Qualité d'échantillonnage	77
III.7.2. - Indices écologiques.....	78
III.7.2.1. - Indices de composition	78
III.7.2.1.1. - Richesse spécifique	78
III.7.2.1.2. - Abondance relative.....	78
III.7.2.1.3. - Fréquences d'occurrence	78
III.7.2.2. - Indices de structure.....	78
III.7.2.2.1. - Indice de Shannon	79
III.7.2.2.2. - Indice d'équitabilité.....	79
III.7.3. - Indice de Jaccard	79
III.7.4. - Analyse statistique	80
III.7.4.1. - Test de Khi-deux d'indépendance X^2	80
III.7.4.2. - Analyse factorielle des correspondances AFC.....	80

Chapitre IV : Résultats

IV.1. - Biodiversité des moustiques	81
IV.2. - Inventaire global des espèces culicidiennes.....	82
IV.3. - Critères d'identification.....	83
IV.3.1. - Complexe <i>Culex pipiens</i> s.l. (Linnaeus, 1758)	83
IV.3.2. - <i>Culex impudicus</i> (Ficalbi, 1889)	85
IV.3.3. - <i>Culex territans</i> (Walker, 1856)	86
IV.3.4. - <i>Culex perexiguus</i> (Theobald, 1901)	88
IV.3.5. - <i>Culex hortensis</i> (Ficalbi, 1889)	89
IV.3.6. - <i>Culex theileri</i> (Theobald, 1903)	91
IV.3.7. - <i>Culex laticinctus</i> (Edwards, 1913)	92
IV.3.8. - <i>Culex mimeticus</i> (Noè, 1899).....	93
IV.3.9. - <i>Culex deserticola</i> (Kirkpatrick, 1924)	95
IV.3.10. - <i>Culex quinquefasciatus</i> (Say, 1823)	96

Sommaire

IV.3.11. - <i>Culex simpsoni</i> (Theobald, 1905).....	97
IV.3.12. - <i>Culiseta longiareolata</i> (Macquart, 1838)	98
IV.3.13. - <i>Culiseta subochrea</i> (Edwards, 1921).....	100
IV.3.14. - <i>Uranotaenia unguiculata</i> (Edwards, 1913)	101
IV.3.15. - <i>Aedes berlandi</i> (Seguy, 1921)	103
IV.3.16. - <i>Aedes geniculatus</i> (Olivier, 1791)	104
IV.3.17. - <i>Aedes albopictus</i> (Skuse, 1894)	106
IV.3.18. - <i>Aedes caspius</i> (Pallas, 1771).....	107
IV.3.19. - <i>Coquillettidia richiardii</i> (Ficalbi, 1889)	109
IV.3.20. - Complexe <i>Anopheles maculipennis</i> s.l. (Falleroni, 1926)	110
IV.3.21. - <i>Anopheles claviger</i> (Meigen, 1804)	112
IV.4. - Typologie des gîtes prospectés	115
IV.5. - Exploitation des résultats.....	115
IV.5.1. - Station de Tizi-Ouzou.....	116
IV.5.1.1. - Qualité d'échantillonnage	116
IV.5.1.2. - Richesse spécifique	117
IV.5.1.3. - Abondance relative	119
IV.5.1.4. - Fréquences d'occurrence	120
IV.5.1.5. - Indices de structure.....	122
IV.5.1.6. - Analyse statistique.....	123
IV.5.1.6.1. - Nouvelle ville.....	123
IV.5.1.6.2. - La ville.....	124
IV.5.1.6.3. - Ihesnaouen.....	125
IV.5.1.6.4. - Oued Aissi	126
IV.5.2. - Station de Draâ Ben Khedda.....	127
IV.5.2.1. - Qualité d'échantillonnage	127
IV.5.2.2. - Richesse spécifique	127
IV.5.2.3. - Abondance relative	128
IV.5.2.4. - Fréquences d'occurrence	128
IV.5.2.5. - Indices de structure.....	129
IV.5.2.6. - Analyse statistique.....	129
IV.5.3. - Station de Beni Aissi	130
IV.5.3.1. - Qualité d'échantillonnage	130
IV.5.3.2. - Richesse spécifique	131

Sommaire

IV.5.3.3. - Abondance relative	132
IV.5.3.4. - Fréquences d'occurrence	132
IV.5.3.5. - Indices de structure.....	133
IV.5.3.6. - Analyse statistique.....	133
IV.5.4. - Station d'Ouaguenoun	134
IV.5.4.1. - Qualité d'échantillonnage	134
IV.5.4.2. - Richesse spécifique	135
IV.5.4.3. - Abondance relative	136
IV.5.4.4. - Fréquences d'occurrence	136
IV.5.4.5. - Indices de structure.....	137
IV.5.4.6. - Analyse statistique.....	137
IV.5.5. - Station d'Ait Khelili	138
IV.5.5.1. - Qualité d'échantillonnage	138
IV.5.5.2. - Richesse spécifique	139
IV.5.5.3. - Abondance relative	139
IV.5.5.4. - Fréquences d'occurrence	140
IV.5.5.5. - Indices de structure.....	141
IV.5.6. - Station de Béni Zmenzer.....	141
IV.5.6.1. - Qualité d'échantillonnage	141
IV.5.6.2. - Richesse spécifique	141
IV.5.6.3. - Abondance relative	142
IV.5.6.4. - Fréquences d'occurrence	142
IV.5.6.5. - Indices de structure.....	143
IV.5.7. - Station d'Azazga	143
IV.5.7.1. - Qualité d'échantillonnage	143
IV.5.7.2. - Richesse spécifique	144
IV.5.7.3. - Abondance relative	145
IV.5.7.4. - Fréquences d'occurrence	146
IV.5.7.5. - Indices de structure.....	146
IV.5.7.6. - Analyse statistique.....	147
IV.5.8. - Station de Makouda.....	148
IV.5.8.1. - Qualité d'échantillonnage	148
IV.5.8.2. - Richesse spécifique	148
IV.5.8.3. - Abondance relative	149

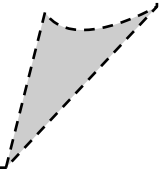
Sommaire

IV.5.8.4. - Fréquences d'occurrence	150
IV.5.8.5. - Indices de structure.....	151
IV.5.8.6. - Analyse statistique	151
IV.5.9. - Station d'Ait Aissa Mimoun	152
IV.5.9.1. - Qualité d'échantillonnage	152
IV.5.9.2. - Richesse spécifique	152
IV.5.9.3. - Abondance relative	153
IV.5.9.4. - Fréquences d'occurrence	153
IV.5.9.5. - Indices de structure.....	154
IV.5.9.6. - Analyse statistique.....	154
IV.5.10. - Station de Tizirt	155
IV.5.10.1. - Qualité d'échantillonnage	155
IV.5.10.2. - Richesse spécifique.....	156
IV.5.10.3. - Abondance relative	156
IV.5.10.4. - Fréquences d'occurrence	157
IV.5.10.5. - Indices de structure.....	158
IV.5.10.6. - Analyse statistique	158
IV.5.11. - Station d'Ait Yahia Moussa	159
IV.5.11.1. - Qualité d'échantillonnage	159
IV.5.11.2. - Richesse spécifique.....	159
IV.5.11.3. - Abondance relative	160
IV.5.11.4. - Fréquences d'occurrence	160
IV.5.11.5. - Indices de structure.....	161
IV.5.12. - Station d'Ain Zaouia	161
IV.5.12.1. - Qualité d'échantillonnage	161
IV.5.12.2. - Richesse spécifique.....	162
IV.5.12.3. - Abondance relative	162
IV.5.12.4. - Fréquences d'occurrence	163
IV.5.12.5. - Indices de structure.....	163
IV.5.13. - Station d'Idjeur.....	163
IV.5.13.1. - Qualité d'échantillonnage	163
IV.5.13.2. - Richesse spécifique.....	164
IV.5.13.3. - Abondance relative	165
IV.5.13.4. - Fréquences d'occurrence	166

Sommaire

IV.5.13.5. - Indices de structure.....	167
IV.5.13.6. - Analyse statistique.....	167
IV.5.14. - Indice de Jaccard	168
Chapitre V : Discussion	
V.1. - Biodiversité des moustiques.....	170
V.2. - Inventaire global des espèces culicidiennes	172
V.3. - Typologie des gîtes prospectés.....	173
V.4. - Qualité d'échantillonnage	174
V.5. - Richesse spécifique.....	175
V.6. - Abondance relative	178
V.7. - Fréquences d'occurrence	181
V.8. - Indices de structure.....	187
V.9. - Analyse statistique.....	187
V.9.1. - Site de la Nouvelle ville	188
V.9.2. - Site de la ville de Tizi-Ouzou.....	188
V.9.3. - Site d'Ihesnaouen	188
V.9.4. - Site d'Oued Aissi.....	189
V.9.5. - Site de Draâ Ben Khedda ville	189
V.9.6. - Site du barrage de Taksebt	189
V.9.7. - Site de Tamda	190
V.9.8. - Site de Cheurfa	190
V.9.9. - Site de Zaouia.....	190
V.9.10. - Site d'Akaoudj.....	190
V.9.11. - Site de Tizirt ville	191
V.9.12. - Site de Tifrit N'Ath Oumalek.....	191
V.10. - Indice de Jaccard	192
Conclusion et perspectives	194
Références bibliographiques	197
Annexes	222

Introduction



Introduction

L'embranchement des Arthropodes est composé de nombreux invertébrés aux milieux et modes de vie très variés. Ils sont rencontrés dans les domaines marins, d'eau douce et terrestre, où ils mènent une vie libre ou fixée (Heusser & Dupuy, 2008). Les recherches sur les invertébrés du milieu aquatique sont nettement insuffisantes et leur richesse spécifique fait l'objet de beaucoup de controverses (Dajoz, 2003). Les moustiques (Diptera : Culicidae) sont des arthropodes nématocères à intérêt écologique très important, leur stade subimaginal est aquatique, inféodé aux eaux stagnantes (Ramade, 2008). Ils se trouvent dans une grande variété d'habitats, allant des grandes étendues d'eau telles que les marécages, les marais et les rizières, aux petites collections d'eau comme les trous d'arbres, les aisselles de plantes, les coquilles d'escargots et les feuilles mortes (Service, 1993). En effet, l'Homme par ces activités anthropiques contribue à l'apparition des milieux propices au développement des moustiques (Darriet, 2014), ce qui favorise l'augmentation de leur aire géographique.

La famille des Culicidae est considérée parmi les plus importants arthropodes d'intérêt médical (Azari-Hamidian et al., 2019), elle occupe le centre de l'actualité entomologique mondiale, en raison de son rôle dans la transmission des maladies virales et parasitaires, qui peuvent affecter l'Homme et les animaux (Becker et al., 2010), comme le paludisme (Visintin et al., 2021) et plusieurs viroses (Himmi, 2007), notamment le chikungunya, West Nile et la fièvre de la Vallée du Rift. Cette famille présente un intérêt particulier pour les zoologistes depuis la découverte de son rôle dans l'épidémiologie de la fièvre jaune, au début du dix-neuvième siècle (Gilka et al., 2021).

Il existe environ 300 espèces de moustiques qui peuvent piquer les humains à travers le monde, mais seules une centaine de celles-ci sont reconnues comme vecteurs potentiels d'agents pathogènes dangereux (Duvallet & Chabasse, 2020), d'autres sont connues par leurs invasions progressives. L'introduction d'espèces invasives a pris une ampleur préoccupante au cours des dernières décennies, suite à l'accroissement considérable du commerce international, de la banalisation des transports aériens et de celle des autres modes de déplacement rapides (Ramade, 2012). Les culicides invasifs se caractérisent par leur capacité de coloniser de nouveaux territoires et de causer des dommages économiques, environnementaux et sanitaires (Schaffner et al., 2013). L'invasion du moustique tigre *Aedes albopictus* dans plusieurs régions du monde est un problème préoccupant. Au cours des 30 dernières années, cette espèce s'est rapidement répandue dans le monde (Neteler et al., 2013), son aire de répartition était limitée aux tropiques asiatiques (Rúa-Uribe et al., 2012 ; Bouree et al., 2015 ; Cunze et al., 2016 ; Darriet, 2019), mais avec les moyens de transport et le stockage des pneus, son territoire est élargi (Bouree et al., 2015). Cette espèce est

Introduction

actuellement en expansion mondiale, grâce au commerce international, aux déplacements humains (Krupa et *al.*, 2020) et aux changements climatiques (Semenza & Suk, 2017).

Malgré leurs nuisances et leur rôle pathogène, les culicides devraient avoir aussi leur place dans la conservation de la biodiversité (Trari, 2017). Une bonne connaissance de la faune culicidiène, par l'étude de sa biodiversité, son écologie et son abondance est très importante afin de déterminer son rôle dans l'écosystème et avant de réaliser des campagnes de lutte anti-moustiques (Chahed et *al.*, 2021a). Selon Dajoz (2003), la connaissance de la biodiversité grâce à la systématique est cruciale, d'autant plus que beaucoup d'espèces ne sont encore ni connues ni décrites. La biodiversité désigne la variété et la variabilité des organismes vivants et des complexes écologiques dont ils font partie (Gindre & Raulin, 2020). Elle désigne aussi le nombre total d'espèces peuplant un type d'habitat, occupant une surface donnée (Ramade, 2009).

Plusieurs études ont été effectuées sur la biodiversité des moustiques dans le monde, notamment celles de Trari et *al.* (2002) et Filali Mouatassef et *al.* (2019) au Maroc, Tabbabi et *al.* (2017) en Tunisie, Mint Mohamed Lemine et *al.* (2017) à Mauritanie, Talipouo et *al.* (2017) au Cameroun, Al Ashry et *al.* (2014) et Rasool et *al.* (2015) au Pakistan, Hanafi-Bojd et *al.* (2012) et Paksa et *al.* (2019) en Iran, Alahmed (2012, 2019) à l'Arabie Saoudite, Versteirt et *al.* (2013) en Belgique, Bueno Marí et *al.* (2011) et Bravo-Barriga et *al.* (2021) en Espagne, Alencar et *al.* (2011) au Brésil, Rosero-Garcia et *al.* (2017) en Colombie.

En Algérie, l'étude de la biodiversité culicidiène a pris de l'ampleur cette dernière décennie, plusieurs études ont été publiées, notamment celles de Messai et *al.* (2011) à Mila, Berchi et *al.* (2012) à Constantine, Bouabida et *al.* (2012) à Tébessa, Lafri et *al.* (2014) dans 16 régions (Tizi-Ouzou, Boumerdès, Alger, Blida, Tipaza, Médéa, Tlemcen, Mostaganem, Saida, El Tarf, Annaba, Naâma, Béchar, Tindouf, Ghardaïa et Tamanrasset), Boudemagh et *al.* (2013), Amara Korba et *al.* (2015) et Houmani et *al.* (2017) à El Tarf, Lounaci et *al.* (2016) à Tizi-Ouzou, Messai et *al.* (2016) à Oum El Bouaghi, Benhissen et *al.* (2014, 2017) à Biskra, Benhissen et *al.* (2018) et Asloum et *al.* (2021) à M'Sila, Hamaidia & Berchi (2018) et Hafsi et *al.* (2021) à Souk Ahras, Nabti & Bounechada (2020) à Sétif, Arroussi et *al.* (2021) à Annaba et Belkhiri et *al.* (2021) à Batna.

Dans la région de Tizi-Ouzou, les études réalisées sont de courtes durées et elles portent uniquement sur quelques gîtes larvaires. De ce fait, l'objectif de ce présent travail est de réaliser un inventaire le plus vaste possible des moustiques, afin d'approfondir nos connaissances sur la biodiversité culicidiène, confirmer l'invasion du moustique tigre *Ae. albopictus* dans cette région, évaluer l'influence de la nature et l'environnement des gîtes

Introduction

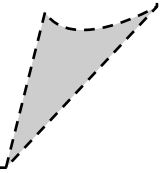
larvaires sur la diversité spécifique des culicides et de montrer la répartition des espèces dans les différents gîtes prospectés.

L'ensemble de ce travail se compose de cinq chapitres, le premier est une recherche bibliographique sur les Culicidae, alors que le deuxième chapitre traite les caractéristiques de la région d'étude, en prenant en considération plusieurs facteurs écologiques qui caractérisent cette région, qu'ils soient biotiques ou abiotiques, ainsi que les facteurs anthropiques qui perturbent l'environnement. Le troisième chapitre inclut les caractéristiques des gîtes prospectés, les méthodes d'échantillonnage adoptées, ainsi que le travail du laboratoire, de l'élevage jusqu'à l'identification et les méthodes d'exploitation des résultats. Le quatrième chapitre met en lumière une liste des espèces culicidiennes recensées, en tenant compte des critères de leur identification et des résultats de l'exploitation et de l'analyse statistique des données, alors que le cinquième chapitre présente une discussion profonde des résultats obtenus.

Ce travail se termine par une conclusion qui résume les différents points essentiels trouvés et les perspectives qui restent à mener dans les travaux ultérieurs.

Chapitre I

Données bibliographiques sur les moustiques



Dans ce chapitre, nous allons développer la systématique des moustiques, la morphologie des différents stades de vie, la bio-écologie, la répartition, le rôle dans l'écosystème, le rôle pathogène ainsi que les méthodes de lutte contre ces nuisibles.

I.1. - Systématique

Les moustiques appartiennent à l'embranchement des arthropodes (pattes articulées), au sous-embranchement des antennates (tête porte des appendices chitinisés, avec des mandibules adaptées à différents régimes) (Darnis, 2012), à la classe des insectes (corps segmenté en trois parties), à la sous-classe des ptérygotes (avec des ailes) et à l'ordre des diptères (avec deux ailes et deux balançoires) (Carnevale & Robert, 2009). Ce dernier est divisé en trois sous-ordres : les nématocères (présentent des antennes longues et rondes) avec 26 familles, les brachycères (présentent des antennes courtes) avec 110 familles (Becker et al., 2003) et les orthoraphes. Les moustiques sont des insectes nématocères, ils comptent plus de 3600 espèces (Darriet, 2014). Ils appartiennent à la famille de Culicidae, cette dernière est divisée en deux sous-familles : les Culicinae et les Anophelinae (Duvallet et al., 2017 ; Duvallet & Chabasse, 2020). Les moustiques présentent des caractères généralement nets, permettant d'identifier facilement la famille, mais leur groupement en sous-familles, en genres et en sous-genres est beaucoup plus délicat (Himmi, 2007).

En Algérie, Berchi (2000a) a rapporté la présence de six genres des Culicidae, ce sont : *Anopheles*, *Culex*, *Culiseta*, *Aedes*, *Orthopodomyia* et *Uranotaenia*, alors que Nabti & Bounechada (2020) ont trouvé un nouveau genre « *Coquillettidia* », ce qui résume la présence de sept genres. La faune culicidiène d'Algérie est très diversifiée, 61 espèces sont connues (Robert et al., 2019). Dans le tableau 1, nous rapportons à partir de 25 travaux réalisés sur la biodiversité des moustiques dans 26 régions différentes de 1999 à 2022, une liste taxonomique des culicidés présents en Algérie.

Tableau 1 - Liste taxonomique des espèces culicidiennes présentes en Algérie

Espèce	Région	Auteurs
19 spp : <i>Cx. pipiens</i> , <i>Cx. theileri</i> , <i>Cx. hortensis</i> , <i>Cx. simpsoni</i> , <i>Cx. antennatus</i> , <i>Cx. martini</i> , <i>Cx. adairi</i> , <i>Cx. territans</i> , <i>Cx. arbieeni</i> , <i>Cx. quinquefasciatus</i> , <i>Cx. laticinctus</i> , <i>Cs. morsitans</i> , <i>Cs. annulata</i> , <i>Cs. longiareolata</i> , <i>An. labranchiae</i> , <i>An. claviger</i> , <i>An. marteri</i> , <i>Ae. flavescens</i> , <i>Ur. unguiculata</i>	Souk Ahras	Hafsi et al. (2021)
14 spp : <i>An. labranchiae</i> , <i>An. petragnanii</i> , <i>An. rufipes broussesi</i> , <i>Cs. longiareolata</i> , <i>Cs. subochrea</i> , <i>Cs. annulata</i> , <i>Cx. pipiens</i> , <i>Cx. theileri</i> , <i>Cx. laticinctus</i> , <i>Cx. antennatus</i> , <i>Cx. hortensis</i> , <i>Cx. perexiguus</i> , <i>Cx. mimeticus</i> , <i>Cx. impudicus</i>	//	Hamaidia & Berchi (2018)

1 sp : <i>Ae. albopictus</i>	//	Hamaidia & Soltani (2021)
19 spp : <i>Cx. pipiens</i> , <i>Cx. theileri</i> , <i>Cx. antennatus</i> , <i>Cx. pusillus</i> , <i>Cx. hortensis</i> , <i>Cx. mimeticus</i> , <i>Cx. modestus</i> , <i>Cx. laticinctus</i> , <i>Cx. territans</i> , <i>Cx. impudicus</i> , <i>Cx. perexiguus</i> , <i>Cs. longiareolata</i> , <i>Cs. annulata</i> , <i>Cs. subochrea</i> , <i>An. labranchiae</i> , <i>An. petragnanii</i> , <i>An. refupes broussesi</i> , <i>Ae. dorsalis</i> , <i>Ae. vitattus</i>	Souk Ahras Tébessa	Hamaidia & Berchi (2020)
9 spp : <i>Ae. caspius</i> , <i>Cx. pipiens</i> , <i>Cx. theileri</i> , <i>Cx. hortensis</i> , <i>Cx. perexiguus</i> , <i>Cx. laticinctus</i> , <i>Cs. longiareolata</i> , <i>Cs. annulata</i> , <i>Cs. subochrea</i>	Tébessa	Bouabida et al. (2012)
12 spp : <i>Cx. pipiens</i> , <i>Cx. modestus</i> , <i>Cx. antennatus</i> , <i>Cx. hortensis</i> , <i>Cx. deserticola</i> , <i>Cx. theileri</i> , <i>Cx. laticinctus</i> , <i>Cx. sp.</i> , <i>An. labranchiae</i> , <i>An. pharoensis</i> , <i>Cs. longiareolata</i> , <i>Ur. unguiculata</i>	Mila	Messai et al. (2011)
7 spp : <i>Cx. pipiens</i> , <i>Cx. hortensis</i> , <i>Cx. theileri</i> , <i>Cx. mimeticus</i> , <i>Cs. longiareolata</i> , <i>An. maculipennis</i> , <i>Ur. unguiculata</i>	Constantine	Berchi et al. (2012)
8 spp : <i>Cx. pipiens</i> , <i>Cx. theileri</i> , <i>Cx. modestus</i> , <i>Cs. longiareolata</i> , <i>An. labranchiae</i> , <i>An. claviger</i> , <i>Ae. aegypti</i> , <i>Ae. albopictus</i>	Annaba	Arroussi et al. (2021)
2 spp : <i>Cx. pipiens</i> , <i>Cs. longiareolata</i>	//	Lafri et al. (2014)
9 spp : <i>Cs. longiareolata</i> , <i>Cq. richiardii</i> , <i>Cx. simpsoni</i> , <i>Cx. theileri</i> , <i>Cx. pipiens</i> , <i>An. labranchiae</i> , <i>Cx. hortensis</i> , <i>Ae. caspius</i> , <i>An. cinereus hispaniola</i>	Sétif	Nabti & Bounechada (2020)
9 spp : <i>Cx. pipiens</i> , <i>Cx. theileri</i> , <i>Cx. hortensis</i> , <i>Cx. deserticola</i> , <i>Cs. longiareolata</i> , <i>Cs. subochrea</i> , <i>Ae. caspius</i> , <i>An. labranchiae</i> , <i>An. cinereus</i>	Batna	Belkhiri et al. (2021)
1 sp : <i>Cx. pipiens</i>	Saïda	Lafri et al. (2014)
1 sp : <i>Ae. albopictus</i>	Jijel Skikda	Chahed et al. (2021b)
5 spp : <i>Ae. albopictus</i> , <i>An. labranchiae</i> , <i>Cx. pipiens</i> , <i>Cx. territans</i> , <i>Cs. longiareolata</i>	Tizi-Ouzou	Lafri et al. (2014)
13 spp : <i>Ae. caspius</i> , <i>Ae. geniculatus</i> , <i>An. maculipennis</i> , <i>An. claviger</i> , <i>Cx. pipiens</i> s.l., <i>Cx. deserticola</i> , <i>Cx. hortensis</i> , <i>Cx. impudicus</i> , <i>Cx. territans</i> , <i>Cx. perexiguus</i> , <i>Cs. longiareolata</i> , <i>Cs. subochrea</i> , <i>Ur. unguiculata</i>	//	Chahed et al. (2021a)
14 spp : <i>Cx. pipiens</i> s.l., <i>Cx. impudicus</i> , <i>Cx. territans</i> , <i>Cx. perexiguus</i> , <i>Cx. hortensis</i> , <i>Cx. theileri</i> , <i>Cx. laticinctus</i> , <i>Cx. mimeticus</i> , <i>Cs. longiareolata</i> , <i>Ur. unguiculata</i> , <i>Ae. berlandi</i> , <i>Cq. richiardii</i> , <i>An. maculipennis</i> s.l., <i>An. claviger</i>	//	Chahed et al. (2022)
1 sp : <i>Ae. albopictus</i>	//	Izri et al. (2011)
	//	Chahed et al. (2021c)
2 spp : <i>Cx. pipiens</i> , <i>Cs. longiareolata</i>	Médéa	Lafri et al. (2014)
6 spp : <i>An. labranchiae</i> , <i>Cx. pipiens</i> , <i>Cx. deserticola</i>	Blida	//

<i>Cx. hortensis</i> , <i>Cs. longiareolata</i> , <i>Ur. unguiculata</i>		
2 spp : <i>Cx. pipiens</i> , <i>Cs. longiareolata</i>	Mostaganem	//
1 sp : <i>Cs. longiareolata</i>	Bechar	//
5 spp : <i>Cx. pipiens</i> , <i>Cs. longiareolata</i> , <i>Ae. flavescens</i> , <i>Ae. coluzzii</i> , <i>Ae. detritus</i>	Tipaza	//
1 sp : <i>Ae. geniculatus</i>	Boumerdès	//
1 sp : <i>Ae. albopictus</i>	Alger	Benallal et al. (2019)
7 spp : <i>Cx. pipiens</i> , <i>Cx. theileri</i> , <i>Cx. deserticola</i> , <i>Cx. hortensis</i> , <i>Cs. longiareolata</i> , <i>Cs. litorea</i> , <i>Ur. unguiculata</i>	//	Lafri et al. (2014)
7 spp : <i>Ae. dorsalis</i> , <i>Ae. detritus</i> , <i>Ae. caspius</i> , <i>Ae. vexans</i> , <i>Ae. mariae</i> , <i>An. sergenti</i> , <i>Cs. longiareolata</i>	Oum El Bouaghi	Messai et al. (2016)
11 spp : <i>Ae. caspius</i> , <i>Ae. detritus</i> , <i>Ae. dorsalis</i> , <i>An. multicolor</i> , <i>Cx. deserticola</i> , <i>Cx. laticinctus</i> , <i>Cx. modestus</i> , <i>Cx. pipiens</i> , <i>Cx. theileri</i> , <i>Cx. hortensis</i> , <i>Cs. longiareolata</i>	Biskra	Benhissen et al. (2017)
11 spp : <i>An. multicolor</i> , <i>Ae. caspius</i> , <i>Ae. vexans</i> , <i>Cx. pipiens</i> , <i>Cx. theileri</i> , <i>Cx. deserticola</i> , <i>Cx. modestus</i> , <i>Cx. torrentium</i> , <i>Cx. pusillus</i> , <i>Cx. antennatus</i> , <i>Cs. longiareolata</i>	//	Benhissen et al. (2014)
1 sp : <i>Ae. biskraensis</i>	//	Brunhes (1999)
11 spp : <i>Cs. longiareolata</i> , <i>Cs. subochrea</i> , <i>Cx. pipiens</i> , <i>Cx. deserticola</i> , <i>Cx. theileri</i> , <i>Cx. laticinctus</i> , <i>Cx. brumpti</i> , <i>Cx. perexiguus</i> , <i>An. cinereus</i> , <i>An. multicolor</i> , <i>Ur. unguiculata</i>	M'Sila	Benhissen et al. (2018)
14 spp : <i>An. cinereus</i> , <i>An. sergentii</i> , <i>An. multicolor</i> , <i>Cx. brumpti</i> , <i>Cx. deserticola</i> , <i>Cx. hortensis</i> , <i>Cx. impudicus</i> , <i>Cx. laticinctus</i> , <i>Cx. martinii</i> , <i>Cx. modestus</i> , <i>Cx. perexiguus</i> , <i>Cx. pipiens</i> , <i>Cx. theileri</i> , <i>Cs. longiareolata</i>	//	Asloum et al. (2021)
11 spp : <i>Cx. pipiens</i> , <i>Cx. hortensis</i> , <i>Cx. univittatus</i> , <i>Cx. brumpti</i> , <i>Cx. modestus</i> , <i>Cs. subochrea</i> , <i>Cs. annulata</i> , <i>Cs. moristans</i> , <i>Ae. pullatus</i> , <i>Ae. vexans</i> , <i>An. coustani</i>	El Tarf	Houmani et al. (2017)
7 spp : <i>Ur. unguiculata</i> , <i>Cx. pipiens</i> , <i>Cx. laticinctus</i> , <i>Cx. impudicus</i> , <i>Cx. hortensis</i> , <i>Cx. theileri</i> , <i>Cs. longiareolata</i>	//	Boudemagh et al. (2013)
2 spp : <i>Cx. pipiens</i> , <i>Cs. longiareolata</i>	//	Lafri et al. (2014)
13 spp : <i>Ae. berlandi</i> , <i>Ae. vexans</i> , <i>An. plumbeus</i> , <i>An. labbranchiae</i> , <i>Cx. pipiens</i> s.l., <i>Cx. perexiguus</i> , <i>Cx. theileri</i> , <i>Cx. pusillus</i> , <i>Cx. modestus</i> , <i>Cx. impudicus</i> , <i>Cs. longiareolata</i> , <i>Cs. annulata</i> , <i>Ur. unguiculata</i>		Amara Korba et al. (2015)
1 sp : <i>An. multicolor</i>	Tamanrasset	Lafri et al. (2014)
3 spp : <i>An. multicolor</i> , <i>Cx. hortensis</i> , <i>Cs. longiareolata</i>	Tindouf	//
3 spp : <i>Ae. vexans</i> , <i>Ae. dorsalis</i> , <i>An. multicolor</i>	Ghardaïa	//
1 sp : <i>An. multicolor</i>	Naâma	//

Il ressort du tableau 1, que la faune culicidiène d'Algérie regroupe 53 espèces, cette richesse spécifique est peut-être due à la superficie très importante de ce pays, 2,382 millions km², ou même à sa localisation géographique (Nord d'Afrique), qui lui a donné une variété paysagère très importante, caractérisée par un Sahara très vaste, des hauts plateaux, des régions montagneuses et un large écosystème côtier.

I.2. - Morphologie

Les moustiques sont des insectes holométaboles, ils ont une métamorphose complète, de sorte que les stades de vie (adulte, larve et nymphe) ont des morphologies très différentes, qui permettent d'identifier les sous-familles, les genres et les espèces (Carnevale & Robert, 2009).

I.2.1. - Œuf

L'œuf comprend 3 membranes : la première est interne, elle entoure le vitellus et l'embryon, la deuxième est l'endochorion qui va durcir peu après la ponte et être colorée (brun foncé), la troisième est l'exochorion, elle est externe et présente différentes ornements (Carnevale & Robert, 2009). Ces dernières varient selon les genres, certains possèdent un système de flotteurs latéraux comme les *Anopheles* (Rioux, 1958 ; Berchi, 2000a) et les *Orthopodomyia*, d'autres ont des flotteurs terminaux comme les *Culex* (Berchi, 2000a). Les œufs d'*Aedes* flottent grâce au phénomène de tension superficielle (Rioux, 1958), leur exochorion est orné de tubercules ou de crêtes, c'est le cas aussi pour le genre *Mansonia* (Berchi, 2000a).

I.2.2. - Larve

La larve est vermiforme, cylindro-conique et apode. Au premier stade (L1), elle est généralement de 1 à 2 mm de long, mais elle peut atteindre 4 mm chez les plus grandes espèces. Le quatrième stade larvaire (L4) mesure d'environ 5 mm de long (Wood et al., 1979). Les larves d'Anophelinae se caractérisent par l'absence du siphon à l'extrémité abdominale, contrairement aux Culicinae qui présentent un siphon bien développé (Duvallat & Chabasse, 2020) et un thorax relativement gros. À la fin de la vie larvaire survient une métamorphose complète, la cuticule de la larve se fend longitudinalement pour laisser place à une nymphe (Carnevale & Robert, 2009). Selon Rioux (1958), la larve du moustique se compose morphologiquement de la tête, du thorax et de l'abdomen (Fig. 1).

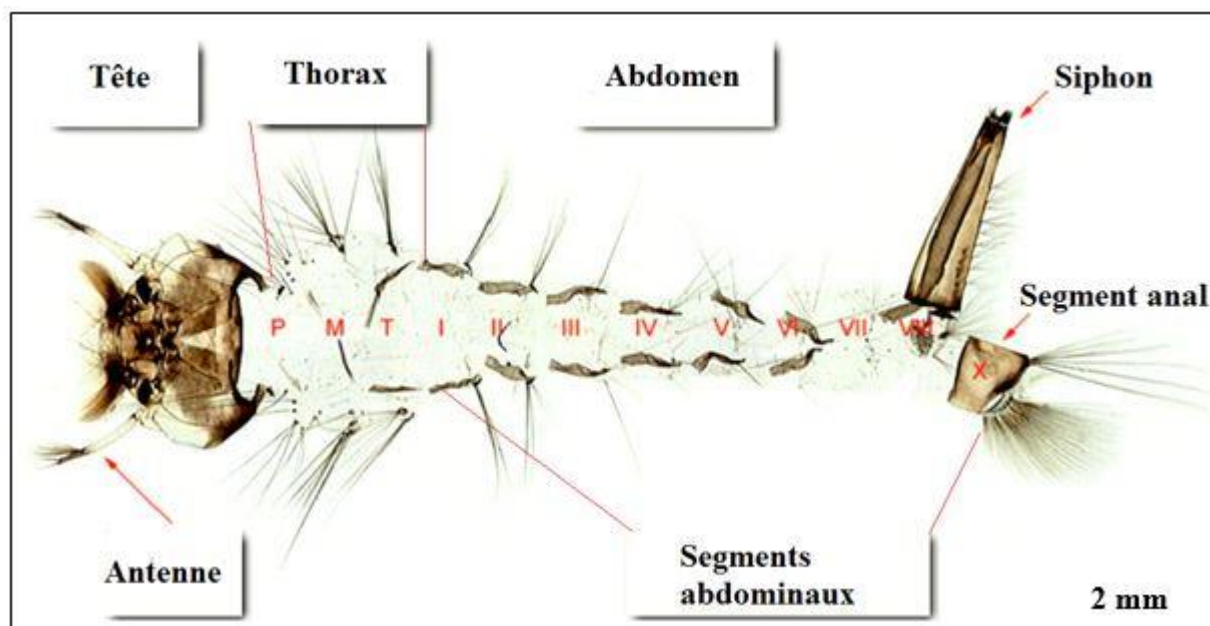


Figure 1 - Morphologie générale d'une larve de Culicinae (Günay et *al.*, 2020) modifiée

I.2.2.1. - Tête

Chez les larves des Culicidae, la tête se compose de trois plaques chitinisées, l'une est une plaque fronto-clypeus, qui est dorsale, impaire et médiane, les deux autres sont des plaques épiceraniennes, elles sont latérales et symétriques. Les fronto-clypeus et les plaques épiceraniennes sont unis par les sutures épiceraniennes, de l'extrémité antérolatérale de ces sutures se détachent les antennes (Rioux, 1958). La longueur des antennes et le nombre de soies antennaires varient selon les genres. La tête porte en position ventrale 2 antennes, 2 gros yeux composés et une paire de brosses buccales, cette dernière sert à créer un courant d'eau apportant les particules alimentaires au niveau du mentum. Elle comporte aussi de nombreuses soies utilisables pour l'identification des espèces, notamment les soies préclypéales internes et externes (Carnevale & Robert, 2009).

I.2.2.2. - Thorax

Chez les larves des Culicidae, le thorax n'apparaît pas segmenté, mais il se compose de trois segments coalescents (pro, méso et métathorax) (Rioux, 1958), chacun porte de nombreuses soies, dont la forme et la taille diffèrent selon leur implantation (les soies ventrales sont différentes des dorsales) et selon les espèces. Ces soies ont reçu une numérotation (chétotaxie) et elles sont utilisables pour la diagnose spécifique (Carnevale & Robert, 2009).

I.2.2.3. - Abdomen

L'abdomen des larves des Culicidae est allongé sub-cylindrique, il se compose de 9 segments (Berchi, 2000a), chaque segment porte différentes ornements. Les 7 premiers segments sont morphologiquement comparables, mais le 8^{ème} et le 9^{ème} segment sont très différents. Sur le 8^{ème} segment s'insère les peignes, ces derniers possèdent un nombre variable d'épines de différentes formes : lisses, denticulés ou flabellés (Rioux, 1958), dont la forme est utilisable en systématique. Le 9^{ème} segment n'est pas dans le prolongement du corps, c'est le segment anal. Il porte la selle (plaque sclérifiée), plus ou moins importante selon les espèces, de nombreuses soies utilisées en systématique, dont l'une est modifiée pour constituer une brosse ventrale, cette dernière sert aux déplacements de la larve et deux paires de papilles anales, qui entourent l'anus et qui serviraient à l'équilibre osmotique. Le siphon respiratoire porte des épines réunies sous forme d'un peigne du siphon et des soies, dont la forme et la position sont utilisées pour la diagnose spécifique (Carnevale & Robert, 2009).

I.2.3. - Nymph

La nymphe du moustique est mobile grâce à des contractions brusques de l'abdomen, qui lui permettent de se déplacer efficacement et d'échapper aux prédateurs (Carnevale & Robert, 2009). Le 8^{ème} segment abdominal porte deux palettes natatoires où s'insèrent deux soies simples ou divisées (Fig. 2), l'une principale constante et l'autre accessoire inconstante (Rioux, 1958).

La tête et le thorax sont regroupés en un céphalothorax globuleux surmontés de deux trompettes respiratoires (Berchi, 2000a) pour assurer une respiration aérienne. Elles servent à reconnaître les sous-familles des Culicidae, selon l'OMS (2003), la trompette respiratoire de la nymphe des Anophelinae est courte avec une large ouverture, tandis que chez les Culicinae, la trompette est plus longue et fine avec ouverture plus étroite. Par rapport aux sexes des nymphes, Carnevale & Robert (2009) ont affirmé qu'il existe un net dimorphisme sexuel, les nymphes mâles sont plus petites que les femelles et se développent plus rapidement, alors que les génitalia du futur appareil génital, qui sont visibles ventralement entre les palettes natatoires, sont nettement plus grosses chez les mâles.

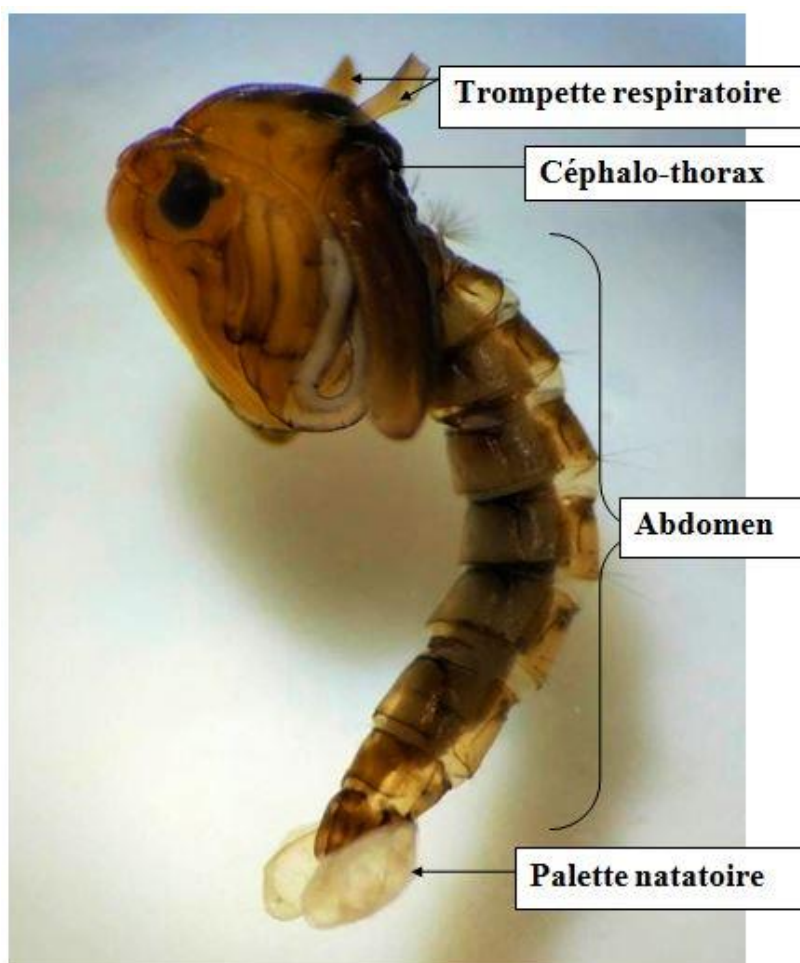


Figure 2 - Vue latérale d'une nymphe de Culicidae observée sous une loupe binoculaire (Gx 10) (Originale, 2022)

I.2.4. - Adulte

Les mâles de la plupart des espèces de moustiques se distinguent clairement des femelles par la présence d'antennes plumeuses (Wood et *al.*, 1979 ; Becker et *al.*, 2010), contrairement aux femelles, qui ont des antennes avec des soies verticillées, courtes et moins fournies (antennes glabres) (Carnevale & Robert, 2009). La famille des Anophelinae présente des palpes maxillaires longs dans les deux sexes, contrairement au Culicinae qui ont des palpes nettement plus courts que la trompe (Duvallat & Chabasse, 2020).

Le corps de l'adulte d'un moustique se compose de trois parties (Fig. 3) : Tête, thorax et abdomen (Rioux, 1958 ; Berchi, 2000a). Elles sont recouvertes de soies de longueur, de forme et de couleur différentes, ces soies peuvent avoir une importance taxonomique spécifique au genre et à l'espèce (Becker et *al.*, 2010).

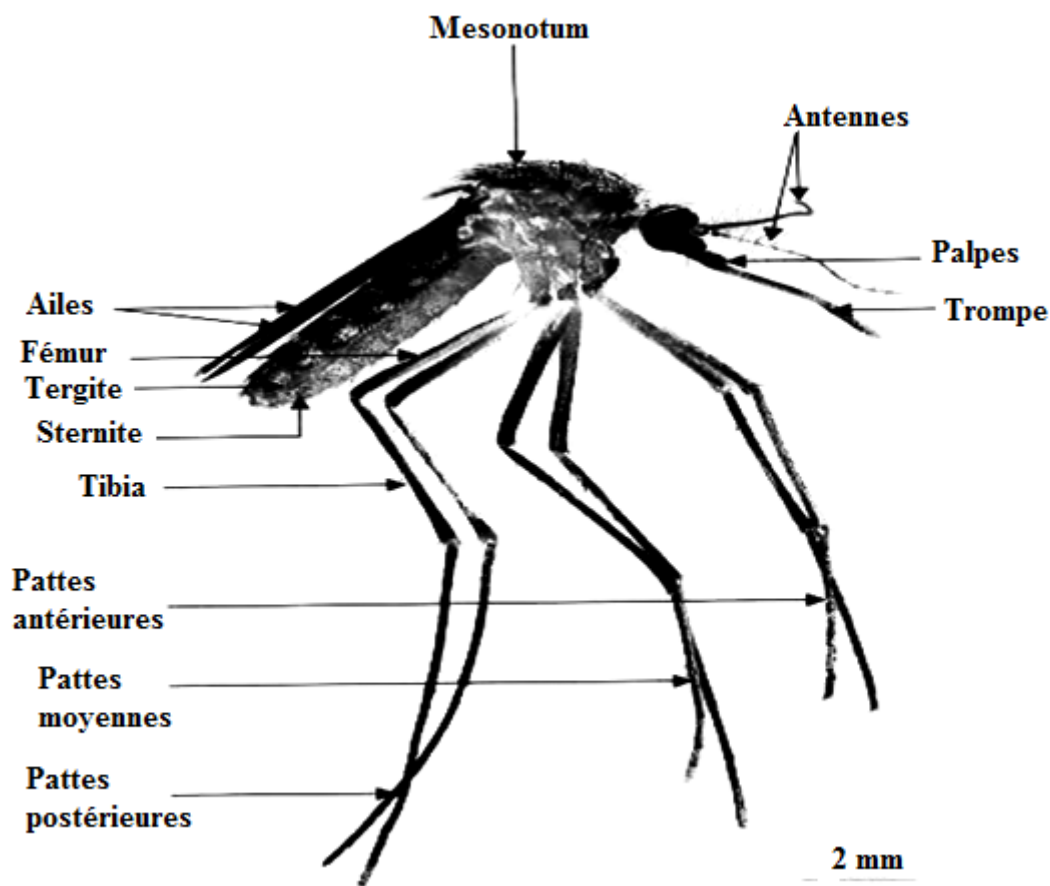


Figure 3 - Adulte d'un moustique femelle (Berchi, 2000a) modifiée

I.2.4.1. - Tête

La tête d'un moustique adulte porte deux gros yeux composés (avec de nombreuses ommatidies), deux antennes (de 15 articles) avec un fort dimorphisme sexuel, un appareil buccal de type suceur pour les mâles et de type vulnérant pour les femelles et deux palpes maxillaires (formes de 5 articles), situés de part et d'autre du proboscis (trompe) (Carnevale & Robert, 2009). Les yeux occupent la plus grande partie antérolatérale de la tête, entre les yeux s'insèrent les antennes (Berchi, 2000a). Chez le mâle, les antennes comprennent les organes récepteurs de l'olfaction (perception des phéromones) et de l'audition (perception de certaines vibrations). L'extrémité des palpes chez les mâles d'*Anophelinae* est renflée et portant des soies, alors que les mâles de *Culicinae* se caractérisent par des extrémités des palpes effilées (Fig. 4) et plus velues. Les femelles ont des antennes de nombreux chémorécepteurs olfactifs qui servent pour le repérage et la localisation de l'hôte pour le repas de sang (Carnevale & Robert, 2009). La trompe diffère selon le sexe, chez la femelle, elle est composée de trois pièces impaires (l'épipharynx, l'hypopharynx et le labium) et de quatre pièces paires

et symétriques (deux mandibules en hauts et deux maxilles en bas), alors que chez le mâle, elle se compose d'épipharynx et du labium (Darnis, 2012).

La partie dorsale de la tête (vertex) est couverte d'écailles, dont la forme, la dimension et la couleur sont très variées (Berchi, 2000a), utilisées pour la diagnose spécifique.

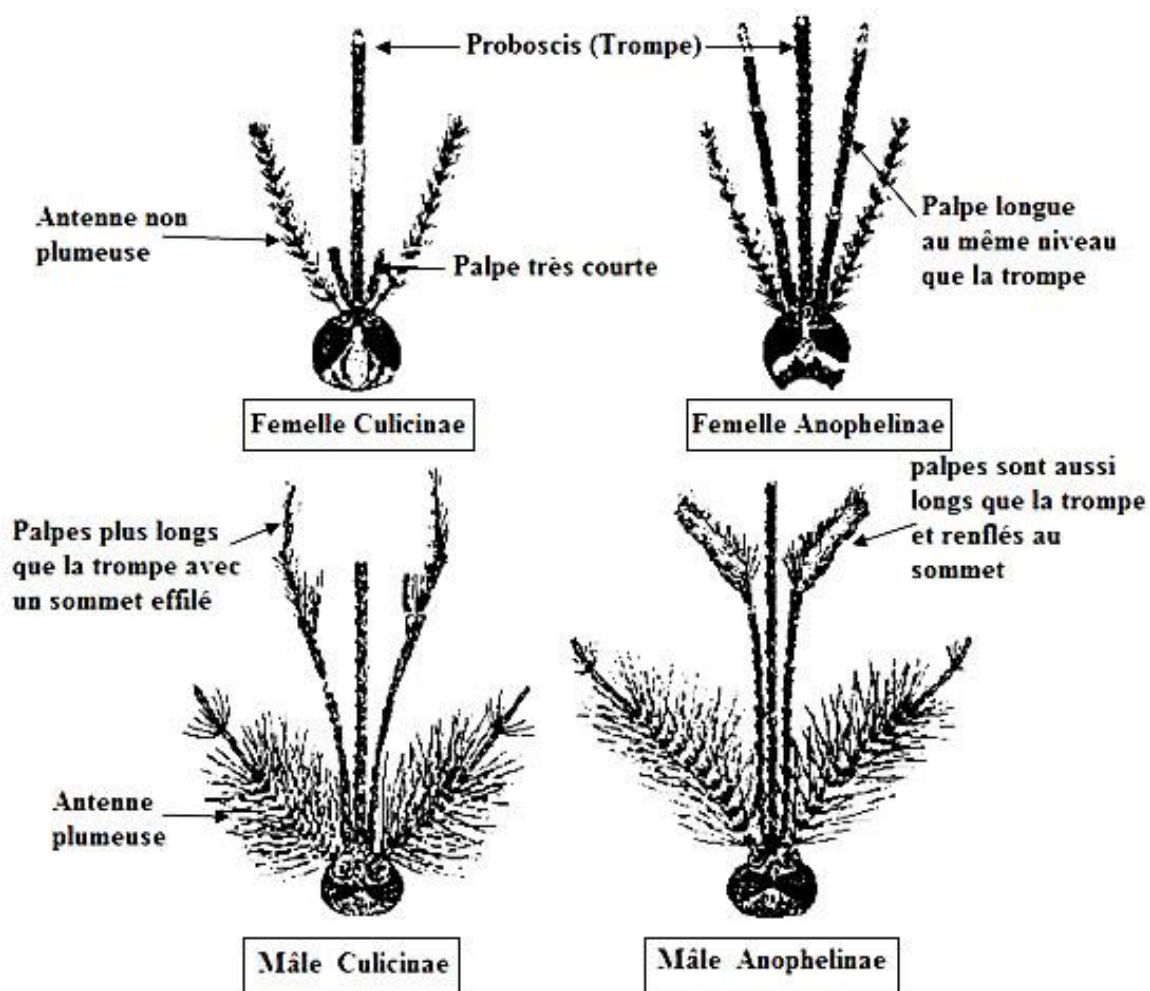


Figure 4 - Têtes des deux sous-familles de Culicidae mâle et femelle (OMS, 2003) modifiée

I.2.4.2. - Thorax

Le thorax des adultes porte une paire d'aile, deux balanciers et trois paires de pattes (Rioux, 1958). Il est composé de nombreuses plaques chitinisées sur la face dorsale (tergites), ventrale (sternites) et latérales (pleurites). Il porte aussi deux paires de stigmates latéraux qui servent à la respiration et de nombreuses soies et écailles, dont la forme et la disposition sont utilisées pour identifier les espèces (Carnevale & Robert, 2009). Le thorax est formé de trois segments fusionnés : le prothorax, le mésothorax et le métathorax (Darnis, 2012). Le prothorax (métamère antérieure) est très réduit, il porte la première paire de pattes, alors que le mésothorax (segment moyen) est plus développé, il contient les volumineux muscles du vol,

la paire médiane des pattes et des ailes recouvertes d'écaillés. Quant au métathorax (segment postérieur), il porte la troisième paire de pattes et les balanciers (haltères) (Berchi, 2000a), ces derniers servent d'organe d'équilibration lors du vol.

Les pattes sont longues et fines, chacune formée de 9 parties successives articulées : la hanche, le trochanter, le fémur, le tibia et les 5 articles du tarse, dont le dernier porte deux griffes latérales (Fig. 5), permettant au moustique de s'accrocher sur le support (Carnevale & Robert, 2009).

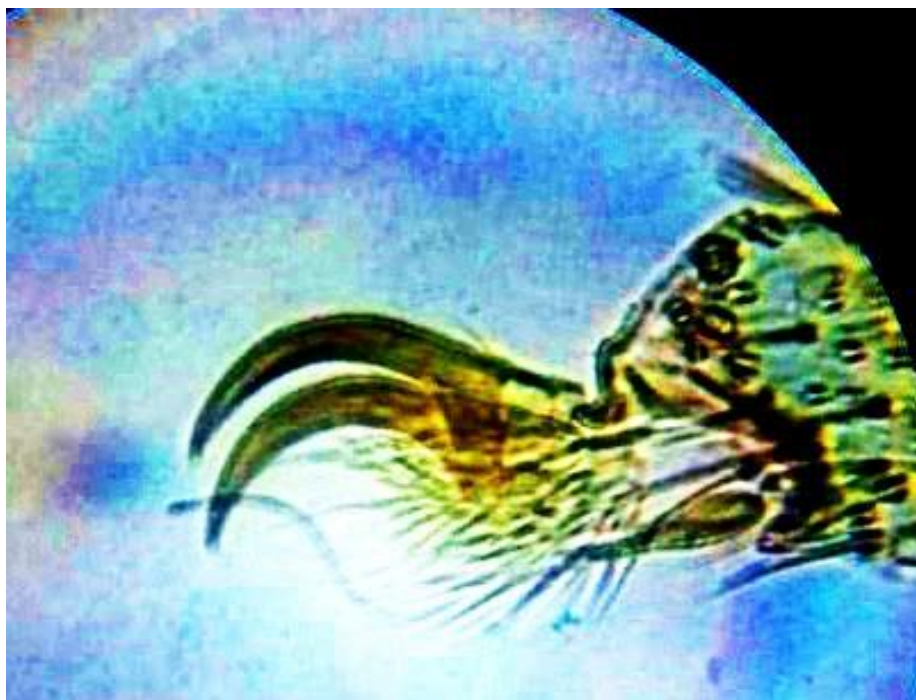


Figure 5 - Vue latérale des griffes d'une patte d'un moustique adulte observées sous un microscope photonique (Gx 100) (Originale, 2022)

Les ailes possèdent des nervures recouvertes dorsalement et ventralement d'écaillés (Wood et *al.*, 1979) sombres ou claires. L'ornementation alaire permet de reconnaître les Anophelinae des Culicinae. L'aile possède cinq nervures principales et plusieurs nervures secondaires, qui ont reçu un nom (costale, sous-costale, radiale, médiane, cubitale et anale) ou un numéro selon les classifications (Fig. 6). L'ornementation alaire est très utilisée pour la diagnose spécifique. La plaque dorsale postérieure au scutum (scutellum) est arrondie chez les Anophelinae, à la différence des Culicinae qui ont un scutellum trilobé (Carnevale & Robert, 2009).

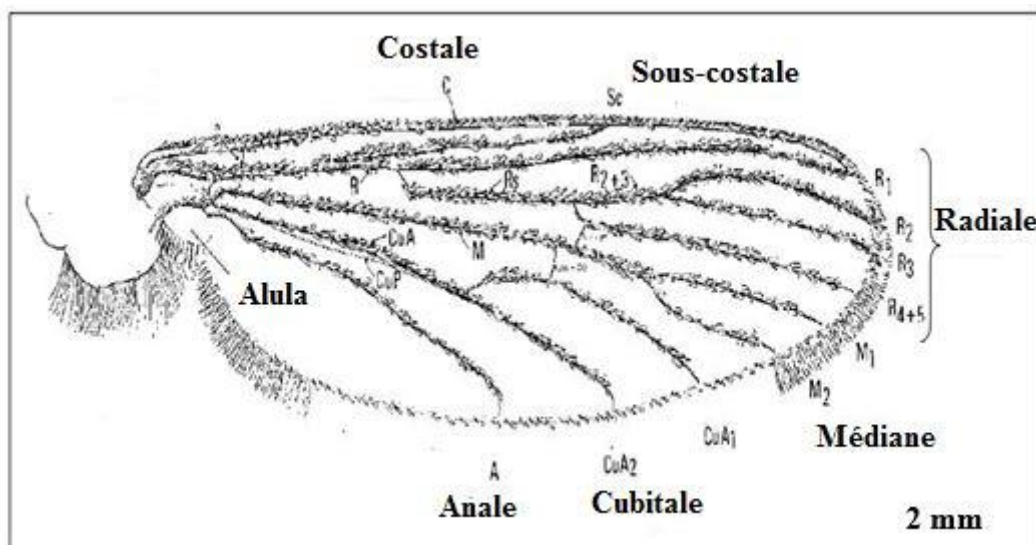


Figure 6 - Vue dorsale d'une aile de moustique (Wood et *al.*, 1979) modifiée

I.2.4.3. - Abdomen

L'abdomen d'un moustique adulte comprend 10 segments, dont 8 sont visibles, ils sont comparables et composés chacun d'une plaque chitineuse rigide dorsale (tergite) et ventrale (sternite) (Berchi, 2000a). Il porte également des écailles, utilisées souvent pour l'identification (Carnevale & Robert, 2009). L'abdomen se termine par les appendices génitaux (Hypopygium) (Rioux, 1958), dont la morphologie très complexe et variable permet de reconnaître les différentes espèces de Culicidae. L'appareil génital du mâle est composé de deux testicules avec leurs canaux déférents et de volumineuses glandes accessoires basales, qui aboutissent à un canal éjaculateur, dont le débouche se situe à l'extrémité du pénis (Carnevale & Robert, 2009). Chez la femelle, les segments génitaux sont très simples pour receler des particularités anatomiques majeures (Berchi, 2000a). Le bout de l'abdomen est effilé ou tronqué (Fig. 7) et sert à l'identification des genres (Darnis, 2012).

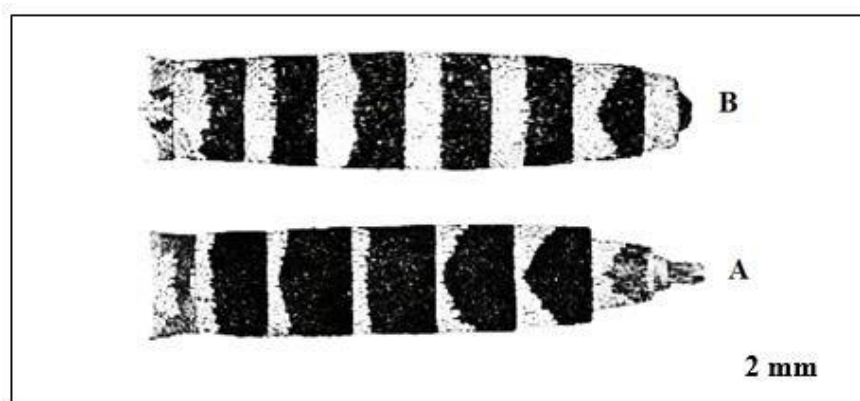


Figure 7 - Vue ventrale de l'abdomen des Culicidae ; A : *Aedes* sp., B : *Culex* sp. (Becker et *al.*, 2010) modifiée

I.3. - Bio-écologie des Culicidae

Nous allons déployer dans cette partie le cycle de vie des différents stades de vie des moustiques, le mode de nutrition et la reproduction.

I.3.1. - Cycle de vie

Les Culicidae se caractérisent par quatre stades de développement dans leur cycle de vie : œufs, larves, nymphes et adultes (Fig. 8). Le stade larvaire passe par trois stades larvaires successifs (Wood et *al.*, 1979), qui se caractérisent par une augmentation notable de taille, cette dernière peut être de l'ordre de 10 fois du premier au quatrième stade (Carnevale & Robert, 2009). Ce cycle de vie passe par une phase pré-imaginale qui se déroule dans l'eau, elle concerne l'œuf, les larves et la nymphe et une phase aérienne qui concerne l'adulte ailé (Darriet, 2014), au cours de cette dernière phase se déroule la période de reproduction et de dispersion (Carnevale & Robert, 2009).

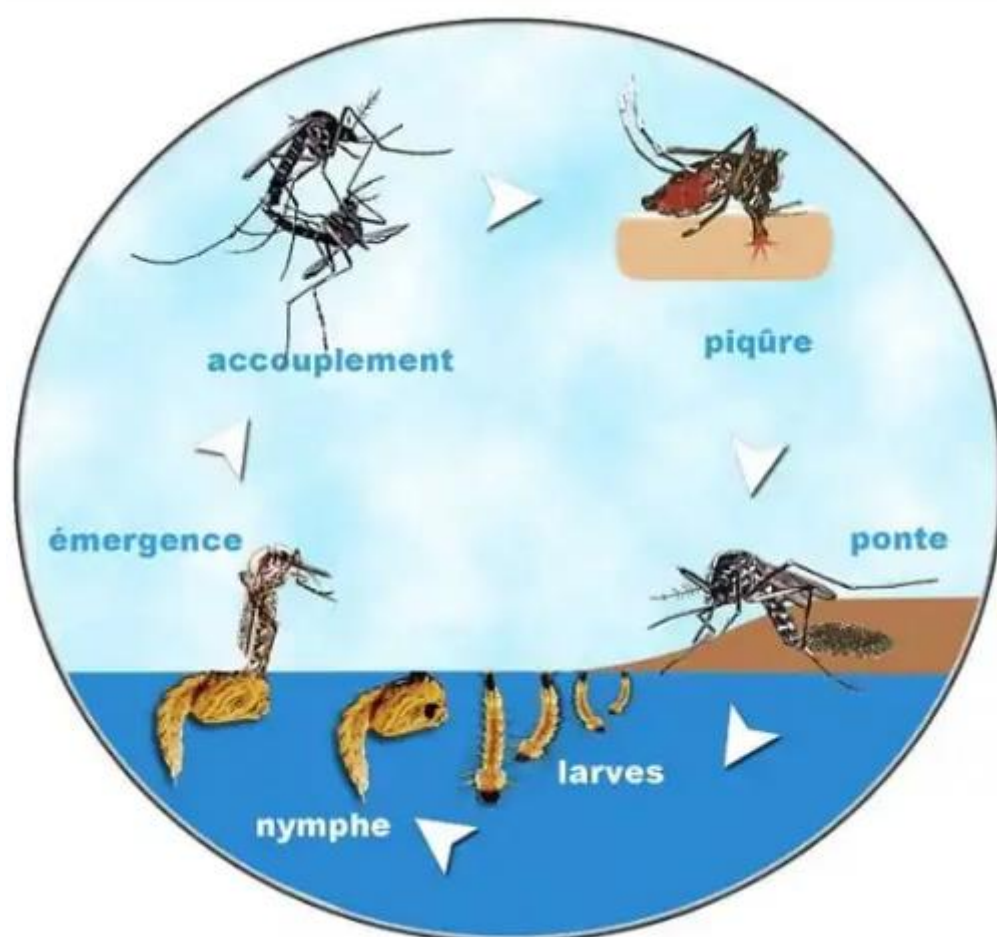


Figure 8 - Cycle biologique des moustiques (<https://www.eid-med.org/>)

I.3.1.1. - Œufs

Les œufs des moustiques sont pondus soit sur l'eau ou sur un sol humide, ils doivent être en contact avec de l'eau stagnante pour éclore (Wood et al., 1979). Les œufs d'*Aedes* sont pondus isolément sur un substrat humide (Berchi, 2000a) (Fig. 9B), ils résistent pendant des mois à l'absence d'eau (Darriet, 2014), ils peuvent survivre dans des conditions dures jusqu'à neuf mois (Markle, 2008). *Aedes aegypti* est connue par ces œufs résistants à la dessiccation, ce qui lui permet d'être transportée sur de longues distances et pendant de longues périodes (Darriet, 2016). De même, les œufs d'*Ae. albopictus* sont durables, ils peuvent résister plusieurs mois à une période de sécheresse (Bouree et al., 2015), comme ils peuvent éclore en 48 heures pour donner naissance à des larves (Darnis, 2012). Les œufs d'*Anopheles* sont pondus isolément à la surface de l'eau (Berchi, 2000a), ils ne résistent généralement pas à la dessiccation et éclosent dans les 48 heures après l'oviposition, dès que l'embryon est entièrement développé (Carnevale & Robert, 2009). Selon Berchi (2000a), les œufs de *Culex*, *Culiseta* et *Uranotaenia* sont pondus groupés en nacelles (Fig. 9A).

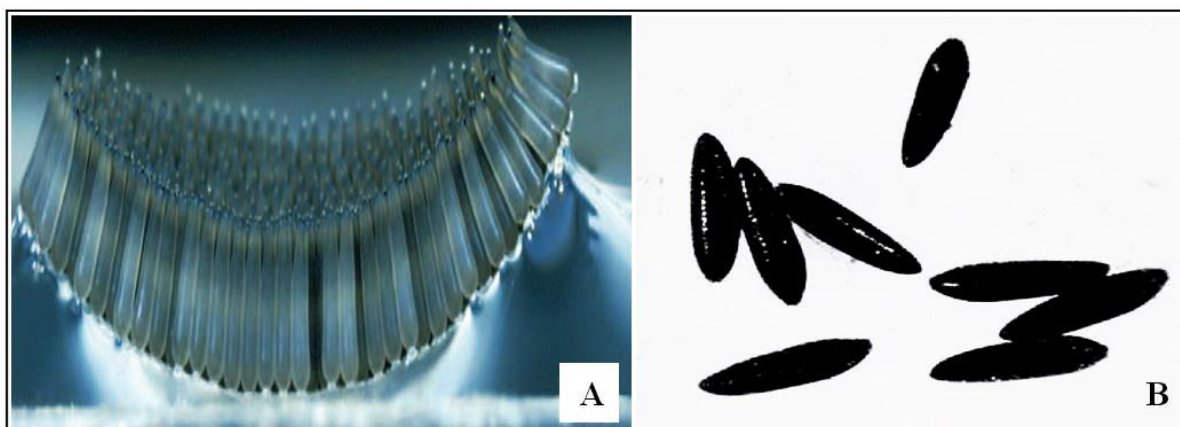


Figure 9 - Œufs des moustiques ; A : Œuf du genre *Culex* (Markle, 2008), B : Œufs du genre *Aedes* (Darriet, 2014) modifiées

I.3.1.2. - Larves

La larve est aquatique, elle se caractérise par une croissance discontinue et subit trois mues successives, conduisant au développement de quatre stades post-embryonnaires (L1, L2, L3 et L4) (Darnis, 2012). La respiration des larves des Culicinae se fait à la surface de l'eau par l'intermédiaire d'un siphon (Darriet, 2014), contrairement aux Anophelinae, dont les stigmates respiratoires affleurent au niveau de la cuticule (Carnevale & Robert, 2009). Les larves d'*Aedes* et *Culex* se tiennent d'une position quasiment perpendiculaire à la surface de l'eau (Bouree et al., 2015), elles se tiennent verticales ou obliques (Carnevale & Robert,

2009), alors que celles d'*Anopheles* reposent horizontalement sur la surface de l'eau (Becker et al., 2003, 2020). La durée de vie larvaire est d'une à deux semaines selon les espèces et les conditions écologiques (température), mais elle augmente dans le cas d'hibernation (Carnevale & Robert, 2009). Chez *Ae. albopictus*, le cycle larvaire dure une huitaine de jours pour aboutir au stade adulte, dont la durée de vie est de 4 à 5 semaines (Bouree et al., 2015). En fin de croissance, la larve du dernier stade se transforme en une nymphe qui donne, 48 heures plus tard, un adulte ailé apte à prendre son envol (Darriet, 2014).

I.3.1.3. - Nymphes

La nymphe est aquatique, apode, en forme de virgule, elle caractérise le stade de repos qui s'intercale entre la larve et l'adulte (Darnis, 2012), c'est la transition du passage entre la vie aquatique à la vie aérienne (OMS, 2003). Elle possède une durée de vie courte (Carnevale & Robert, 2009), 2 à 3 jours (OMS, 2003 ; Darnis, 2012). Elle plonge au fond de l'eau si elle est dérangée (OMS, 2003) et elle respire à l'aide de deux trompettes respiratoires (Wood et al., 1979 ; Darriet, 2014). Selon Darnis (2012), après le stade nymphal, le moustique subit une métamorphose pour libérer l'adulte (émergence de l'adulte) (Fig. 10).



Figure 10 - Emergence d'un adulte femelle de *Culiseta longiareolata* observé à l'œil nu (Originale, 2022)

I.3.1.4. - Adultes

Les adultes mâles émergent généralement un jour ou deux avant les femelles. Après l'accouplement, la femelle commence à chercher un repas sanguin. Le dioxyde de carbone (CO₂) joue un rôle important dans l'attraction à longue distance d'un moustique en quête de sang. La femelle vole vers des concentrations croissantes de ce gaz (Wood *et al.*, 1979). Certaines espèces sont endophages, elles piquent à l'intérieur des maisons, tandis que d'autres sont exophages, elles préfèrent piquer à l'extérieur (OMS, 2003). La femelle d'*Ae. albopictus* a un comportement anthropophile et primatophile, elle pique principalement au lever du jour et au crépuscule (Bouree *et al.*, 2015), mais aussi durant la nuit (Duvallet & de Gentile, 2012). La longévité des adultes varie selon la température et l'humidité relative, la femelle vit en moyenne trente à quarante jours (Darnis, 2012), mais le mâle n'a qu'environ une semaine (Lew, 2010), l'adulte d'*Ae. albopictus* vis environs 10 semaines (Darnis, 2012). Au repos, les espèces du genre *Anopheles* adoptent généralement une position oblique par rapport au support (Fig. 11), ce qui les différencie facilement des Culicinae, ces dernières se positionnent parallèlement au support (Carnevale & Robert, 2009).

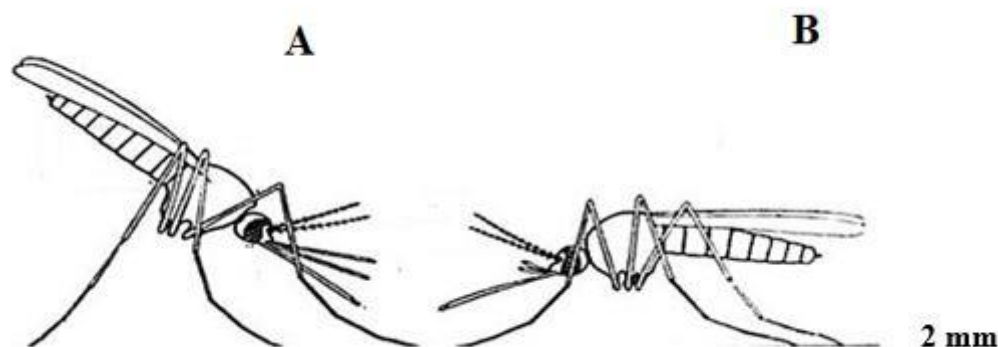


Figure 11 - Position au repos des moustiques adultes ; A : Anophelinae, B : Culicinae (Mehlhorn, 2001) modifiée

D'après Carnevale & Robert (2009), la biologie des moustiques adultes se caractérise par l'alimentation et la reproduction, ces dernières s'accompagnent chez la femelle de la dispersion à la recherche successive de l'hôte vertébré, du gîte de ponte et du site de repos. L'ensemble de ces comportements s'inscrit dans son cycle gonotrophique.

I.3.2. - Mode de nutrition

Les larves des Culicidae se nourrissent de matière organique, d'algues, de bactéries (Darriet, 2014), du phytoplancton (Ramade, 2008), de détritits, d'aigues et d'autres

micro-organismes qu'elles extraient de l'eau. Elles s'adaptent suffisamment pour se nourrir partout où la nourriture est abondante (Wood et *al.*, 1979). L'adulte mâle est floricole (Ramade, 2008) nectarivore (Darnis, 2012) et n'est pas hématophage, il se nourrit de jus sucré, nectar de fleurs, sève, etc. (Carnevale & Robert, 2009) et meurt après la copulation (Resseguier, 2011 ; Zerroug, 2018). La femelle se nourrit comme le mâle, mais elle est aussi hématophage (Carnevale & Robert, 2009), elle suce le sang des mammifères et/ou d'oiseaux. Le repas sanguin lui assure la maturation du premier lot d'œufs, il est généralement pris tous les deux jours, conduisant à la maturation du lot d'œufs suivant. Ces préférences trophiques varient suivant les différentes espèces de moustiques. Certaines espèces sont anthropophiles, elles préfèrent prendre du sang chez l'Homme plutôt que chez les animaux, ce sont les plus dangereuses, car elles sont susceptibles de transmettre la maladie d'Homme à Homme, tandis que d'autres sont zoophiles, elles préfèrent le sang des animaux (OMS, 2003). Les nymphes ne s'alimentent pas (Carnevale & Robert, 2009).

I.3.3. - Reproduction

Après le 3^{ème} jour de vie imaginaire, le mâle devient fertile, il fait l'accouplement avant ou après le premier repas sanguin de la femelle. La copulation (Fig. 12) dure quelques secondes, elle peut se dérouler entièrement en vol, ou bien commencer en vol et se poursuivre lorsque le couple est au sol, ensuite le mâle rejoint l'essaim dans l'attente d'autres partenaires (Carnevale & Robert, 2009). La femelle ne s'accouple généralement qu'une seule fois, mais pond périodiquement pendant toute son existence (Himmi, 2007). Après l'accouplement, elle maintient en vie les spermatozoïdes du mâle à l'intérieur de sa spermathèque. Selon Bouree et *al.* (2015), la fécondité varie selon les espèces, l'âge, la saison et la quantité de sang absorbée. Les œufs fécondés sont pondus à la surface de l'eau, où ils poursuivent leur embryogenèse (Darriet, 2014). En fonction de l'espèce, les femelles des Culicidae peuvent pondre entre 50 et 300 œufs par ponte (Lew, 2010). Chez *Anopheles gambiae*, le nombre moyen d'œufs par ponte est de l'ordre de 150 œufs et la fécondité diminue avec l'âge. Pour les femelles hibernantes d'*Anopheles maculipennis*, la fécondité est réduite (pontes de printemps) par rapport aux femelles ayant un cycle normal (pontes d'été). Chez *Ae. albopictus*, la femelle pond environ 70 œufs tous les 3 jours (Bouree et *al.*, 2015), elle ne s'accouple qu'une seule fois au cours de son existence et est fécondée peu de temps après l'éclosion (Darnis, 2012). D'après Carnevale & Robert (2009), le nombre total d'œufs pondus par une femelle est essentiellement fonction de sa longévité. En général, une seule insémination est réalisée au cours de la vie de chaque femelle. Dans le cas de plusieurs copulations, il était admis que

seule la première serait efficace en termes de transfert de spermatozoïdes dans la spermathèque.



Figure 12 - Accouplement chez les moustiques (Darriet, 2019)

I.3.4. - Gîtes larvaires

Les gîtes larvaires propices au développement des moustiques sont très variés, certaines espèces pondent leurs œufs dans des eaux douces permanentes (lacs, étangs), d'autres pondent leurs œufs dans l'eau stagnante qui s'est accumulée dans les souches d'arbres, les seaux remplis d'eau de pluie, les vieux pneus ou les piscines. La neige est aussi un gîte propice à la ponte des moustiques qui vivent dans les régions arctiques, les œufs éclosent à sa fonte (Lew, 2010). Les *Anopheles* demeurent plus ruraux (Darriet, 2014), ils peuvent se développer dans les eaux saumâtres ou douces, dans les sites ensoleillés, dans les forêts ombragées, dans les gîtes sans ou avec végétation dressée ou avec présence d'algues filamenteuses vertes. Elles se développent généralement dans des eaux relativement propres, contrairement aux larves de *Culex*, qui peuvent se développer dans des eaux souillées de matières organiques, elles se retrouvent alors abondamment dans les zones urbaines, où l'hygiène n'est pas assurée (Carnevale & Robert, 2009). Les *Culex* urbains tels *Culex pipiens pipiens* affectionnent les eaux polluées des puisards, des latrines et des caniveaux. Les *Aedes* sont des moustiques urbains, ils se développent dans des gîtes de petite à moyenne taille, contenant des eaux claires à l'intérieur des villes (Darriet, 2014), comme les récipients naturels (creux d'arbres en eau) ou artificiels (récipient, pneus, bouche d'égout) (Schaffner & Mathieu, 2020). *Ae. albopictus* se développe aux alentours et à l'intérieur des habitations (Duvallet & de Gentile, 2012), elle préfère les gîtes de petite dimension contenant

de l'eau calme, comme les trous des pierres, les vieux pneus, les vases, les gouttières et les récipients abandonnés (Bouree et *al.*, 2015). Elle préfère aussi les jarres, les fûts, les citernes de stockage des eaux, les soucoupes placées sous les pots de fleurs, les boîtes de conserves et les canettes vides, etc. Tous ces sites "hors sol" ont une origine identique : ce sont des produits de l'activité humaine (Darriet, 2019). Généralement, il existe des facteurs liés à la qualité de l'eau qui font que certains gîtes sont plus attractifs que d'autres (Darriet, 2014).

I.4. - Répartition

Les culicides sont trouvés partout autour du globe (Boyer, 2006), ils sont présents dans toutes les régions tropicales ou tempérées (Schaffner & Mathieu, 2020). Ils peuvent être trouvés dans les régions arctiques très froides, mais comme ils passent leur stade subimaginal dans l'eau, on les trouve rarement dans les déserts (Lew, 2010). Cette famille est apparue il y a 245 millions d'années, elle a colonisé tous les milieux, de l'équateur aux cercles polaires, le fait de pouvoir se déplacer en volant, leur grande capacité de reproduction, ainsi que leur faculté d'adaptation exceptionnelle leur permettent de vivre dans la plupart des gîtes naturels ou anthropiques (Darriet, 2014). Ces vecteurs ailés peuvent coloniser de nouveaux territoires par leur vol actif (par leurs ailes) ou par transport passif (à l'aide de l'Homme) (Duvall et *al.*, 2017). En effet, l'aire de répartition des moustiques est modifiée grâce au commerce international des pneus entre l'Asie, les États-Unis et l'Europe, le transport des adultes ailés par les voies terrestres (Voitures) et le réchauffement climatique (Darriet, 2014). De ce fait, les changements climatiques contribuent à la distribution spatiale des insectes vecteurs de maladies (Eyraud-Griffet et *al.*, 2009 ; Jourdain & Paty, 2019), selon Darriet (2014), l'accroissement de la température et de la pluviométrie augmente la fécondité des moustiques, leur taux de survie, ainsi que la fréquence des repas sanguins, donc subséquemment, l'intensité avec laquelle ils transmettent les agents pathogènes.

I.5. - Rôle dans l'écosystème

Chaque espèce se situe sur une ou des chaînes alimentaires, dont le premier maillon est un producteur primaire (autotrophe) et le dernier est un décomposeur (Lille et *al.*, 1994). Les larves de Culicidae jouent un rôle très important dans les chaînes trophiques, elles se nourrissent de microorganismes, d'algues, de protozoaires, d'invertébrés et de détritus (Becker et *al.*, 2003, 2020). Ce régime alimentaire très varié leur donne la possibilité de participer au processus d'autoépuration, en éliminant la matière organique accumulée dans le fond des milieux aquatiques. Elles sont considérées comme proies essentielles de plusieurs espèces de poissons et de batraciens. Quel que soit leur rôle dans les chaînes trophiques

comme des prédateurs ou des proies, elles occupent une place très importante dans le fonctionnement des écosystèmes aquatiques (Boyer, 2006). Les adultes mâles sont des pollinisateurs, donc leur rôle dans l'environnement est considérable. L'alimentation sucrée procure les substances énergétiques (hydrates de carbone) nécessaires pour le vol, chez la femelle, elle est prise tout au long de sa vie et à n'importe quel moment de son cycle biologique selon ses besoins (Carnevale & Robert, 2009).

I.6. - Rôle pathogène

La plupart des moustiques n'ont pas de danger pathogène même s'ils sont nuisibles. Cependant, quelques espèces sont porteuses de maladies et peuvent les transmettre aux êtres vivants, que ce soient aux humains ou aux animaux (Lew, 2010). Ce sont des vecteurs de plusieurs agents pathogènes causés par des infections parasitaires, virales ou bactériennes, ils provoquent des maladies avec un taux élevé de mortalité et de morbidité (Ogunmodede, 2020). Ce sont considérés comme les animaux les plus dangereux pour la santé humaine, dont les espèces qui peuvent transmettre d'agents pathogènes sont regroupées dans les genres *Anopheles*, *Culex* et *Aedes*. D'après Duvallet & Chabasse (2020), les adultes femelles piquent la peau pour prendre leur repas sanguin, cela peut engendrer une infection secondaire avec des bactéries. L'injection de salive entraînant une irritation locale, pouvant évoluer vers une hypersensibilité (Fig. 13), ou la transmission possible de pathogènes : virus, filaires ou protozoaires.



Figure 13 - Réactions inflammatoires causées par les piqûres du moustique tigre (Chahed et al., 2021b)

Les filaires lymphatiques sévissent dans les régions du monde, où les moustiques des genres *Anopheles*, *Aedes*, *Culex* et *Mansonia* abondent. Les filaires sont des vers parasites nématodes, dont le corps non segmenté et rond est totalement recouvert de chitine. Les filaires les plus pathogènes pour l'Homme appartiennent aux genres *Wuchereria* et *Brugia*. *Wuchereria bancrofti* (filaire de Bancroft) (responsables de 90 % des cas), à une répartition cosmo-tropicale, alors que *Brugia malayi* ne sévit qu'en Asie (Darriet, 2014). Les genres *Culex* et *Mansonia* sont les vecteurs de nématodes de la famille des filariodes. Ils provoquent un spectre de maladies allant de l'éosinophilie, la lymphadénite allergique, le lymphœdème et l'infection persistante (Ogunmodede, 2020).

Le paludisme humain est causé par le parasite du genre *Plasmodium*, quelque 30 espèces d'anophèles interviennent dans la transmission de ce parasite (Duvallet & de Gentile, 2012), dont quatre sont très connues, il s'agit de *Plasmodium falciparum*, *Plasmodium vivax*, *Plasmodium malariae* et *Plasmodium ovale* (OMS, 2003). Le complexe *Anopheles maculipennis* s.l. est le vecteur principal de la Malaria en Europe et dans la région paléarctique (Ghavami, 2005). Les vecteurs dans la région méditerranéenne comprennent *Anopheles labranchiae*, *Anopheles sacharovi*, *Anopheles sergentii*, *Anopheles superpictus*, *Anopheles pharoensis* (Mattingly, 1971) et *Anopheles claviger*. Ce dernier est le vecteur du paludisme au Maroc, dans le Haut Atlas (Carnevale & Robert, 2009). En Afrique subsaharienne, le complexe *An. gambiae* est un vecteur très efficace de cette maladie (Darriet, 2007 ; Duvallet & de Gentile, 2012). L'OMS (2020) estime qu'en 2019, il y a eu 229 millions de cas de paludisme dans le monde avec 409000 décès. L'Algérie a connu des épidémies liées aux moustiques (Nabti, 2020), le médecin français Alphonse Laveran découvrit les parasites du genre *Plasmodium* à Constantine en novembre 1880 (Darriet, 2014). *Ae. albopictus* est considérée comme un vecteur d'un certain nombre d'arboviroses (virus ayant pour vecteurs les arthropodes hématophages), en particulier les virus responsables de la fièvre jaune, de la dengue et du chikungunya (Bouree et al., 2015). Les arbovirus sont de loin les agents pathogènes les plus inoculés à l'Homme par les moustiques (Darriet, 2014). Ce moustique est aussi impliqué dans la transmission de parasites chez les animaux domestiques, tels que *Dirofilaria immitis* ou *Dirofilaria repens*, ou même de bactéries (Darnis, 2012). Dans les régions tempérées du globe, *Ae. albopictus* survit à l'hiver sous forme d'œufs en diapause, où se réservent les virus de la dengue, du chikungunya et de Zika, assurant ainsi la transmission du virus de la mère à sa descendance. Les œufs de cette espèce constituent donc le réservoir des arbovirus et ce, jusqu'à ce qu'ils éclosent au printemps et qu'une dizaine de jours plus tard les adultes émergent et disséminent à nouveau les pathogènes (Darriet, 2019).

I.7. - Lutte contre les moustiques

Les insecticides d'origine végétale comme le pyrèthre, la roténone ou la nicotine ont été pendant longtemps les seules substances utilisées par l'Homme pour se défendre contre les insectes nuisibles. Aujourd'hui, l'utilisation des insecticides d'origine chimique, comme les pesticides et les engrais en agriculture crée des situations écologiques nouvelles, favorables à la pullulation des moustiques, lorsque cette utilisation n'est pas raisonnée (Darriet, 2014). Duvallet & Chabasse (2020) ont rapporté quatre objectifs principaux assignés aux méthodes de lutte pour diminuer la nuisance et limiter la transmission de pathogènes, il s'agit d'éviter les piqûres de moustiques, diminuer la densité de leurs populations en dessous du seuil de nuisance, limiter les contacts moustiques-hôtes vertébrés et réduire la longévité des moustiques femelles (les vieilles femelles sont les plus dangereuses pour la transmission de pathogènes). Dans une vision de lutte intégrée, les moyens de lutte antivectorielle se répartissent selon la gestion environnementale et le contrôle physique, le contrôle chimique, le contrôle génétique et le contrôle biologique par le biais d'entomophages et de micro-organismes entomo-pathogènes (Bawin et al., 2014).

I.7.1. - Méthodes chimiques

Les méthodes chimiques consistent à utiliser des produits chimiques pour lutter contre les moustiques. Elles sont très efficaces, mais néfastes pour l'environnement et la santé humaine, de même, les moustiques peuvent créer des formes de résistance. D'après Haubruge & Amichot (1998), le développement de la résistance aux insecticides chez les insectes est un phénomène très inquiétant. *Culex pipiens* est un moustique connu par sa résistance aux insecticides dans le milieu urbain, Weill et al. (2003) ont affirmé que cette espèce développe des résistances à une grande variété d'insecticides comme le DDT, pyréthrinoides, carbamates, organophosphorés, toxines de *Bacillus sphaericus*, etc. El-Akhal et al. (2016) ont trouvé une résistance de *Cx. pipiens* au Téméphos et d'autres organophosphorés, alors que Ser & Cetin (2019) ont rapporté que la déltaméthrine est un insecticide qui cause entre 58,78% à 97,56% de mortalité chez les populations de cette espèce, alors que la perméthrine cause une mortalité de 100% dans toutes les populations, certaines populations donnent une résistance envers la déltaméthrine. Berchi (2000b) a trouvé une résistance des moustiques au Malathion (insecticide organophosphoré), Selon Darriet (2007), *An. gambiae* est devenue résistante aux nombreux insecticides. Cet auteur a rapporté que l'utilisation des méthodes chimiques nécessite l'usage des larvicides biodégradables peu ou pas toxique sur la faune non cible, pour éviter la persistance des

toxines dans les chaînes alimentaires. Haddad et *al.* (2022) ont trouvé qu'*Ae. albopictus* présente une sensibilité envers les pyréthroïdes et les carbamates, mais elle est résistante aux organophosphorés et aux organochlorés. La résistance aux insecticides chez les moustiques, risque de les accumuler dans leurs organismes, ce qui conduit à la persistance de ces polluants chimiques le long des chaînes trophiques et l'apparition du phénomène d'amplification.

I.7.2. - Méthodes biologiques

La lutte biologique consiste à diminuer la densité d'une population donnée en utilisant des êtres vivants. Selon Suty (2010), ce terme consiste à introduire ou réintroduire des organismes vivants dans un écosystème, pour réduire ou supprimer des populations d'organismes considérés comme « nuisibles », mais qui jouent un rôle dans les réseaux trophiques et donc, dans la structuration d'un ou plusieurs écosystèmes. D'après Dajoz (1975), la bio lutte désigne toutes les méthodes qui font appel à des êtres vivants pour réduire ou supprimer les dégâts causés par des espèces nuisibles à l'être humain ou à ses animaux domestiques. Bouree et *al.* (2015), ont proposé l'utilisation des poissons larvivores et des champignons pour lutter contre les larves de Culicidae. Selon Suty (2010), l'introduction des gambusies (*Gambusia affinis*, *Gambusia holbrooki*, etc.) pour lutter contre les moustiques a été jugée efficace si on les introduit avant la pullulation de leurs cibles, ce poisson a été introduit en Corse en 1924 pour lutter contre le paludisme.

Il est à noter que l'utilisation des extraits des plantes aromatiques comme produits répulsifs est une lutte intégrée qui rentre dans les méthodes biologiques. Elle donne souvent un effet positif comme larvicide contre les larves de Culicidae. Dris & Bouabida (2020), ont testé l'efficacité de l'huile essentielle de la plante algérienne *Ruta Graveolens* (Sapindales : Rutaceae) contre les larves de *Cx. pipiens* et ils ont enregistré un effet larvicide très important. Aouinty et *al.* (2006) ont testé l'activité larvicide des extraits aqueux des feuilles du ricin *Ricinus communis* et du bois de thuya *Tetraclinis articulata* sur les larves de moustiques. Ces auteurs ont rapporté que les extraits de ces plantes peuvent être utilisés comme des biocides naturels dans le cadre de lutte anti-moustique. De son côté, Nabti & Bouenchada (2019) ont testé l'efficacité de cinq plantes aromatiques (*Thymus vulgaris*, *Artemisia herba-alba*, *Juniperus phoenicea*, *Rosmarinus officinalis* et *Eucalyptus globulus*) contre les larves de *Culiseta longiareolata* et ils ont marqué des résultats positifs. Une autre étude sur l'effet larvicide de l'huile essentielle de *Mentha rotundifolia* sur les larves de *Cx. pipiens* a été réalisée par Kharoubi et *al.* (2020) et ils ont aussi trouvé un effet positif.

I.7.3. - Méthodes génétiques

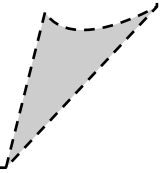
Il s'est avéré que l'étude de la génétique formelle servira de base nécessaire à des études élaborées, comme le développement et l'évaluation des mécanismes de lutte génétique (Laven, 1971). Cette dernière consiste à introduire des changements physiologiques conçus soit pour supprimer les populations locales des moustiques, soit pour réduire leur sensibilité aux infections et leur capacité à transmettre des agents pathogènes (OMS, 2020). Dajoz (1975) a rapporté que l'introduction massive de mâles stériles dans une population naturelle est plus avantageuse que les insecticides. Bouree et *al.* (2015), Balatsos et *al.* (2021), Oliva et *al.* (2021) et Mastronikolos et *al.* (2022) ont proposé le lâcher de moustiques mâles stériles génétiquement modifiés (MGM) afin de lutter contre la pullulation d'*Ae. albopictus*, en sachant que la femelle n'est fécondée qu'une seule fois. Carnevale & Robert (2009) ont proposé l'utilisation de la bactérie *Bacillus thuringiensis* comme bio-pesticides pour la lutte anti-larvaire.

I.7.4. - Méthodes physiques

Pour lutter contre les moustiques nuisibles, notamment *Cx. pipiens* et *Ae. albopictus* qui préfèrent les villes, où la densité humaine est importante, les méthodes physiques sont très utiles si les citoyens sont sensibilisés. Elles consistent à supprimer au maximum les gîtes larvaires à l'intérieur et à l'extérieur des habitations. Bouree et *al.* (2015) indiquent qu'il faut supprimer les petits détritiques, y compris les déchets organiques (fruits tombés, débris végétaux), remplacer l'eau des pots de fleurs par du sable humide, vérifier le bon écoulement des gouttières et des rigoles d'eau de pluie, couvrir les réservoirs d'eau avec une moustiquaire ou une moustiquaire imprégnée et tailler les arbres en bouchant les trous dans l'écorce et utiliser une climatisation aux maisons si c'est possible. D'après Carnevale & Robert (2009), les modifications de l'environnement pour réduire, voire éliminer les gîtes larvaires favorables au développement des moustiques contribuent à la réduction de la densité de ces nuisibles. Ces auteurs ont rapporté aussi qu'il faut utiliser des protections au niveau des maisons : ventilateurs, grillages de fenêtres, rideaux imprégnés et autres fermetures des points d'entrée, etc., l'utilisation de répulsifs (en application cutanée et vêtements imprégnés) et l'utilisation des serpentins, plaquettes, etc. pour limiter le contact hôte/vecteur ou pour réduire la densité ou la longévité.

Chapitre II

Présentation de la région d'étude



Trois aspects sont développés dans cette partie, la position géographique de la région d'étude, les factures écologiques et les activités anthropiques.

II.1. - Localisation géographique

La région de Tizi-Ouzou se trouve au nord d'Algérie (36°71'N./4°05'E., altitude 195m), elle se situe en plein cœur du massif du Djurdjura avec une superficie de 2957,94 km². Elle est limitée au nord par le bassin de la mer méditerranée, au sud par la région de Bouira, à l'est par la région de Bejaïa et à l'ouest par la région de Boumerdès (pgs-longitude-latitude.net, 2022).

La localisation géographique de notre région d'étude lui a permis d'avoir une variété paysagère très importante, dominée par des ensembles montagneux et un paysage littoral très vaste, ce dernier regroupe cinq zones côtières : Mizrana, Tigzirt, Iflisen, Azeffoun et Ait Chaffaa. Dans la présente étude, 15 stations sont prospectées, elles sont réparties entre 22 et 908m d'altitude. Leurs données géographiques sont clarifiées dans le tableau 2 et leur localisation géographique est illustrée dans la figure 14.

Tableau 2 - Données géographiques des stations prospectées au niveau de la région de Tizi-Ouzou durant les années 2019, 2020 et 2021 (pgs-longitude-latitude.net, 2022)

Stations	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Superficie (km ²)
Tizi-Ouzou	36°43'00''N	4°03'00''E	110	102,36
Draâ Ben Khedda	36°44'6''N	3°57'20''E	44	33,41
Beni Aissi	36°39'43''N	4°4'48''E	111	21,25
Ouaguenoun	36°46'12''N	4°10'29''E	105	39,78
Ait Aissa Mimoun	36°45'37''N	4°8'11''E	441	36,30
Makouda	36°47'27''N	4°4'1''E	82	57,43
Tigzirt	36°53'20''N	5°7'30''E	22	41,68
Béni Zmenzer	36°38'52''N	4°2'31''E	638	20,29
Ait Yahia Moussa	36°38'28''N	3°53'18''E	424	62,90
Ain Zaouia	36°32'54''N	3°53'39''E	348	56,89
Mechtras	36°32'41''N	4°0'18''E	518	17,36
Ait Khelili	36°39'28''N	4°18'30''E	733	24,58
Mekla	36°41'15''N	4°16'5''E	346	64,71
Azazga	36°44'43''N	4°22'16''E	531	77,05
Idjeur	36°39'59''N	4°31'7''E	908	72,06

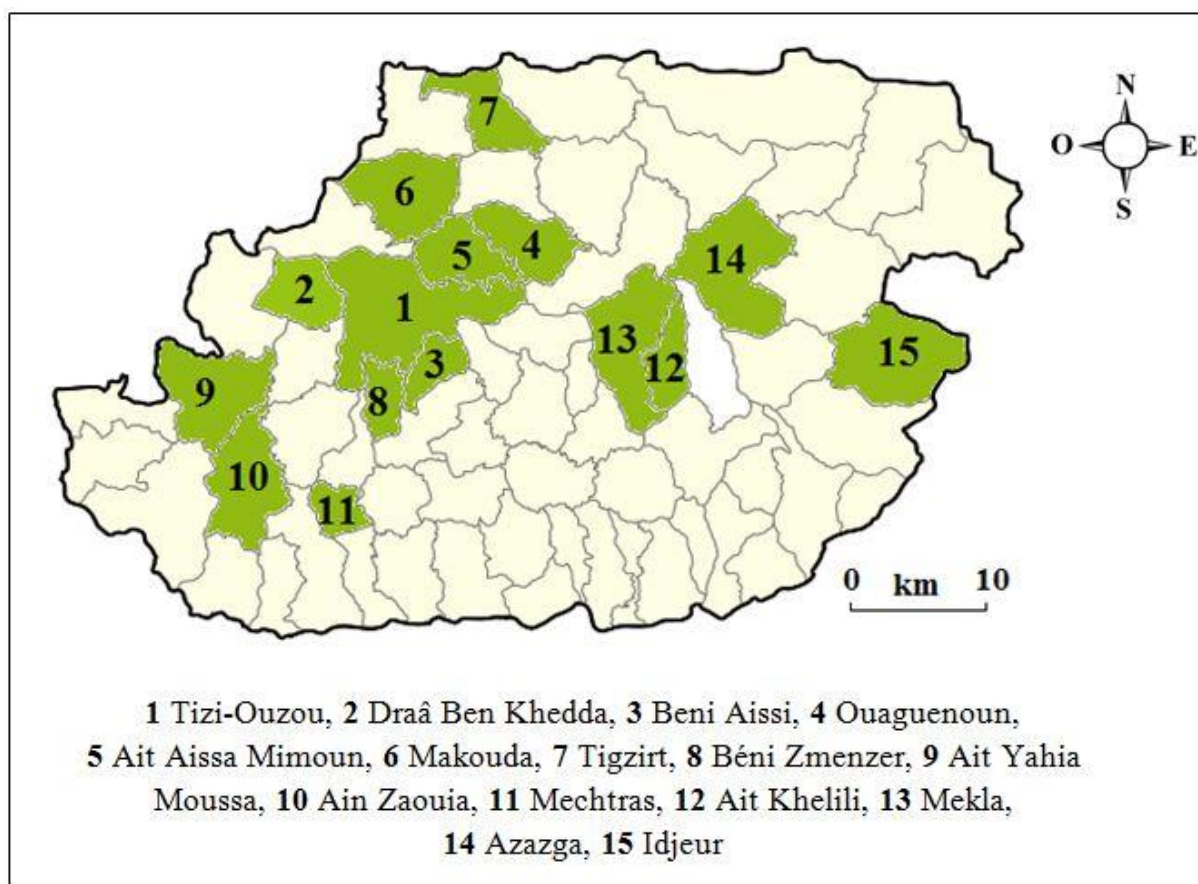


Figure 14 - Localisation géographique des stations prospectées dans la région de Tizi-Ouzou durant les années 2019, 2020 et 2021 (<https://pdfprof.com>, 2022) modifiée

II.2. - Les facteurs écologiques

Les facteurs écologiques concernent tout élément du milieu susceptible d'agir directement sur les êtres vivants, au moins durant une partie de leur cycle de vie (Dajoz, 1975, 2003). Ces facteurs sont classés en deux catégories : les facteurs abiotiques et les facteurs biotiques (Dajoz, 1975, 2003 ; Ramade, 2003).

II.2.1. - Facteurs abiotiques

Dajoz (2003) a défini ses facteurs comme étant l'ensemble des caractéristiques physico-chimiques du milieu, selon Dajoz (1975), ces facteurs comprennent l'eau, le sol et les facteurs climatiques.

II.2.1.1. - Hydrographie

L'eau est un facteur écologique qui intervient par ses propriétés physiques et par ses mouvements (Dajoz, 1975). Le milieu aquatique présente un ensemble de singularité quant à la nature des facteurs écologiques qui le caractérisent (Ramade, 2009). Le Djurdjura se caractérise par un réseau hydrographique très dense, composé de trois oueds majeurs :

Oued Sébaou, Oued Isser et Oued Sahel (Meddour, 2010). La connaissance de ce paramètre est primordiale dans notre étude, car les moustiques sont des insectes aquatiques à l'état larvaire, la présence des milieux aquatiques dans notre région d'étude augmente la possibilité de trouver des gîtes larvaires propices au développement des larves de Culicidae.

II.2.2.2. - Types de sols

L'aspect pédologique influe sur la répartition de la microfaune dans les différents types du sol. Khidas (1997) a signalé que le long de la zone côtière jusqu'à l'extrémité orientale de la grande Kabylie, un très large affleurement s'étend, formé principalement d'argiles schisteuses dans lesquelles s'intercalent surtout des grès quartziteux ou quartzites. Dans la partie orientale de la Kabylie du Djurdjura, les marnes et les calcaires dominent d'après Flandrin (1952) et Thiebaut (1952) *in* Khidas (1997).

II.2.2.3. - Facteurs climatiques

Le climat est un facteur capital dans l'étude de la dynamique des populations (Lamine, 2021), il représente une approche indispensable pour la compréhension des phénomènes écologiques, comme il peut jouer un rôle primordial dans la fluctuation d'abondance de nombreuses espèces d'invertébrés terrestres, en particulièrement les insectes (Ramade, 2009). L'étude des facteurs climatiques est primordiale dans notre étude, car les changements climatiques conditionnent l'apparition ou la disparition d'espèces culicidiennes, selon Becker (2008) et Semenza & Suk (2017), les changements climatiques sont considérés comme un facteur d'expansion des vecteurs de maladies, notamment *Ae. albopictus*. Dajoz (2003) a classifié les facteurs climatiques selon leur importance, il a mis la température, la pluviosité et l'humidité comme des facteurs principaux, alors que le vent et le feu, sont mis comme des facteurs secondaires. Dans notre étude tous ses facteurs influencent sur le développement et la présence de moustiques.

Les régions à climat méditerranéen se caractérisent par une température moyenne annuelle de 15 à 20 °C, les étés y sont secs et chauds, alors que les hivers sont doux et humides (Dajoz, 2003). La région de Tizi-Ouzou se caractérise par un climat méditerranéen tempéré chaud, les précipitations sont courantes en hiver qu'en été, il est considéré comme Csa selon la classification de Köppen et *al.* (2011).

Dans cette partie, nous allons étudier les facteurs climatiques (énergétiques, hydrologiques et mécaniques) de la région de Tizi-Ouzou durant les années 2019, 2020 et 2021. Dans les facteurs énergétiques, nous allons démontrer les températures moyennes mensuelles et l'humidité relative, alors que dans les facteurs hydrologiques, nous allons présenter les

précipitations. Quant aux facteurs mécaniques, la vitesse du vent sera déployée. Nous allons aussi réaliser une synthèse climatique pour comparer entre les fluctuations de la température et des précipitations pendant cette période et pour montrer le niveau de l'étage bioclimatique qu'appartienne notre région d'étude depuis 2011.

II.2.2.3.1. - Température

La température représente un facteur limitant très important, car elle contrôle l'ensemble de phénomènes métaboliques et conditionne la distribution des espèces dans la biosphère (Ramade, 2009). Elle est considérée comme l'élément du climat le plus important étant donné que tous les processus métaboliques en dépendent (Dajoz, 2006). La répartition des moustiques est fonction de la température, c'est un facteur écologique très important qui agit sur le développement des moustiques (Dajoz, 1975). D'après Couret & Benedict (2014), la température influence sur la pullulation des moustiques dans les conditions extrêmes. De même, Berchi et al. (2012) ont rapporté dans leur étude de la typologie des gîtes larvaires des moustiques à Constantine que la température agit sur la densité des moustiques, ces auteurs ont trouvé que les plus faibles densités larvaires ont été observées en hiver. Selon El Ouali Lalami et al. (2010), la température peut favoriser ou limiter la croissance des larves de Culicidae. Vu cette importance, la connaissance de ce paramètre est importante dans notre travail. Les températures moyennes mensuelles de la région d'étude durant la période d'étude sont clarifiées dans le tableau 3.

Tableau 3 - Températures moyennes mensuelles des années 2019, 2020 et 2021 de la région de Tizi-Ouzou (ONM de Tizi-Ouzou, 2022)

Température moyenne (°C)	Température moyenne minimale			Température moyenne			Température moyenne maximale		
	2019	2020	2021	2019	2020	2021	2019	2020	2021
Période	2019	2020	2021	2019	2020	2021	2019	2020	2021
Janvier	5,8	6,8	8,7	9,2	10,8	12,7	14,0	16,2	16,7
Février	6,2	7,9	10,6	10,7	13,2	15,8	16,9	20,6	21
Mars	8,6	10,4	9,2	13,5	14,3	14,7	19,8	19,8	20,1
Avril	11,8	12,5	12,0	15,3	16,6	17,2	22,5	22	22,5
Mai	13,5	15,5	15,2	18,8	28,7	21,6	27,7	31,4	28
Juin	16,8	17,7	20,0	25,1	24,4	26,5	32,4	31,7	32,9
Juillet	21,5	21,7	22,6	29,1	28,8	29,8	35,5	37,3	37
Août	23,0	22,6	23,6	28,5	28,8	31,0	35,5	36,5	38,4
Septembre	19,5	18,4	21,5	24,6	23,6	27,6	31,5	30,5	33,7
Octobre	15,7	13,2	14,5	20,5	18,5	20,4	27,4	26,3	26,3
Novembre	11,3	12,7	12,2	14,3	16,7	14,7	18,5	22,7	17,2
Décembre	9,7	9,0	8,5	13,4	12,2	13,1	18,4	16,5	17,7

Il ressort du tableau 3 que le mois de janvier est le plus froid durant les années 2019 et 2020 avec des moyennes respectives de 5,8°C et 6,8°C. Pour l'année 2021, le mois le plus froid est le mois de décembre avec une moyenne de 8,5°C. Les mois les plus chauds durant l'année 2019 sont les mois de juillet et août avec une valeur de 35,5°C chacun. Pour l'année 2020, le mois le plus chaud est le mois de juillet avec une température maximale de 37,3°C. Quant à l'année 2021, le mois d'août est le plus chaud, il représente une valeur de 38,4°C.

II.2.2.3.2. - Pluviométrie

La pluviométrie est un facteur écologique d'importance fondamentale pour les écosystèmes limniques tels les mares, les lacs temporaires et les lagunes saumâtres soumises à des périodes d'assèchement (Ramade, 2009). Selon Bouree et *al.* (2015), la densité des moustiques varie en fonction de la quantité de pluie tombée. De ce fait, il est nécessaire de connaître les précipitations tombées dans notre région d'étude, car les pluies conditionnent la présence de certains gîtes larvaires, notamment les retenues d'eau, les mares, les étangs, les retenues collinaires et d'autres gîtes anthropiques contenant l'eau de pluie. Les données des précipitations moyennes mensuelles de la région de Tizi-Ouzou durant la période d'étude sont clarifiées dans le tableau 4.

Tableau 4 - Précipitations moyennes mensuelles de la région de Tizi-Ouzou des années 2019, 2020 et 2021 (ONM de Tizi-Ouzou, 2022)

Mois	Précipitations moyennes mensuelles (mm) de l'année 2019	Précipitations moyennes mensuelles (mm) de l'année 2020	Précipitations moyennes mensuelles (mm) de l'année 2021
Janvier	187	62	48,6
Février	51	0	14,3
Mars	51	77	47,3
Avril	56	118	38,6
Mai	35	4	12,2
Juin	1	11	15
Juillet	11	0,0	0,0
Août	10	7	0,8
Septembre	47	31	47,5
Octobre	43	29	34,3
Novembre	220	141	354,5
Décembre	22,0	177,0	55,6
Précipitations moyennes annuelles cumulées (mm/ans)	734	657	668,7

Il ressort du tableau 4 que l'année 2019 est la plus pluvieuse, elle représente des précipitations annuelles cumulées de 734mm, suivie de l'année 2021 avec 668,7mm. L'année 2020 est la moins pluvieuse avec une valeur de 657mm.

Par rapport aux précipitations mensuelles, le mois de novembre est le plus pluvieux durant les années 2019 et 2021 avec des moyennes respectives de 220mm et 354,5mm, alors que pour l'année 2020, le mois le plus pluvieux est le mois de décembre avec une moyenne de 177,0mm. Le mois le moins pluvieux durant l'année 2019 est le mois de juin avec une moyenne de 1mm. Pour l'année 2020, les précipitations sont nulles durant les mois de février et juillet, quant à l'année 2021, le mois de juillet enregistre des précipitations nulles.

II.2.2.3.3. - Humidité relative

L'étude de l'humidité relative est primordiale dans notre travail, car ce paramètre est un facteur très nécessaire pour le développement des larves de Culicidae, dans les gîtes larvaires et durant l'élevage des larves au laboratoire. Selon Dajoz (1975), le stade larvaire chez les insectes est plus sensible envers la diminution de l'humidité. Ce paramètre agit même sur la longévité des adultes, selon Carnevale & Robert (2009), le degré d'humidité influence sur l'évaluation de la durée de vie des moustiques adultes. Le taux d'humidité relative enregistré au niveau de la région de Tizi-Ouzou durant les années 2019, 2020 et 2021 est clarifié dans le tableau 5.

Tableau 5 - Humidité relative moyenne mensuelle de la région de Tizi-Ouzou des années 2019, 2020 et 2021 (ONM de Tizi-Ouzou, 2022)

Humidité relative moyenne mensuelle (%)			
Mois	2019	2020	2021
Janvier	84	80	75
Février	76	75	73
Mars	74	76	72
Avril	77	80	71
Mai	66	66	69
Juin	60	58	59
Juillet	55	53	54
Août	59	53	56
Septembre	69	66	63
Octobre	69	67	64
Novembre	78	71	71
Décembre	76	81	74

Il ressort du tableau 5 qu'au niveau de notre région d'étude, le mois de janvier est le plus humide durant les années 2019 et 2021 avec des moyennes respectives de 84% et 75%, quant à l'année 2020, le mois de décembre est le plus humide, il représente une moyenne de 81%.

L'humidité relative la plus faible est enregistrée durant le mois de juillet pour les années 2019 et 2021 avec des moyennes respectives de 55% et 54%. Concernant l'année 2020, les mois de juillet et août sont les mois humides, ils représentent chacun 53%.

II.2.2.3.4. - Vent

Le vent est un agent de dispersion des végétaux et des animaux, il ralentit l'activité des moustiques (Dajoz, 2003, 2006), selon Dajoz (1975), l'activité des culicidés est fortement inhibée lorsque le vent souffle à plus de 12,87 km/h. La connaissance de la vitesse du vent de notre région d'étude durant la période d'étude est aussi nécessaire, car elle influence sur la qualité de notre échantillonnage, vu que les larves sont très sensibles envers la vibration de l'eau des gîtes, elles s'échappent aux fond du gîte larvaire en cas de vibration, ce qui empêche le bon fonctionnement de l'échantillonnage. Les moyennes mensuelles de la vitesse du vent de notre région d'étude des années 2019, 2020 et 2021 sont rapportées dans le tableau 6.

Tableau 6 - Vitesse moyenne mensuelle du vent de la région de Tizi-Ouzou des années 2019, 2020 et 2021 (ONM de Tizi-Ouzou, 2022)

Mois	Vitesse moyenne mensuelle du vent (m/s) de l'année 2019	Vitesse moyenne mensuelle du vent (m/s) de l'année 2020	Vitesse moyenne mensuelle du vent (m/s) de l'année 2021
Janvier	1,5	0,8	4,4
Février	1,2	1,1	4,4
Mars	1,7	2,1	3,8
Avril	1,9	1,8	3,8
Mai	1,5	2,0	3,6
Juin	2,8	2,2	3,3
Juillet	2,5	2,3	3,3
Août	2,2	1,8	3,3
Septembre	1,7	1,9	3,3
Octobre	1,6	1,8	3,6
Novembre	1,9	0,2	4,1
Décembre	1,6	2,1	4,2

Durant les trois années d'étude 2019, 2020 et 2021, les vitesses moyennes mensuelles du vent enregistrées au niveau de la région de Tizi-Ouzou sont comprises entre 0,2 m/s et 4,4 m/s. La vitesse du vent la plus importante est enregistrée au mois de juin pour l'année 2019 avec une vitesse de 2,8 m/s. Par contre en 2020, elle est enregistrée au mois de juillet avec une vitesse de 2,3 m/s. Quant à l'année 2021, la forte valeur est enregistrée au mois de janvier et février avec une vitesse de 4,4 m/s chacun.

II.2.2.3.5. - Feu

Le feu est un facteur écologique longtemps méconnu, mais qui est aujourd'hui reconnu comme un élément important, c'est un facteur de stress (Dajoz, 2003, 2006). Les forêts de la région de Tizi-Ouzou subissent chaque année des incendies, ces derniers perturbent l'environnement par l'élimination des espèces végétales et animales. Notre région d'étude est considérée comme l'une des plus touchées par les feux, grâce au couvert végétal très important et l'installation des villageois dans des milieux ruraux. Selon Meddour-Sahar & Bouisset (2013), les incendies dans cette région y ont parcouru en moyenne 3866 hectares par an depuis 1985.

Au cours du mois d'août 2021, un ensemble d'incendies catastrophiques a détruit les forêts de plusieurs zones, notamment Michlet, Béni Douala, Béni Zmenzer, Irjen et Beni Aissi, etc. Il a engendré des dégâts très importants en termes de perte de biens et de vie humaine. De même, plusieurs espèces animales qui sont déjà très vulnérables sont trouvées brûlées, elles appartiennent à la macro, méso, microfaune mammalienne et aux reptiles. Le monde des insectes a connu aussi un appauvrissement, les insectes associés aux espaces agricoles sont certainement éliminés avec la perte de ces espaces. Par rapport aux Culicidae, le feu a perturbé, voire éliminé plusieurs gîtes larvaires, ce qui peut influencer négativement sur la qualité de notre échantillonnage. Les causes principales de ce feu sont mal connues, mais son effet catastrophique permet d'induire qu'il a été allumé volontairement, surtout qu'il a été allumé dans plusieurs zones au même temps, comme il a été allumé dans d'autres régions durant le même mois, notamment Boumerdès, Bejaïa, Jijel et Skikda, selon Dajoz (2003), les incendies de forêt allumés volontairement atteignent des dimensions catastrophiques.

II.2.2.3.6. - Synthèse climatique et climatogrammes

Dans cette partie, le diagramme ombrethermique de Bagnouls et Gausson et le quotient pluviométrique et climagramme d'Emberger sont développés.

II.2.2.3.6.1. - Diagramme ombrethermique de Bagnouls et Gausson

La température et la pluviosité sont les deux éléments principaux du climat (Dajoz, 2003), elles constituent les deux groupes de paramètres climatiques fondamentaux qui caractérisent les milieux continentaux (Ramade, 2003). La connaissance de la relation entre ces deux paramètres est primordiale dans notre travail, car ce lien agit sur la survie des culicidés, selon Eyraud-Griffet et *al.* (2009), la température et les précipitations exercent une influence sur la mortalité des individus à tous les stades et même sur les populations de prédateurs naturels des moustiques.

Les diagrammes ombrothermiques permettent de comparer mois par mois la température et la pluviosité (Dajoz, 2003). Ce diagramme permet de montrer les périodes sèches et humides de notre région d'étude.

Au cours de la période sèche, plusieurs gîtes larvaires peuvent s'assécher, ce qui influence sur le nombre de collectes. Pour cela, les diagrammes ombrothermiques de Bagnouls et Gausсен sont réalisés pour notre région d'étude durant chaque année de recherche, ils sont clarifiés dans les figures 15, 16 et 17.

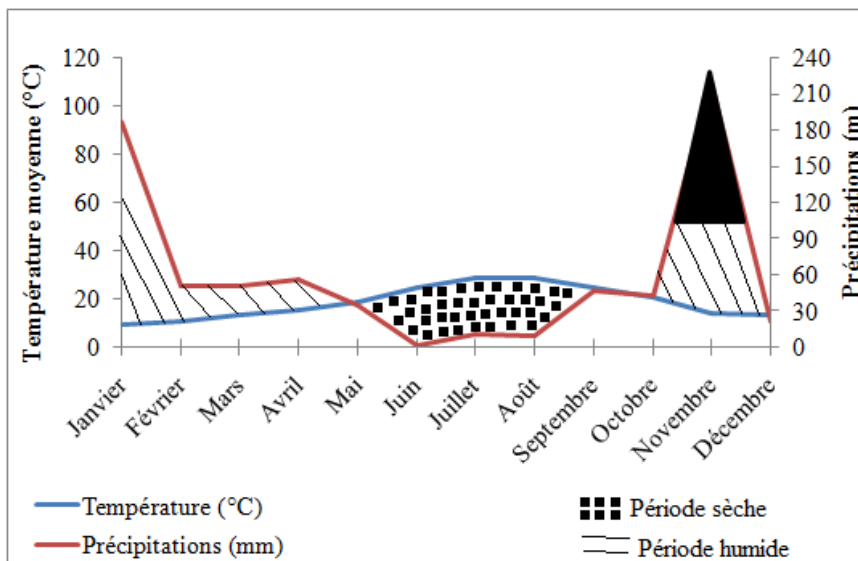


Figure 15 - Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен de la région de Tizi-Ouzou de l'année 2019 (ONM de Tizi-Ouzou, 2022)

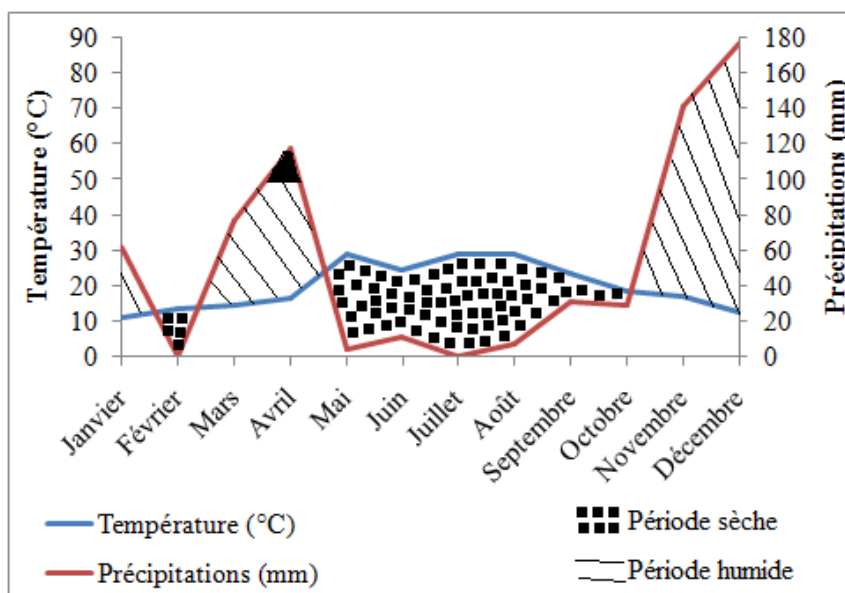


Figure 16 - Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен de la région de Tizi-Ouzou de l'année 2020 (ONM de Tizi-Ouzou, 2022)

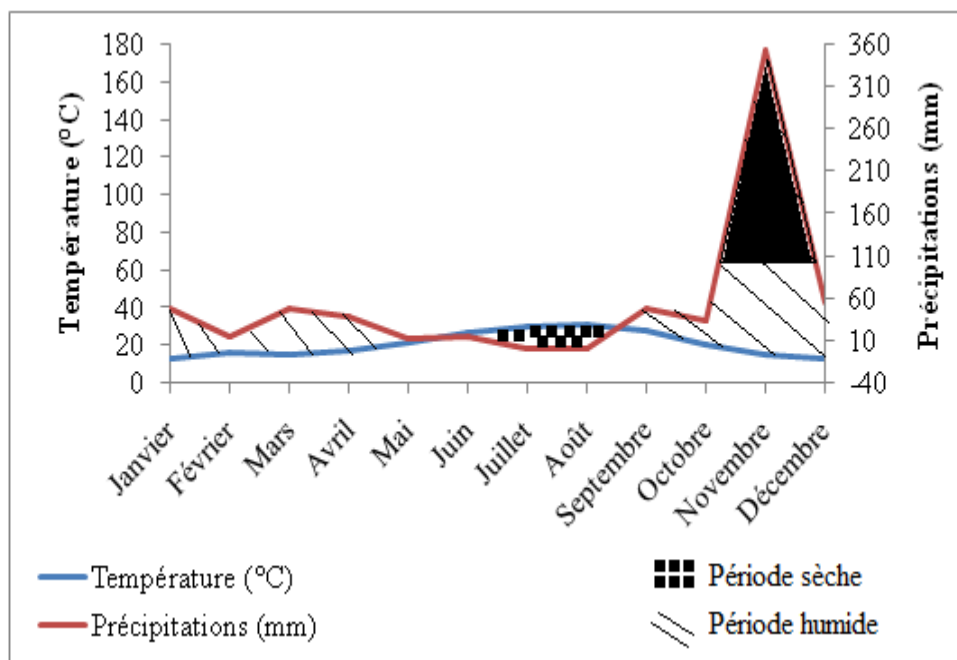


Figure 17 - Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен de la région de Tizi-Ouzou de l'année 2021(ONM de Tizi-Ouzou, 2022)

Il ressort de la figure 15 que la période sèche durant l'année 2019 dans notre région d'étude s'est déroulée entre le mois mai au mois de septembre, quant à la période humide, elle s'est déroulée du mois de septembre au mois de mai, alors que la figure 16 montre que l'année 2020 a enregistré deux périodes sèches, l'une s'est déroulée de la mi-janvier à la mi-mars, l'autre de la mi-avril jusqu'au mois d'octobre, alors que la période humide s'est déroulée entre le mois d'octobre à la mi-janvier et de la mi-mars à la fin du mois d'avril. Quant à la figure 17, la période sèche durant l'année 2021 s'est déroulée du mois de juin à la mi-août, alors que la période humide s'est déroulée de la mi-août jusqu'au mois de mai. La pluviosité est irrégulière durant les trois années de recherche.

II.2.2.3.6.2. - Quotient pluviométrique et climagramme d'Emberger

Le quotient pluviométrique et le climagramme d'Emberger permettent de distinguer les étages bioclimatiques auxquels appartient une région donnée, ainsi que les variations de chaque étage. Plusieurs formules ont été décrites pour calculer le coefficient bioclimatique d'Emberger, notamment celles de Quezel (1982) : $Q2 = 2000P / (M^2 - m^2)$, Dajoz (2003, 2006) : $Q = 100P / (M + m) (M - m)$ et Godron (2012) : $Q2 = 2P / (M + m) (M - m)$. Cette formule a été simplifiée après Emberger par Stewart (1969) comme suit : $Q = 3.43 \times P / (M - m)$, avec Q : quotient pluviométrique, P : précipitation moyenne annuelle exprimée en mm, M : température moyenne des maximales du mois le plus chaud exprimée

en °C, m : température moyenne des minimales du mois le plus froid exprimée en °C. La valeur de Q est d'autant plus élevée que le climat est plus humide (Dajoz, 2003, 2006).

La figure 18 montre la position de la région de Tizi-Ouzou sur le climagramme d'Emberger durant une période de 10 ans, de 2011 à 2021. Dans la présente étude, nous avons utilisé la formule simplifiée par Stewart et nous avons enregistré selon l'annexe 1 : $Q = 87,26$, avec $P = 774,87$ mm ; $M = 36,8$ °C ; $m = 6,61$ °C.

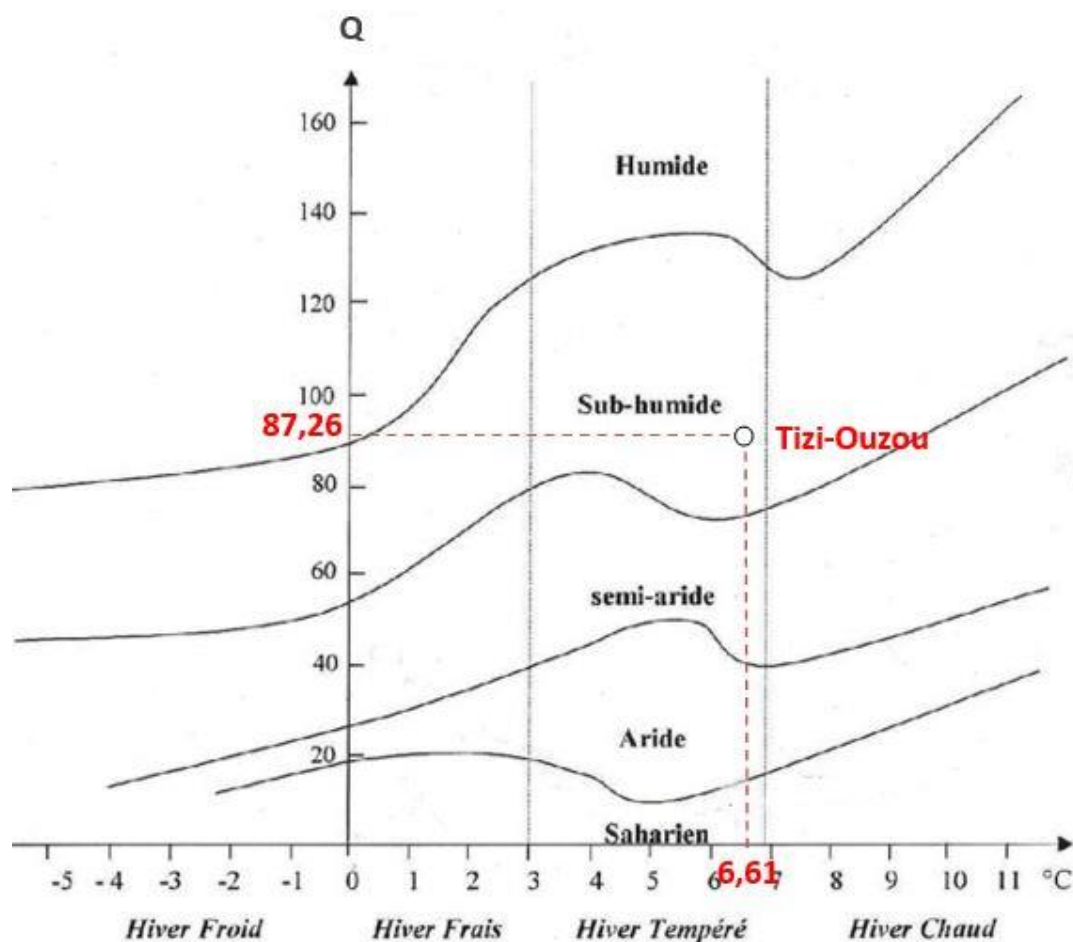


Figure 18 - Position de la région de Tizi-Ouzou sur le climagramme d'Emberger de 2011 à 2021 (ONM de Tizi-Ouzou, 2022)

D'après la figure 18, nous classons notre région d'étude dans l'étage bioclimatique sub-humide à hiver tempéré.

II.2.2. - Facteurs biotiques

Les facteurs biotiques sont définis comme étant l'ensemble des interactions qui se déroulent entre les individus de la même espèce, ou d'espèces différentes. Ces facteurs sont dépendants de la densité, car l'intensité augmente avec l'abondance des individus (prédation

ou compétition) (Dajoz, 2003). Nous allons déployer dans cette partie des données bibliographiques sur la flore et la faune de notre région d'étude.

II.2.2.1. - Données bibliographiques sur la flore de la région de Tizi-Ouzou

La limite de la région méditerranéenne se caractérise par l'olivier, le chêne vert, le chêne kermès, l'arbousier et le térébinthe (Dajoz, 2003). La flore de la région de Tizi-Ouzou se présente en trois strates, il s'agit de la strate arborée (Chêne zeen, chêne vert, chêne afarès), de la strate arbustive basse (Bruyère, Cytèse, Héritier, Myrte, etc.) et de la strate herbacée (Ronce, Fragon, Inule visqueuse, etc.) (Chebini, 1987). De même, Messaodene et *al.* (2007) ont rapporté que la forêt de l'Akfadou est représentée essentiellement de chêne zeen (*Quercus canariensis*), de chêne afarès (*Quercus afares*) et de chêne liège (*Quercus suber*). La présence d'une végétation dans un espace donné peut créer des microclimats particuliers (Dajoz, 2003), qui favorisent l'installation et le développement des espèces animales. Selon Krida et *al.* (2012), l'abondance des moustiques dépend de la nature de la végétation qui existe dans un gîte donné.

Notre région d'étude possède une richesse très importante des plantes médicinales, elle regroupe plusieurs familles, notamment les Lamiaceae, Asteraceae, Rosaceae, Fabaceae, etc. citées par Meddour & Meddour-Sahar (2015). Ces auteurs ont rapporté aussi la présence d'espèces endémiques, comme *Aristolochia fontanesii*, *Thymus numidicus* et *Origanum vulgare*. De même, Meddour et *al.* (2020) ont recensé 80 plantes appartenant à 43 familles dans le parc national du Djurdjura, avec la dominance des Lamiacées et des Astéracées. Ces plantes possèdent un intérêt médicinal, elles sont clarifiées dans l'annexe 2. En effet les plantes aromatiques peuvent être utilisées comme produits anti-moustiques. Selon Schmelzer & Gurib-Fakim (2008), parmi les Caesalpiniaceae, l'espèce *Detarium microcarpum* sert de répulsif contre les moustiques.

II.2.2.2. - Données bibliographiques sur la faune de la région de Tizi-Ouzou

La faune de la région méditerranéenne est originale (Dajoz, 2003). La région de Tizi-Ouzou peut être classée comme l'une des très riches en espèces animales, qu'ils soient des macromammifères abondants ou menacés d'extinction, des micromammifères locaux, des oiseaux, des reptiles, des mollusques, des poissons et même d'arthropodes. Il est à noter que la macro et la méso faune mammalienne de notre région d'étude est très vulnérable, les reptiles et les amphibiens sont peu étudiés, alors que le monde des arthropodes est très riche, vu la présence d'une végétation importante, mais il n'est pas bien étudié. La faune culicidienne de la région de Tizi-Ouzou est peu étudiée, ce travail peut être considéré comme

le premier réalisé dans plusieurs stations au niveau de cette région. Dans le tableau 7, nous allons présenter quelques travaux réalisés sur la faune de Tizi-Ouzou pour montrer la richesse faunistique de cette région.

Tableau 7 - Données faunistiques de la région de Tizi-Ouzou

Faune	Espèce et/ou famille	Endroit	Auteurs
Mammifères	Le chacal doré : <i>Canis aureus</i>	Sébaou Yakouren	Amroun et al. (2006)
	La genette commune : <i>Genetta genetta</i>	Sébaou Yakouren Bouzeuguène	Amroun et al. (2006) Brahmi et al. (2014)
	La Mangouste : <i>Herpestes ichenumon</i> La Musaraigne : <i>Crocidura russula</i>	Bouzeuguène	Brahmi (2005)
	La Musaraigne : <i>Crocidura pachyura</i>	Boukhalfa	Amrouche-Larabi et al. (2015)
	Le Hérisson d'Algérie : <i>Atelerix algirus</i>	Bouzeuguène Boukhalfa Yakouren Tizi Rached	Brahmi (2005) Amrouche-Larabi et al. (2015) Djennoune et al. (2018)
	Soricidae : <i>Crocidura pachyura</i>	Boukhalfa	Nicolas et al. (2014)
	La souris algérienne : <i>Mus spretus</i>	Boukhalfa Bou-Ilfane Attouche	Khammes et al. (2006) Khammes-El Homsî & Aulagnier (2010) Amrouche-Larabi et al. (2015)
	La souris : <i>Mus musculus domesticus</i>	Boukhalfa Attouche Bou-Ilfane	Khammes et al. (2006)
	La souris : <i>Apodemus sylvaticus</i>	Attouche Boukhalfa	Khammes & Aulagnier (2007) Amrouche-Larabi et al. (2015)
	La souris : <i>Rattus rattus</i>	Boukhalfa	Amrouche-Larabi et al. (2015)
Reptiles	Le lézard des murailles : <i>Podarcis vaucheri</i>	Tala Guilef	Mamou et al. (2017)
	Squamata-Sauria : <i>Chalcides ocellatus</i> <i>Psammotromus algirus</i> <i>Podarcis vaucheri</i> Squamata-Ophidia : <i>Malpolon monspessulanus</i> <i>Natrix maura</i> <i>Hemorrois hippocrepis</i>	Boukhalfa Ouadhia	Amrouche-Larabi et al. (2015)
Amphibiens	<i>Pseudepidalea boulengeri</i> , <i>Discoglossus pictus auritus</i> ,	Boukhalfa Tigzirt	Amrouche-Larabi et al. (2015)

	<i>Amietophrynus mauritanicus</i> , <i>Bufo bufo</i>		
Oiseaux	Le Goéland leucopnée : <i>Larus michahellis</i>	Tigzirt	Talmat-Chaouchi et <i>al.</i> (2020)
	Héron garde-bœuf : <i>Bubulcus ibis</i>	Sébaou	Boukhemza et <i>al.</i> (2000)
Poissons	<i>Micropterus salmoides</i> , <i>Aristichtys nobilis</i> , <i>Carassius auratus</i> , <i>Ctenopharyngodon idella</i> , <i>Cyprinus carpio specularis</i> , <i>Hypophthalmichthys molitrix</i> , <i>Sander lucioperca</i>	Sébaou	Lounaci-Daoudi et <i>al.</i> (2016)
Arthropodes	Mollusque : <i>Armiger crista</i>	Tizi-Ouzou	Ramdini et <i>al.</i> (2020)
	Mollusque : <i>Hippeutis comlanatus</i>	Tizi-Ouzou	Glöer & Ramdini (2019)
	Macrofaune benthique : Ephéméroptères, Plécoptères, Diptères Simuliidae	Sébaou	Haouchine & Lounaci (2012)
	Pucerons : <i>Aphis coreopsidis</i> , <i>Capitophorus hippophae</i> , <i>Cavariella theobaldi</i> , <i>Hyadaphis coriandri</i> , <i>Macrosiphoniella linariae</i> , <i>Monelliopsis pecanis</i> , <i>Myzus hemerocallis</i> , <i>Pseudoregma panicola</i> , <i>Rhopalosiphoninus staphyleae</i> , <i>Schizaphis eastopi</i> , <i>Ovatus inulae</i> .	Tizi-Ouzou	Ait Amar & Benoufella-Kitous (2020)
	Coccinelle : <i>Coccinella algerica</i>	Béni-Douala	Benoufella-Kitouset <i>al.</i> (2021)
	Culicidae : <i>Aedes albopictus</i>	Larbaa Nath Irathen Iloula Oumalou Nouvelle ville	Izri et <i>al.</i> (2011) Lafri et <i>al.</i> (2014) Chahed et <i>al.</i> (2021c)

II.3. - Activités anthropiques

Dans cette partie, l'urbanisation et les perturbations anthropiques seront développées.

II.3.1. - Urbanisation

La région de Tizi-Ouzou a connu ces dernières décennies une forte extension de l'urbanisme surtout en ville, voire Nouvelle ville. Plusieurs immeubles privés sont construits

anarchiquement et sans contrôle, conduisant à l'élimination des espaces verts, l'exode rural et dans certains cas, à l'apparition des eaux usées et d'égouts à ciel ouvert. Dans les agglomérations, au niveau des bâtiments étatiques, les vides sanitaires et les canaux d'évacuation peuvent poser des problèmes dans la santé publique, car ils favorisent l'installation de moustiques nuisibles à la population humaine et de vecteurs de maladies, notamment le complexe *Cx. pipiens* s.l.

II.3.2. - Perturbation anthropique

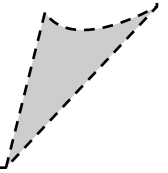
Les activités anthropiques perturbent et polluent l'environnement, la pollution est un changement brusque ou à long terme dans les composantes de l'eau, de l'air et du sol, causé par les activités humaines, ce qui engendre la dégradation de l'environnement. Ce changement est lié généralement aux complexes industriels et urbains et touche donc principalement les habitants des villes (Salomon, 2003). Selon Ramade (2012), la pollution désigne toute action par laquelle l'Homme dégrade la nature.

La région de Tizi-Ouzou subit une forte dégradation de l'environnement, en effet les citoyens jettent leurs déchets domestiques en pleine air en ville de la région. Ce manque de sensibilisation entraîne non seulement une nuisance esthétique, mais aussi une apparition d'espèces nuisibles à la population humaine. Ces déchets peuvent former des gîtes propices au développement des larves de moustiques comme les boîtes de conserves et les récipients jetés dans la nature (Chahed et *al.*, 2021b). Un grand problème lié au manque de l'eau potable dans les villages de Tizi-Ouzou, a poussé les villageois de réserver l'eau dans des réservoirs installés aux jardins des maisons, comme les barils et les citernes, etc. Ces réservoirs peuvent former des lieux favorables à la ponte de plusieurs espèces culicidènnnes.

Une autre forme de pollution est causée par le rejet des eaux usées dans plusieurs localités au niveau de notre région d'étude, ces eaux peuvent contenir des substances polluantes comme les détergents et les pesticides. Les eaux de ruissèlement dégradent la structure du sol et peuvent même arriver aux nappes phréatiques en influençant négativement sur la faune interstitielle. Si ces eaux ne circulent pas, elles peuvent former des retenues d'eau stagnante, pouvant par ailleurs favoriser la pullulation de certaines espèces de Culicidae qui créent des formes de résistance aux substances chimiques. Lorsque les rejets des matières organiques sont très élevés et arrivent aux milieux aquatiques, le phénomène d'autoépuration ne suffit plus et la pollution de l'eau s'accroît, conduisant à l'apparition du phénomène d'eutrophisation.

Chapitre III

Matériel et méthodes



L'objectif de cette étude est d'inventorier le maximum de gîtes larvaires au niveau de la région de Tizi-Ouzou, afin d'approfondir nos connaissances sur la biodiversité des moustiques. Dans ce chapitre, nous allons décrire le choix des sites d'étude, la méthode d'échantillonnage, l'élevage des larves au laboratoire, le montage des larves après leur éclaircissement, l'examen des organes génitaux, l'identification et par la fin, les méthodes d'exploitation des résultats.

III.1. - Choix des sites d'étude

Notre inventaire des moustiques dans la région de Tizi-Ouzou est effectué de février 2019 à octobre 2021, soit sur une période de trois ans. Les critères suivis durant notre échantillonnage sont l'accessibilité aux gîtes et la présence des Culicidae.

Les gîtes larvaires prospectés se localisent dans des sites urbains, semi urbains et ruraux, tandis que leur durabilité diffère entre temporaire et permanente et leur nature varie entre naturelle et anthropique. Notre prospection est basée sur la recherche des biotopes lenticques (lacs, étangs, mares, marais et marécages, etc.), où se développent les larves de Culicidae. Selon Ramade (2009), ces biotopes sont pourvus de conditions écologiques très variées qui diffèrent selon leur localisation géographique, leur ancienneté et leur dimension.

Notre recherche s'est fondée aussi sur les gîtes artificiels faits par l'Homme comme les pneus, les bassins, les puits, les seaux, etc., ainsi que la capture d'adultes au repos ou pendant leur repas sanguin.

III.1.1. - Localisation géographique des sites d'étude

Au total, nous avons prospecté 80 gîtes larvaires, 4 espaces ouverts et deux maisons répartis en 15 stations (Fig. 19) : Tizi-Ouzou (22 gîtes larvaires, 4 espaces ouverts et une maison répartis en 7 sites : Nouvelle ville, la ville, Boukhalifa, Sikh Oumeddour, Betrouna, Ihesnaouen et Oued Aissi), Draâ Ben Khedda (5 gîtes larvaires localisés en ville), Beni Aissi (4 gîtes larvaires localisés au niveau du barrage de Taksebt), Ouaguenoun (4 gîtes larvaires situés dans le site de Tamda), Ait Khelili (4 gîtes larvaires répartis en deux sites : Megheira et Ighil Ouguelmim), Mekla (une maison située en ville), Azazga (11 gîtes larvaires répartis en deux sites : Azazga ville et Cheurfa), Makouda (4 gîtes larvaires localisés dans le site de Zaouia), Ait Aissa Mimoun (3 gîtes larvaires localisés dans le site d'Akaoudj), Tigzirt (5 gîtes larvaires localisés en ville), Ait Yahia Moussa (4 gîtes larvaires distribués dans deux sites : Oued Ksari et Ighil El Bir), Ain Zaouia (2 gîtes larvaires localisés dans la forêt d'El Bordj), Béni Zmenzer (1 gîte larvaire situé dans le site d'Ait-Ouaneche), Mechtras (1 gîte larvaire

situé dans le site d'Ait Imghour) et Idjeur (10 gîtes larvaires situés dans le site de Tifrit N'Ath Oumalek).

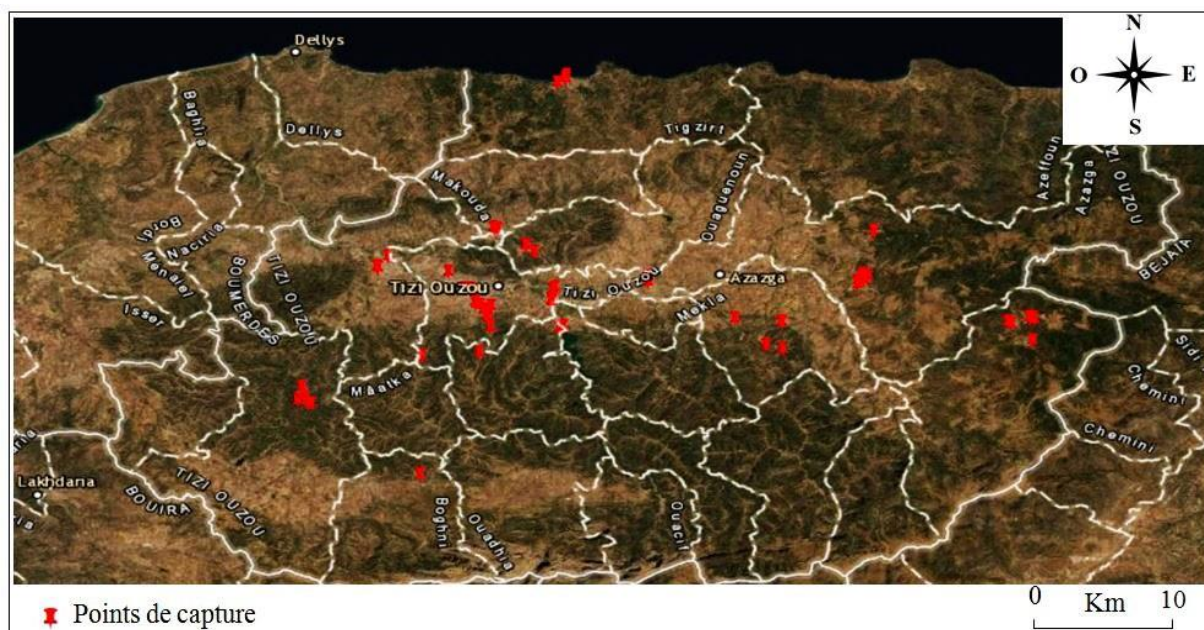


Figure 19 - Localisation géographique des points d'échantillonnage au niveau de la région de Tizi-Ouzou (ArcGis, 2019) modifiée

III.1.2. - Présentation des gîtes prospectés

La description des sites est faite en se basant sur la nature des gîtes et leurs paramètres géographiques et écologiques.

Pour avoir les dimensions des gîtes larvaires, nous avons utilisé un métrage, il est connu que le volume d'eau se calcule par les formules suivantes :

- Gîtes ronds : diamètre \times diamètre \times profondeur \times 0,78
- Gîtes carrés ou rectangulaires : longueur \times largeur \times profondeur

Avec $1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ litres}$.

III.1.2.1. - Station de Tizi-Ouzou

Cette station regroupe 22 gîtes larvaires, 4 espaces ouverts et une maison distribués dans 7 sites différents : Nouvelle ville, la ville, Boukhalfa, Sikh Oumeddour, Betrouna, Ihesnaouen et Oued Aissi.

III.1.2.1.1. - Site de la Nouvelle ville

Le site de la Nouvelle ville regroupe 5 gîtes larvaires (Fig. 20), dont 4 sont anthropiques (puits, deux vides sanitaires et un canal d'évacuation) et 1 est naturel (trou d'arbre). Les caractéristiques de ces gîtes larvaires sont développées dans le tableau 8.

Ce site se représente aussi par 4 espaces ouverts et une maison (Fig. 21), dans lesquels nous avons capturé des moustiques adultes, au repos sur mur et durant leur repas sanguin sur happât humain. Les cinq points de capture se trouvent dans des milieux urbains, leurs caractéristiques sont clarifiées dans le tableau 9.



Figure 20 - Gîtes larvaires prospectés dans le site de la Nouvelle ville durant les années 2019, 2020 et 2021 (Originale, 2022)

Tableau 8 - Caractéristiques des gîtes larvaires prospectés dans le site de la Nouvelle ville durant les années 2019, 2020 et 2021

Gîte	Gîte 1	Gîte 2	Gîte 3	Gîte 4	Gîte 5
Type du gîte	Puits	Vide sanitaire	Vide sanitaire	Canal d'évacuation	Trou d'arbre
Endroit	Bastos	Cité 600	Cité 2000	Cité 2000	Amyoud
Latitude (N)	36°69'31''65	36°70'11''88	36°69'94''76	36°69'77''90	36°69'42''20
Longitude (E)	4°05'39''01	4°04'32''28	4°04'43''49	4°04'80''29	4°05'06''26
Altitude (m)	153	151	151	142	143
Profondeur (mètre)	80	1	1	0,3	0,25
Largeur (m)	/	3	2	1	/
Longueur (m)	/	4	4	4	/
Diamètre (m)	2	/	/	/	0,6
Volume (m ³)	249,6	12	8	1,2	0,07
Environnement	Urbain	Urbain	Urbain	Urbain	Urbain
Durabilité	Permanent	Permanent	Permanent	Temporaire	Temporaire
Éclairément	Épigé	Hypogé	Hypogé	Épigé	Épigé
Nature	Anthropique	Anthropique	Anthropique	Anthropique	Naturel



Figure 21 - Présentation des points de capture d'adultes au site de la Nouvelle ville de la station de Tizi-Ouzou durant l'année 2021 illustrés par Google earth (2022) ; 1 : Espace ouvert 1, 2 : Espace ouvert 2, 3 : Espace ouvert 3, 4 : Espace ouvert 4, M : Maison

Tableau 9 - Données géographiques et écologiques des points de capture d'adultes au site de la Nouvelle ville de la station de Tizi-Ouzou durant l'année 2021

Point de capture	Endroit	Latitude (N)	Longitude (E)	Altitude (m)	Végétation
Maison	Bastos	36°69'29''55	4°05'29''12	158	Nulle
Espace ouvert 1	UMMTO	36°69'66''46	4°05'77''61	148	Abondante
Espace ouvert 2	UMMTO	36°69'63''70	4°05'72''89	140	Abondante
Espace ouvert 3	UMMTO	36°69'41''73	4°05'04''49	142	Faible
Espace ouvert 4	Amyoud	36°69'75''04	4°05'67''71	141	Moyenne

III.1.2.1.2. - Site de la ville

Ce site se représente par 3 gîtes larvaires anthropiques (Fig. 22), il s'agit d'un vide sanitaire, un fût métallique et une bassine en plastique. Les caractéristiques de ces gîtes larvaires sont clarifiées dans le tableau 10.



Figure 22 - Gîtes larvaires prospectés en ville de la station de Tizi-Ouzou durant les années 2019, 2020 et 2021 (Originale, 2022)

Tableau 10 - Caractéristiques des gîtes larvaires prospectés en ville de la station de Tizi-Ouzou durant les années 2019, 2020 et 2021

Gîte	Gîte 6	Gîte 7	Gîte 8
Type du gîte	Vide sanitaire	Fût métallique	Bassine en plastique
Endroit	Cité 11 décembre 1960	Bouaziz	Sud-ouest
Latitude (N)	36°71'14''64	36°71'20''82	36°71'20''62
Longitude (E)	4°04'12''82	4°03'85''31	4°03'27''08
Altitude (m)	172	156	166
Profondeur (m)	1	/	/
Largeur (m)	3	/	/
Longueur (m)	4	/	/
Volume (m ³)	12	0,2	0,02
Environnement	Urbain	Urbain	Urbain
Durabilité	Permanent	Temporaire	Temporaire
Éclairément	Hypogé	Épigé	Épigé
Nature	Anthropique	Anthropique	Anthropique

III.1.2.1.3. - Site de Boukhalfa

Ce site présente un seul gîte larvaire anthropique (Fig. 23), c'est un bassin dans une fontaine, ces caractéristiques sont clarifiées dans le tableau 11.

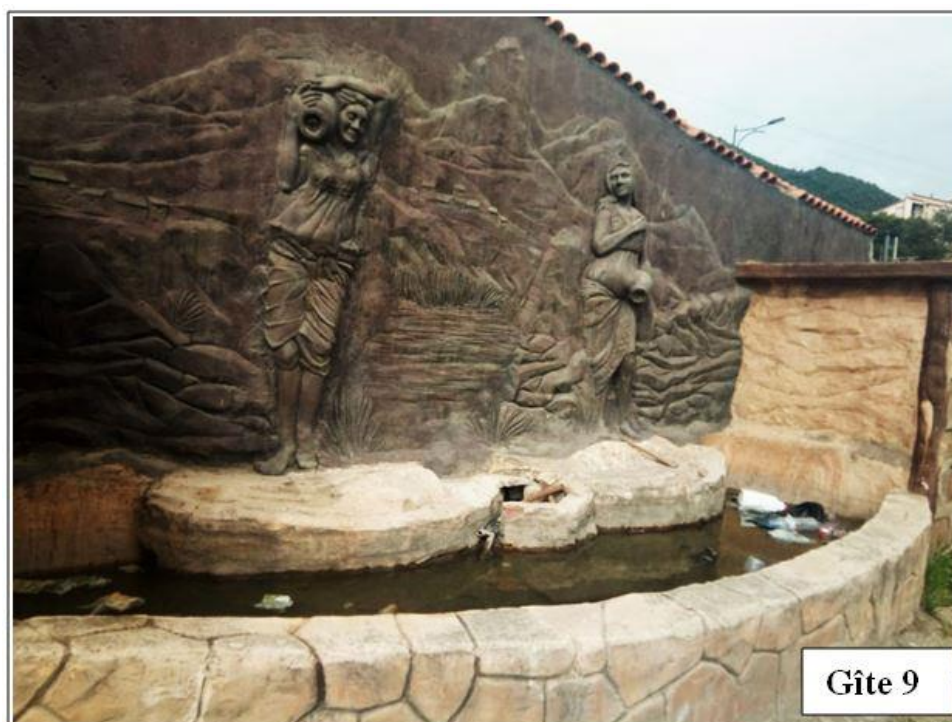


Figure 23 - Gîte larvaire prospecté dans le site de Boukhalfa durant les années 2019, 2020 et 2021 (Originale, 2022)

Tableau 11 - Caractéristiques du gîte larvaire prospecté dans le site de Boukhalfa durant les années 2019, 2020 et 2021

Gîte	Gîte 9
Type du gîte	Bassin d'une fontaine
Endroit	La gare routière
Latitude (N)	36°72'70''14
Longitude (E)	4°01'98''45
Altitude (m)	103
Profondeur (m)	0,8
Environnement	Semi-urbain
Durabilité	Temporaire
Éclairage	Épigé
Nature	Anthropique

III.1.2.1.4. - Site de Sikh Oumeddour

Ce site renferme 2 gîtes larvaires (Fig. 24), l'un est anthropique, il s'agit d'un puits, l'autre est naturel, c'est un oued. Leurs caractéristiques sont clarifiées dans le tableau 12.



Figure 24 - Gîtes larvaires prospectés à Sikh Oumeddour durant les années 2019, 2020 et 2021 (Originale, 2022)

Tableau 12 - Caractéristiques des gîtes larvaires prospectés dans le site de Sikh Oumeddour durant les années 2019, 2020 et 2021

Gîte	Gîte 10	Gîte 11
Type du gîte	Puits	Oued
Endroit	Isyakhen	Isyakhen
Latitude (N)	36°71'13''31	36°71'32''92
Longitude (E)	4°11'07''16	4°11'25''53
Altitude (m)	73	69
Profondeur (m)	50	/
Diamètre (m)	1	/
Volume (m ³)	39	/
Environnement	Semi-urbain	Semi-urbain
Durabilité	Permanent	Permanent
Éclairément	Hypogé	Épigé
Nature	Anthropique	Naturel

III.1.2.1.5. - Site de Betrouna

Le site de Betrouna présente 2 gîtes larvaires anthropiques (Fig. 25), il s'agit d'un puits et d'un seau en plastique. Leurs caractéristiques sont clarifiées dans le tableau 13.



Figure 25 - Gîtes larvaires prospectés à Betrouna durant les années 2019, 2020 et 2021 (Originale, 2022)

Tableau 13 - Caractéristiques des gîtes larvaires prospectés à Betrouna durant les années 2019, 2020 et 2021

Gîte	Gîte 12	Gîte 13
Type du gîte	Puits	Seau
Endroit	Betrouna	Betrouna
Latitude (N)	36°65'41''06	36°65'40''78
Longitude (E)	3°99'63''40	3°99'63''13
Altitude (m)	106	106
Profondeur (m)	60	/
Diamètre (m)	1	/
Volume (m ³)	46,8	0,01
Environnement	Semi-urbain	Semi-urbain
Durabilité	Permanent	Temporaire
Éclairément	Hypogé	Épigé
Nature	Anthropique	Anthropique

III.1.2.1.6. - Site d'Ihesnaouen

Ce site renferme 4 gîtes larvaires (Fig. 26), 3 sont anthropiques, il s'agit de deux barils en plastiques et un puits, 1 est naturel, c'est une petite retenue d'eau. Les caractéristiques de ces gîtes larvaires sont clarifiées dans le tableau 14.



Figure 26- Gîtes larvaires prospectés à Ihesnaouen durant les années 2019, 2020 et 2021 (Originale, 2022)

Tableau 14 - Caractéristiques des gîtes larvaires prospectés à Ihesnaouen durant les années 2019, 2020 et 2021

Gîte	Gîte 14	Gîte 15	Gîte 16	Gîte 17
Type du gîte	Baril en plastique	Baril en plastique	Puits	Retenue d'eau
Endroit	Azib Ahmed	Azib Ahmed	Ihesnaouen	Azib Ahmed
Latitude (N)	36°68'85''70	36°68'84''45	36°67'86''85	36°68'80''58
Longitude (E)	4°05'30''70	4°05'30''27	4°05'66''90	4°05'46''93
Altitude (m)	177	177	185	177
Profondeur (m)	/	/	50	0,1
Diamètre (m)	/	/	2	/
Volume (m ³)	0,06	0,06	156	/
Environnement	Semi-urbain	Semi-urbain	Rural	Semi-urbain
Durabilité	Temporaire	Temporaire	Permanent	Temporaire
Éclairément	Épigé	Épigé	Épigé	Épigé
Nature	Anthropique	Anthropique	Anthropique	Naturel

III.1.2.1.7. - Site d'Oued Aissi

Ce site renferme 5 gîtes larvaires (Fig. 27), 1 est anthropique, c'est une buse en béton, les autres sont naturels, il s'agit d'une mare, d'une retenue d'eau, d'un oued et d'une fosse. Les caractéristiques de ces gîtes larvaires sont clarifiées dans le tableau 15.



Figure 27 - Gîtes larvaires prospectés à Oued Aissi durant les années 2019, 2020 et 2021 (Originale, 2022)

Tableau 15 - Caractéristiques des gîtes larvaires prospectés à Oued Aissi durant les années 2019, 2020 et 2021

Gîte	Gîte 18	Gîte 19	Gîte 20	Gîte 21	Gîte 22
Type du gîte	Mare	Retenue d'eau	Fosse	Oued	Retenue d'eau dans une buse en béton
Endroit	Oued Aissi	Oued Aissi	Oued Aissi	Oued Aissi	Oued Aissi
Latitude (N)	36°70'25''27	36°70'27''89	36°70'30''13	36°70'11''78	36°70'23''58
Longitude (E)	4°10'91''57	4°10'92''70	4°10'98''68	4°10'96''11	4°10'93''59
Altitude (m)	75	76	76	77	75
Profondeur (m)	0,5	/	0,5	/	/
Environnement	Semi-urbain	Semi-urbain	Semi-urbain	Semi-urbain	Semi-urbain
Durabilité	Temporaire	Temporaire	Temporaire	Permanent	Temporaire
Éclairement	Épigé	Épigé	Épigé	Épigé	Épigé
Nature	Naturel	Naturel	Naturel	Naturel	Anthropique

III.1.2.2. - Station de Draâ Ben Khedda

Cette station regroupe 5 gîtes larvaires différents, distribués dans un seul site, situé en ville de Draâ Ben Khedda.

III.1.2.2.1. - Site de Draâ Ben Khedda ville

Ce site renferme 5 gîtes larvaires (Fig. 28), dont 4 anthropiques et 1 naturel. Les gîtes anthropiques sont représentés par deux canaux d'évacuation, un vide sanitaire et un puisard, tandis que le gîte naturel est une fosse. Leurs caractéristiques sont clarifiées dans le tableau 16.



Figure 28 - Gîtes larvaires prospectés à Draâ Ben Khedda durant les années 2019, 2020 et 2021 (Originale, 2022)

Tableau 16 - Caractéristiques des gîtes larvaires prospectés à Draâ Ben Khedda durant les années 2019, 2020 et 2021

Gîte	Gîte 1	Gîte 2	Gîte 3	Gîte 4	Gîte 5
Type du gîte	Canal d'évacuation	Vide sanitaire	Canal d'évacuation	Puisard	Fosse
Endroit	Cité DNC	Cité DNC	Cité DNC	Cité DNC	Draâ Ben Khedda
Latitude (N)	36°73'05''54	36°73'05''80	36°73'14''40	36°73'08''20	36°74'04''06
Longitude (E)	3°95'82''65	3°95'82''65	3°95'79''43	3°95'91''60	3°96'77''01
Altitude (m)	44	44	42	44	42

Profondeur (m)	0,25	1	0,5	2	1
Largeur (m)	0,4	3	0,4	0,8	/
Longueur (m)	20	2	5	0,8	/
Volume (m³)	2	6	1	1,28	/
Envir	Urbain	Urbain	Urbain	Urbain	Semi-urbain
Durabilité	Permanent	Permanent	Temporaire	Permanent	Temporaire
Éclairément	Épigé /Hypogé	Hypogé	Épigé	Épigé	Épigé
Nature	Anthropique	Anthropique	Anthropique	Anthropique	Naturel

Envir : environnement

III.1.2.3. - Station de Beni Aissi

Cette station regroupe 4 gîtes larvaires différents, distribués dans un seul site, il s'agit du site du barrage de Taksebt.

III.1.2.3.1. - Site du barrage de Taksebt

Ce site renferme 4 gîtes larvaires (Fig. 29), dont 3 naturels, il s'agit d'une mare, d'un étang et d'une retenue d'eau et 1 anthropique, il est représenté par un canal de passage d'eau. Les caractéristiques de ces gîtes larvaires sont clarifiées dans le tableau 17.



Figure 29 - Gîtes larvaires prospectés dans le barrage de Taksebt durant les années 2019, 2020 et 2021 (Originale, 2022)

Tableau 17 - Caractéristiques des gîtes larvaires prospectés dans le barrage de Taksebt durant les années 2019, 2020 et 2021

Gîte	Gîte 1	Gîte 2	Gîte 3	Gîte 4
Type du gîte	Mare	Etang	Retenue d'eau	Canal d'eau
Endroit	Barrage de Taksebt	Barrage de Taksebt	Barrage de Taksebt	Barrage de Taksebt
Latitude (N)	36°67'92''51	36°67'96''55	36°67'79''88	36°67'77''75
Longitude (E)	4°11'87''62	4°11'88''26	4°11'66''21	4°11'67''35
Altitude (m)	97	94	109	111
Profondeur (m)	/	1	/	0,5
Environnement	Semi-urbain	Semi-urbain	Semi-urbain	Semi-urbain
Durabilité	Temporaire	Permanent	Temporaire	Permanent
Éclairément	Épigé	Épigé	Épigé	Épigé
Nature	Naturel	Naturel	Naturel	Anthropique

III.1.2.4. - Station d'Ouaguenoun

Cette station regroupe 4 gîtes larvaires situés dans le site de Tamda.

III.1.2.4.1. - Site de Tamda

Ce site renferme 4 gîtes larvaires (Fig. 30), 3 sont anthropiques, il s'agit de deux puisards et un bassin, 1 est naturel, c'est une fosse. Leurs caractéristiques sont clarifiées dans le tableau 18.



Figure 30 - Gîtes larvaires prospectés à Tamda durant les années 2019, 2020 et 2021 (Originale, 2022)

Tableau 18 - Caractéristiques des gîtes larvaires prospectés à Tamda durant les années 2019, 2020 et 2021

Numéro du gîte	Gîte 1	Gîte 2	Gîte 3	Gîte 4
Type du gîte	Puisard	Bassin	Puisard	Fosse
Endroit	Tamda	Tamda	Tamda	Tamda
Latitude (N)	36°72'13''94	36°72'07''48	36°72'25''25	36°71'81''88
Longitude (E)	4°19'25''33	4°19'21''42	4°19'32''40	4°19'32''97
Altitude (m)	101	105	101	101
Profondeur (m)	1	1	1	/
Largeur (m)	/	0,9	0,7	/
Longueur (m)	/	1,2	0,7	/
Volume (m ³)	/	1,08	0,49	/
Environnement	Semi-urbain	Semi-urbain	Semi-urbain	Semi-urbain
Durabilité	Permanent	Temporaire	Permanent	Temporaire
Éclairément	Épigé	Épigé	Épigé	Épigé
Nature	Anthropique	Anthropique	Anthropique	Naturel

III.1.2.5. - Station d'Ait Khelili

Cette station renferme 4 gîtes larvaires répartis en deux sites, il s'agit des sites de Megheira et Ighil Ouguelmim.

III.1.2.5.1. - Site de Megheira

Ce site porte sur 4 gîtes larvaires (Fig. 31), 1 est anthropique, c'est un puits, l'autre est naturel, c'est une retenue collinaire. Les caractéristiques de ces gîtes larvaires sont clarifiées dans le tableau 19.



Figure 31 - Gîtes larvaires prospectés à Megheira durant les années 2019, 2020 et 2021 (Originale, 2022)

Tableau 19 - Caractéristiques des gîtes larvaires prospectés à Megheira durant les années 2019, 2020 et 2021

Gîte	Gîte 1	Gîte 2
Type du gîte	Puits	Retenue collinaire
Endroit	Megheira	Megheira
Latitude (N)	36°68'40''80	36°68'39''37
Longitude (E)	4°30'82''61	4°30'94''78
Altitude (m)	347	347
Profondeur (m)	50	20
Diamètre (m)	1,5	/
Volume (m ³)	87,75	/
Environnement	Semi-urbain	Semi-urbain
Durabilité	Permanent	Permanent
Éclairément	Hypogé	Épigé
Nature	Anthropique	Naturel

III.1.2.5.2. - Site d'Ighil Ouguelmim

Ce site regroupe 2 gîtes larvaires anthropiques (Fig. 32), il s'agit d'un réservoir en métal et d'un bassin dans une fontaine. Les caractéristiques de ces gîtes larvaires sont clarifiées dans le tableau 20.



Figure 32 - Gîtes larvaires prospectés à Ighil Ouguelmim durant les années 2019, 2020 et 2021 (Originale, 2022)

Tableau 20 - Caractéristiques des gîtes larvaires prospectés à Ighil Ouguelmim durant les années 2019, 2020 et 2021

Gîte	Gîte 3	Gîte 4
Type du gîte	Réservoir en métal	Bassin d'une fontaine
Endroit	Agoulmim	Agoulmim
Latitude (N)	36°66'35''18	36°66'03''31
Longitude (E)	4°29'52''05	4°30'94''47
Altitude (m)	733	146
Volume (m ³)	0,2	/
Environnement	Semi-urbain	Urbain
Durabilité	Temporaire	Temporaire
Éclairément	Épigé	Épigé
Nature	Anthropique	Anthropique

III.1.2.6. - Station de Béni Zmenzer

Cette station porte sur un seul site, il s'agit du site d'Ait-Ouaneche. L'échantillonnage réalisé dans cette station a été effectué uniquement durant l'année 2021.

III.1.2.6.1. - Site d'Ait-Ouaneche

Cette station présente un seul gîte larvaire anthropique (Fig. 33), il est représenté par une source d'eau aménagée en puits. Ces caractéristiques sont clarifiées dans le tableau 21.



Figure 33 - Gîte larvaire prospecté à Ait-Ouaneche durant l'année 2021 (Originale, 2022)

Tableau 21 - Caractéristiques du gîte larvaire prospecté à Ait-Ouaneche durant l'année 2021

Numéro du gîte	Gîte 1
Type du gîte	Puits
Endroit	Ait-Ouaneche
Latitude (N)	36°65'67''68
Longitude (E)	4°04'69''72
Altitude (m)	638
Profondeur (m)	50
Diamètre (m)	2
Volume (m³)	156
Environnement	Semi-urbain
Durabilité	Permanent
Éclairément	Hypogé
Nature	Anthropique

III.1.2.7. - Station de Mekla

Cette station renferme un seul site situé en ville de Mekla. L'échantillonnage réalisé dans cette station a été effectué uniquement durant l'année 2021.

III.1.2.7.1. - Site Mekla ville

Ce site est représenté par une maison située en ville de Mekla (36°68'63''81N/4°26'88''13E, 346m), dans laquelle nous avons capturé un adulte pendant son repas sanguin sur appât humain. La maison est située dans une zone semi urbaine riche en végétation (Fig. 34).



Figure 34 - Présentation du point de capture dans le site de Mekla, illustré par Google earth, 2022 ; M : Maison

III.1.2.8. - Station d'Azazga

Cette station regroupe 11 gîtes larvaires différents, distribués dans deux sites, il s'agit des sites d'Azazga ville et Cheurfa.

III.1.2.8.1. - Site d'Azazga ville

Ce site renferme 2 gîtes larvaires (Fig. 35), 1 est naturel, c'est une fosse, l'autre est anthropique, c'est une filtration des eaux usées domestiques. Les caractéristiques de ces gîtes larvaires sont clarifiées dans le tableau 22.



Figure 35 - Gîtes larvaires prospectés dans le site d'Azazga ville durant les années 2019, 2020 et 2021 (Originale, 2022)

Tableau 22 - Caractéristiques des gîtes larvaires prospectés dans le site d'Azazga ville durant les années 2019, 2020 et 2021

Gîte	Gîte 1	Gîte 2
Type du gîte	Fosse	Effluents liquides
Endroit	Azazga ville	Azazga ville
Latitude (N)	36°76'19''02	36°76'16''03
Longitude (E)	4°38'83''84	4°38'87''46
Altitude (m)	511	528
Environnement	Semi-urbain	Semi-urbain
Durabilité	Temporaire	Temporaire
Éclairage	Épigé	Épigé
Nature	Naturel	Anthropique

III.1.2.8.2. - Site de Cheurfa

Ce site renferme 9 gîtes larvaires anthropiques (Fig. 36), il s'agit de quatre puits, trois bassins, une bassine et un baril en plastique. Les caractéristiques de ces gîtes larvaires sont clarifiées dans le tableau 23.



Figure 36 - Gîtes larvaires prospectés dans le site de Cheurfa durant les années 2019, 2020 et 2021 (Originale, 2022)

Tableau 23 - Caractéristiques des gîtes larvaires prospectés dans le site de Cheurfa durant les années 2019, 2020 et 2021

Gîte	Gîte 3	Gîte 4	Gîte 5	Gîte 6	Gîte 7	Gîte 8	Gîte 9	Gîte 10	Gîte 11
Type du gîte	Puits	Bassin	Puits	Bassin	Bassin	Puits	Puits	Bassine en plastique	Baril en plastique
Endroit	Tinkicht	Cheurfa	Cheurfa	Tinkicht	Tinkicht	Cheurfa	Cheurfa	Cheurfa	Cheurfa
Latitude (N)	36°72'43''90	36°71'99''65	36°72'08''86	36°72'41''99	36°72'25''76	36°71'94''88	36°71'66''85	36°72'05''10	36°72'11''19
Longitude (E)	4°37'76''29	4°38'02''69	4°37'85''52	4°38'14''11	4°38'40''72	4°37'50''27	4°37'49''90	4°37'93''99	4°37'97''18
Altitude (m)	467	471	468	513	531	439	439	478	483
Profondeur (m)	50	0,5	60	0,8	0,3	50	60	/	/
Largeur (m)	/	0,5	/	0,75	0,5	/	/	/	/
Longueur (m)	/	3	/	1	2	/	/	/	/
Diamètre (m)	1	/	1	/	/	2	1	/	/
Volume (m ³)	39	0,75	46,8	0,6	0,3	156	46,8	0,04	0,06
Envir	Semi-urbain	Semi-urbain	Semi-urbain	Urbain	Urbain	Semi-urbain	Semi-urbain	Semi-urbain	Semi-urbain
Durabilité	Permanent	Temporaire	Permanent	Temporaire	Temporaire	Permanent	Permanent	Temporaire	Temporaire
Éclairément	Épigé	Épigé	Épigé	Épigé	Épigé	Épigé /hypogé	Épigé	Épigé	Épigé
Nature	Anthropique	Anthropique	Anthropique	Anthropique	Anthropique	Anthropique	Anthropique	Anthropique	Anthropique

Envir : environnement

III.1.2.9. - Station de Makouda

Cette station regroupe 4 gîtes larvaires différents, distribués dans un seul site, il s'agit du site de Zaouia.

III.1.2.9.1. - Site de Zaouia

Ce site renferme 4 gîtes larvaires (Fig. 37), dont 3 naturels et 1 anthropique. Les gîtes naturels sont présentés par une retenue collinaire, une retenue d'eau et une mare, tandis que le gîte anthropique est un baril en métal. Les caractéristiques de ces gîtes larvaires sont clarifiées dans le tableau 24.



Figure 37 - Gîtes larvaires prospectés dans le site de Zaouia durant les années 2019, 2020 et 2021 (Originale, 2022)

Tableau 24 - Caractéristiques des gîtes larvaires prospectés dans le site de Zaouia durant les années 2019, 2020 et 2021

Gîte	Gîte 1	Gîte 2	Gîte 3	Gîte 4
Type du gîte	Retenue collinaire	Baril en métal	Retenue d'eau	Mare
Endroit	Zaouia	Zaouia	Zaouia	Zaouia
Latitude (N)	36°76'38''62	36°76'32''74	36°76'40''12	36°76'45''79
Longitude (E)	4°06'12''77	4°06'05''83	4°06'32''19	4°05'91''84
Altitude (m)	78	80	76	82
Profondeur (m)	20	/	/	0,7
Volume (m ³)	/	0,22	/	/
Environnement	Semi-urbain	Semi-urbain	Semi-urbain	Semi-urbain
Durabilité	Permanent	Temporaire	Temporaire	Temporaire
Éclaircissement	Épigé	Épigé	Épigé	Épigé
Nature	Naturel	Anthropique	Naturel	Naturel

III.1.2.10. - Station d'Ait Aissa Mimoun

Cette station regroupe 3 gîtes larvaires situés dans un seul site, il s'agit du site d'Akaoudj.

III.1.2.10.1. - Site d'Akaoudj

Ce site renferme 3 gîtes larvaires (Fig. 38), dont 2 naturels (une retenue d'eau et une fosse dans un rocher) et 1 anthropique (un baril en plastique). Les caractéristiques de ces gîtes larvaires sont clarifiées dans le tableau 25.

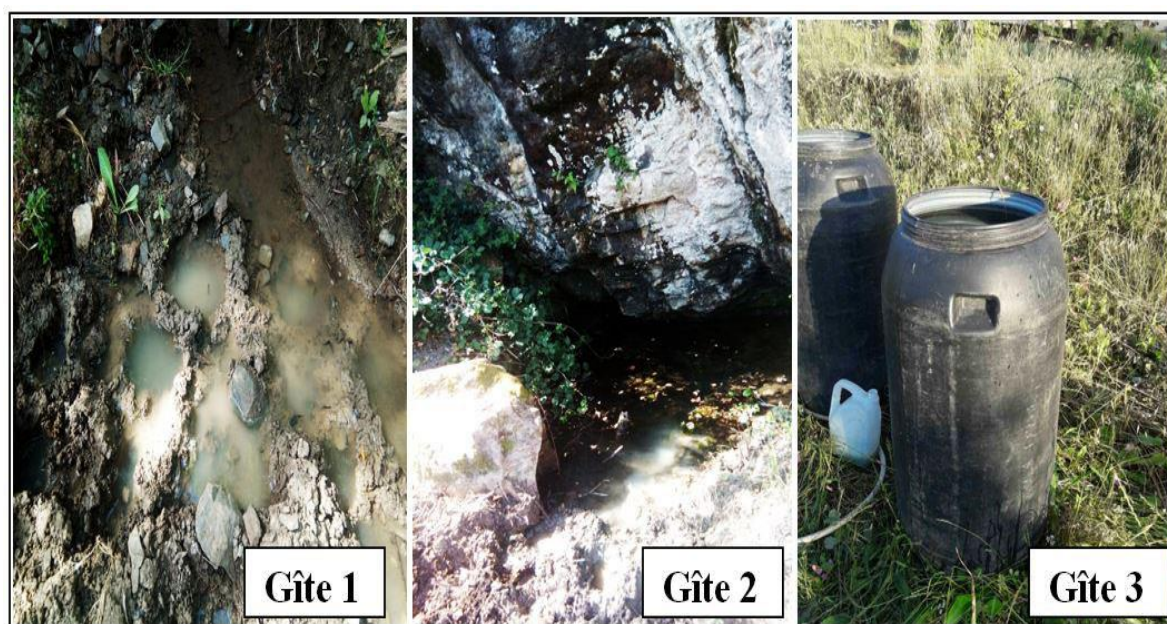


Figure 38 - Gîtes larvaires prospectés dans le site d'Akaoudj durant les années 2019, 2020 et 2021 (Originale, 2022)

Tableau 25 - Caractéristiques des gîtes larvaires prospectés dans le site d'Akaoudj durant les années 2019, 2020 et 2021

Gîte	Gîte 1	Gîte 2	Gîte 3
Type du gîte	Retenue d'eau	Fosse	Baril en plastique
Endroit	Akaoudj	Akaoudj	Akaoudj
Latitude (N)	36°74'94''85	36°74'96''12	36°74'34''70
Longitude (E)	4°08'71''06	4°08'72''58	4°09'39''34
Altitude (m)	384	386	424
Profondeur (m)	/	/	/
Volume (m ³)	/	/	0,14
Environnement	Rural	Rural	Semi-urbain
Durabilité	Temporaire	Permanent	Temporaire
Éclairément	Épigé	Épigé	Épigé
Nature	Naturel	Naturel	Anthropique

III.1.2.11. - Station de Tizirt

Cette station regroupe 5 gîtes larvaires différents, situés dans un seul site, il s'agit du site de Tizirt ville.

III.1.2.11.1. - Site de Tizirt ville

Ce site renferme 5 gîtes larvaires (Fig. 39), dont 3 anthropiques, il s'agit d'un bassin dans des ruines romaines, effluents liquide (égouts) et un ensemble de barques et 2 naturels, il s'agit d'un oued et d'une mare. Les caractéristiques de ces gîtes larvaires sont clarifiées dans le tableau 26.



Figure 39 - Gîtes larvaires prospectés à Tizirt ville durant les années 2019, 2020 et 2021 (Originale, 2022)

Tableau 26 - Caractéristiques des gîtes larvaires prospectés à Tizirt ville durant les années 2019, 2020 et 2021

Gîte	Gîte 1	Gîte 2	Gîte 3	Gîte 4	Gîte 5
Type du gîte	Barques	Effluents liquide	Bassin dans les ruines romaines	Oued	Mare
Endroit	Port	Port	Ville	Tasalast	Tasalast
Latitude (N)	36°89'64''68	36°89'35''03	36°89'31''51	36°88'96''39	36°88'97''02
Longitude (E)	4°12'17''36	4°12'10''68	4°12'14''62	4°11'38''66	4°11'40''54
Altitude (m)	10	9	22	2	3
Profondeur (m)	/	0,5	0,5	/	0,75

Largeur (m)	/	/	0,4	/	/
Longueur (m)	/	/	1	/	/
Volume (m³)	/	/	0,2	/	/
Environnement	Urbain	Urbain	Urbain	Semi-urbain	Semi-urbain
Durabilité	Temporaire	Permanent	Temporaire	Permanent	Temporaire
Éclaircement	Épigé	Épigé	Épigé	Épigé	Épigé
Nature	Anthropique	Anthropique	Anthropique	Naturel	Naturel

III.1.2.12. - Station d'Ait Yahia Moussa

Cette station regroupe 4 gîtes larvaires distribués dans deux sites, il s'agit du site d'Oued Ksari et d'Ighil El Bir.

III.1.2.12.1. - Site d'Oued Ksari

Ce site renferme 2 gîtes larvaires naturels (Fig. 40), il s'agit d'une fosse creusée et d'une retenue d'eau. Les caractéristiques de ces gîtes larvaires sont clarifiées dans le tableau 27.



Figure 40 - Gîtes larvaires prospectés à Oued Ksari durant les années 2019, 2020 et 2021 (Originale, 2022)

Tableau 27 - Caractéristiques des gîtes larvaires prospectés à Oued Ksari durant les années 2019, 2020 et 2021

Numéro du gîte	Gîte 1	Gîte 2
Type du gîte	Fosse creusée	Retenue d'eau
Endroit	Route de Bu-Mehni	Oued Ksari
Latitude (N)	36°61'91''51	36°61'64''71
Longitude (E)	3°89'57''17	3°88'85''01
Altitude (m)	424	395
Profondeur (m)	1	/
Largeur (m)	0,6	/

Longueur (m)	1	/
Volume (m³)	0,6	/
Environnement	Rural	Rural
Durabilité	Temporaire	Temporaire
Éclairément	Épigé	Épigé
Nature	Naturel	Naturel

III.1.2.12.2. - Site d'Ighil El Bir

Ce site porte sur 2 gîtes larvaires anthropiques (Fig. 41), il s'agit d'un baril en plastique et d'une jarre. Les caractéristiques de ces gîtes larvaires sont clarifiées dans le tableau 28.



Figure 41 - Gîtes larvaires prospectés dans le site d'Ighil El Bir durant les années 2019, 2020 et 2021 (Originale, 2022)

Tableau 28 - Caractéristiques des gîtes larvaires prospectés dans le site d'Ighil El Bir durant les années 2019, 2020 et 2021

Numéro du gîte	Gîte 3	Gîte 4
Type du gîte	Baril en plastique	Jarre
Endroit	Ighil El Bir	Ighil El Bir
Latitude (N)	36°62'74''09	36°62'74''22
Longitude (E)	3°89'26''76	3°89'26''84
Altitude (m)	383	383
Volume (m³)	0,14	0,0015
Environnement	Semi-urbain	Semi-urbain
Durabilité	Temporaire	Temporaire
Éclairément	Épigé	Épigé
Nature	Anthropique	Anthropique

III.1.2.13. - Station d'Ain Zaouia

Cette station présente 2 gîtes larvaires distribués dans un seul site, il s'agit du site de la forêt d'El Bordj.

III.1.2.13.1. - Site d'El Bordj

Ce site renferme 2 gîtes larvaires anthropiques (Fig. 42), ce sont représentés par deux pneus. Leurs caractéristiques sont clarifiées dans le tableau 29.



Figure 42 - Gîtes larvaires prospectés dans le site d'El Bordj durant les années 2019, 2020 et 2021 (Originale, 2022)

Tableau 29 - Caractéristiques des gîtes larvaires prospectés dans le site d'El Bordj durant les années 2019, 2020 et 2021

Gîte	Gîte 1	Gîte 2
Type du gîte	Pneu	Pneus
Endroit	L'ADE	Forêt El Bordj
Latitude (N)	36°61'32''96	36°61'35''94
Longitude (E)	3°90'13''98	3°89'84''76
Altitude (m)	343	348
Environnement	Rural	Rural
Durabilité	Temporaire	Temporaire
Éclairément	Hypogé	Épigé /hypogé
Nature	Anthropique	Anthropique

III.1.2.14. - Station de Mechtras

Cette station est représentée par un seul gîte larvaire situé dans un seul site, il s'agit du site d'Ait Imghour. L'échantillonnage réalisé dans cette station est effectué uniquement durant l'année 2021

III.1.2.14.1. - Site d'Ait Imghour

Ce site porte sur un seul gîte larvaire anthropique (Fig. 43), c'est un récipient. Ces caractéristiques sont clarifiées dans le tableau 30.



Figure 43 - Gîte larvaire prospecté dans le site d'Ait Imghour durant l'année 2021 (Originale, 2022)

Tableau 30 - Caractéristiques du gîte larvaire prospecté dans le site d'Ait Imghour durant l'année 2021

Gîte	Gîte 1
Type du gîte	Récipient en plastique
Endroit	Ait Imghour
Latitude (N)	36°55'25''76
Longitude (E)	3°99'50''20
Altitude (m)	518
Volume (m ³)	0,08
Environnement	Semi-urbain
Durabilité	Temporaire
Éclairement	Épigé
Nature	Anthropique

III.1.2.15. - Station d'Idjeur

Cette station est représentée par 10 gîtes larvaires distribués dans un seul site, il s'agit du site de Tifrit N'Ath Oumalek.

III.1.2.15.1. - Site de Tifrit N'Ath Oumalek

Ce site renferme 10 gîtes larvaires (Fig. 44), dont 4 sont naturels (deux retenues d'eau, une mare et une fosse) et 6 sont anthropiques, ce sont représentés par un canal de passage d'eau, un puits, deux bassins et deux tonneaux métalliques. Leurs caractéristiques sont clarifiées dans le tableau 31.



Figure 44 - Gîtes larvaires prospectés à Tifrit N'Ath Oumalek durant les années 2019, 2020 et 2021 (Originale, 2022)

Tableau 31 - Caractéristiques des gîtes larvaires prospectés dans le site de Tifrit N'Ath Oumalek durant les années 2019, 2020 et 2021

Gîte	Gîte 1	Gîte 2	Gîte 3	Gîte 4	Gîte 5	Gîte 6	Gîte 7	Gîte 8	Gîte 9	Gîte 10
Type du gîte	Canal d'eau	Retenue d'eau	Puits	Mare	Bassin	Retenue d'eau	Fosse	Bassin	Tonneau en métal	Tonneau en métal
Endroit	Tifrit N'Ath Oumalek	Tifrit N'Ath Oumalek	Tifrit N'Ath Oumalek	Tifrit N'Ath Oumalek	Tifrit N'Ath Oumalek	Tifrit N'Ath Oumalek	Tifrit N'Ath Oumalek	Tifrit N'Ath Oumalek	Tifrit N'Ath Oumalek	Tifrit N'Ath Oumalek
Latitude (N)	36°68'74''76	36°68'77''53	36°68'58''04	36°68'64''67	36°68'78''29	36°68'76''54	36°68'79''09	36°68'19''98	36°68'38''86	36°66'73''64
Longitude (E)	4°52'39''44	4°52'43''96	4°52'69''27	4°52'69''93	4°52'47''51	4°52'40''29	4°52'43''20	4°50'86''04	4°50'44''47	4°52'63''49
Altitude (m)	870	874	908	908	875	873	874	843	894	887
Profondeur (m)	/	/	40	/	0,5	/	/	0,4	/	/
Largeur (m)	/	/	/	/	0,75	/	/	0,5	/	/
Longueur (m)	/	/	/	/	2	/	/	2	/	/
Diamètre (m)	/	/	2	/	/	/	/	/	/	/
Volume (m ³)	/	/	124,8	/	0,75	/	/	0,4	0,14	0,22
Envir	Semi-urbain	Semi-urbain	Rural	Rural	Semi-urbain	Semi-urbain	Rural	Semi-urbain	Semi-urbain	Semi-urbain
Durabilité	Temp	Temp	Permanent	Temp	Temp	Temp	Temp	Temp	Temp	Temp
Éclair	Épigé	Épigé	Épigé	Épigé	Épigé	Épigé	Épigé	Épigé	Épigé	Épigé
Nature	Anth	Naturel	Anth	Naturel	Anth	Naturel	Naturel	Anth	Anth	Anth

Envir : environnement, Éclair : éclairage

III.2. - Méthodes d'échantillonnage

Notre échantillonnage a été basé sur la capture de larves par la méthode standard « Coup de louche » et la capture d'adultes par la méthode « capture directe ». Il a été basé aussi sur les pièges pondoires pour attraper les œufs du moustique invasif *Ae. albopictus*.

III.2.1. - Coup de louche

Cette méthode est utilisée pour échantillonner les larves de Culicidae, elle consiste à plonger une louche dans les gîtes larvaires pour collecter les œufs, les larves et les nymphes (Croset et *al.*, 1976 ; Silver, 2008). Nous avons utilisé une louche d'une capacité de 500mL au niveau des gîtes profonds et une autre d'une capacité de 100mL dans les gîtes non profonds (Fig. 45). Au niveau des puits, un seau de 5L a été utilisé. Dix coups de louche ont été effectués dans tous les gîtes larvaires. Les échantillons collectés ont été mis dans des bouteilles en plastique de 0,5L remplies à moitié avec de l'eau du gîte. Les larves et les nymphes ont été aspirées à l'aide d'une pipette pasteur de 3mL. Chaque bouteille a été étiquetée par une étiquette qui porte le lieu de prélèvement, le numéro du gîte, ainsi que la date de la collecte.

L'échantillonnage des larves a été réalisé de février 2019 à septembre 2021, il a été effectué bimensuellement dans les gîtes permanents, alors que dans les gîtes temporaires, il a été fait en fonction de la présence de l'eau.



Figure 45 - Matériel utilisé pour la méthode « Coup de louche » (Originale, 2022)

III.2.2. - Capture directe

Cette méthode consiste à capturer les adultes de moustiques au moment de leur repos sur mur (Fig. 46B), ou au moment de leur repas sanguin sur le corps d'un Homme directement à la main, en utilisant un tube sec ou un tube eppendorf. Le tube doit être appliqué à la face du thorax et non vis-à-vis de la tête (Fig. 46A), pour éviter que l'adulte s'envole. Selon Carnevale & Robert (2009), la récolte à la main fournit une information sur les endroits et les surfaces de repos habituel, les densités au repos et les changements saisonniers de densité. Cette méthode a été effectuée de mai à octobre 2021 occasionnellement, elle a pour but de confirmer l'invasion du moustique tigre *Ae. albopictus* en ville de la région de Tizi-Ouzou, où la densité humaine est très importante.

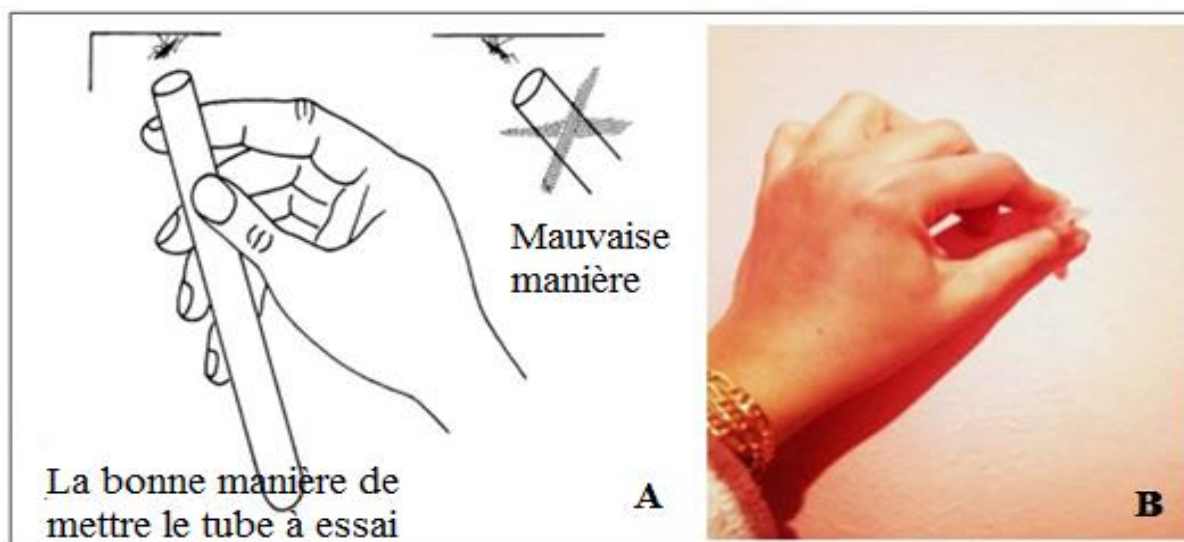


Figure 46 - Capture directe ; A : Capture d'adultes au repos à l'aide d'un tube à essai (WHO, 1992) modifiée, B : Capture d'adultes sur mur par un tube eppendorf (Originale, 2022)

III.2.3. - Pièges pondoirs

Cette méthode consiste à mettre des récipients remplis d'eau dans des endroits ombragés, riches en végétation et près des habitations humaines. Ces pièges doivent avoir un morceau de polystyrène ou du bois qui flotte à la surface de l'eau pour constituer un substrat humide, favorable à la ponte des femelles d'*Ae. albopictus* (Fig. 47). Nous avons mis en place dix pièges pondoirs dans plusieurs endroits au niveau de la station de la Nouvelle ville durant les années 2019, 2020 et 2021. La surveillance des pièges a été effectuée chaque semaine.



Figure 47 - Pièges pondoires déposés dans le site de la Nouvelle ville durant les années 2019, 2020 et 2021 (Originale, 2022)

III.3. - Elevage

Les spécimens collectés (Fig. 48) ont été acheminés au laboratoire d'écologie et biologie des écosystèmes terrestres du département de biologie, faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques, université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. Les œufs et les larves du 1^{er}, 2^{ème} et 3^{ème} stade ont été élevés dans des conditions ambiantes, près de la fenêtre pour assurer une photopériode naturelle. Selon Dajoz (2003), la photopériode chez les insectes est le principal facteur qui règle l'entrée en diapause. Ils sont mis dans des récipients contenant 300mL de l'eau dichlorée, recouverts d'un tamis à mailles fines (0,05mm). Les récipients ayant des nymphes sont mis à l'intérieur des cages cubiques de différentes dimensions, faites par une armature en bois à tulle fin et un manchon au milieu (Fig. 49), afin d'aspirer les adultes après leur émergence.

La nourriture donnée aux larves est la même donnée par Rehim & Soltani (1999), elle est composée d'un mélange de biscuit (75%) et de levure sèche (25%). Elle a été donnée aux larves chaque trois jour, avec le changement de l'eau, pour éviter la mort des individus par asphyxie, suite à la décomposition de la nourriture dans l'eau.

Le but de cet élevage est d'avoir des larves du 4^{ème} stade et des adultes qui servent à l'identification morphologique. L'identification des adultes permet de confirmer l'identification de quelques espèces jumelles à l'état larvaire. D'après Schaffner & Mathieu (2020), certaines espèces peuvent être morphologiquement indissociables à un stade de

développement donné (adulte ou larve), nécessitant l'observation simultanée de plusieurs stades ou des individus des deux sexes.

Les adultes émergés ont été aspirés à l'aide d'un aspirateur à bouche (Fig. 50) et congelés directement après leur émergence, cela empêche leur mouvement (Schaffner & Mathieu., 2020), puis conservés à sec à l'abri de l'humidité dans des boîtes de Pétri.



Figure 48 - Échantillons collectés (Originale, 2022)



Figure 49 - Elevage des larves (Originale, 2022)

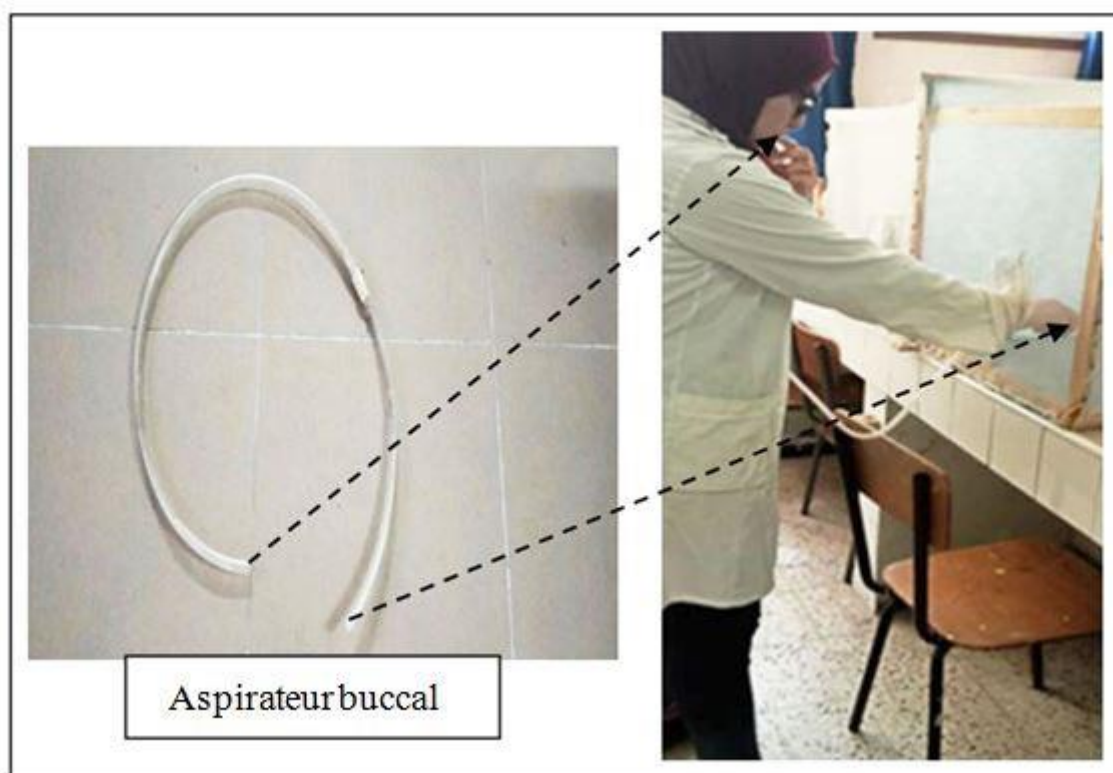


Figure 50 - Aspiration buccale des adultes émergés (Originale, 2022)

III.4. - Montage des larves

Les larves du 4^{ème} stade ont été montées après leur éclaircissement, la méthode d'éclaircissement réalisée (Fig. 51) est similaire à celle citée par Matile (1993). Elle est comme suit :

- Mettre les larves dans un chauffe-bain de KOH à 10% pendant 10 minutes
- Rinçage des larves éclaircies dans 3 bains de l'eau distillée de 3 minutes chacun, pour les débarrasser de KOH
- Mettre les larves dans un bain d'éthanol absolu durant une minute
- Conserver les larves éclaircies dans l'éthanol dilué à 70% jusqu'à leur montage.

Le montage est réalisé sous une loupe binoculaire, il consiste à mettre les larves éclaircies entre lame et lamelle dans quelques gouttes du liquide de Faure, avec l'arrangement des soies à l'aide d'une aiguille à dissection pointe fine.

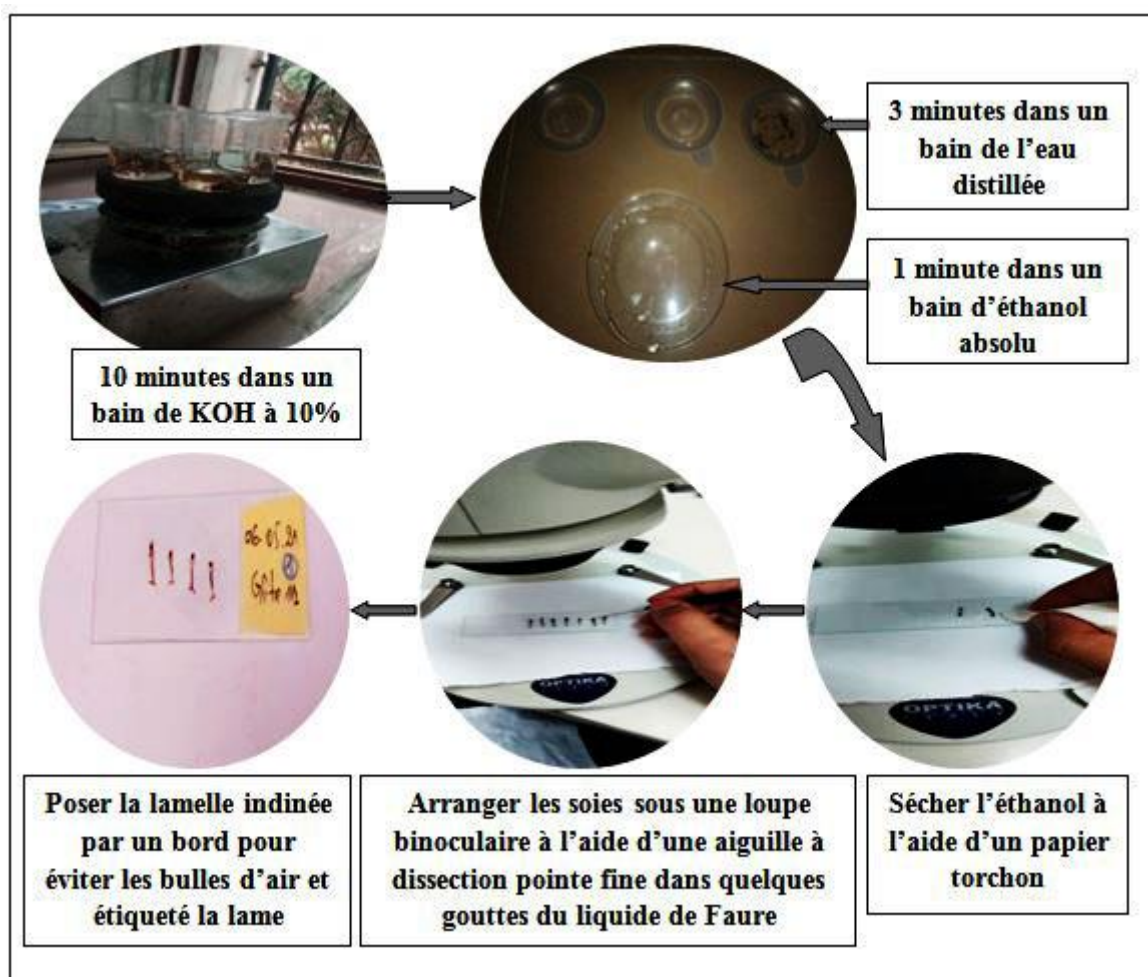


Figure 51 - Méthode d'éclaircissement et du montage des larves (Originale, 2022)

III.5. - Examen des organes génitaux

L'examen des génitalia est fait selon Becker *et al.* (2010), la méthode suivie consiste à couper sous une loupe binoculaire le 8^{ème} segment abdominal du mâle, en utilisant un bistouri. Cette partie coupée a été éclaircie dans une solution chaude de KOH à 10% pendant 10 minutes, puis elle a été mise dans l'acide acétique pendant une minute et par la fin, elle a été montée entre lame et lamelle dans une goutte du liquide de Faure. L'examen des organes génitaux a été réalisé uniquement pour identifier les spécimens adultes endommagés et pour confirmer l'identification de quelques espèces isomorphes à l'état adulte.

III.6. - Identification

Pour identifier nos échantillons, nous avons utilisé la méthode standard par l'étude morphologique, cette dernière consiste en l'observation d'une série de caractères morphologiques externes, pour lesquels la somme des réponses est diagnostique pour une espèce donnée (Schaffner & Mathieu, 2020). L'identification morphologique des espèces

reste la méthode de base et continue à être très utilisée, mais elle ne s'applique évidemment pas aux espèces isomorphes (Carnevale & Robert, 2009).

Pour faciliter notre identification, nous avons commencé par le tri des sous-familles et des genres. Nous avons utilisé un microscope photonique de marque Novex (Gx 0,1/100) et une loupe binoculaire de marque Optika (Fig. 52), en se basant sur les clés dichotomiques de Rioux (1958), Becker et *al.* (2003, 2010, 2020). Ensuite, pour confirmer notre identification, nous avons suivi le logiciel d'identification des Culicidae de l'Afrique méditerranéenne de Brunhes et *al.* (1999) et la dernière version du logiciel d'identification MosKeyTool de Günay et *al.* (2020). La validation de notre identification a été faite par M^r. Benallal Kamel Eddine, Attaché à l'institut Pasteur d'Alger et par D^r. Nabti Ismahane, Maître assistante à l'Université Ahmed Zabana de Relizane. Les spécimens identifiés ont été dénombrés pour les exploiter.

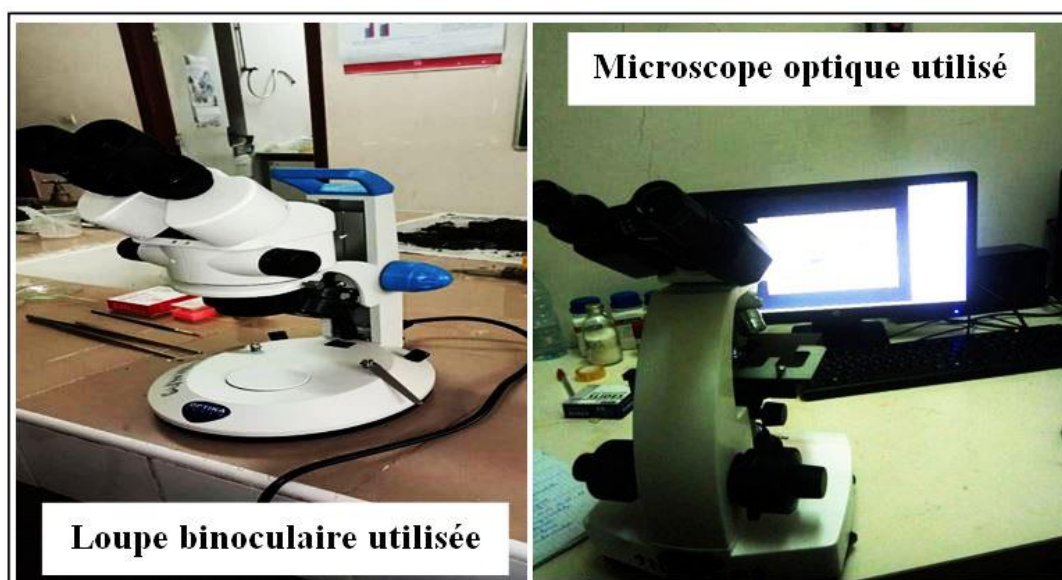


Figure 52 - Matériel d'identification morphologique (Originale, 2022)

III.7. - Méthode d'exploitation des données

Nos résultats ont été exploités par la qualité d'échantillonnage, les indices écologiques de composition et de structure, l'indice de Jaccard, le test de Khi-deux d'indépendance et l'analyse factorielle des correspondances.

III.7.1. - Qualité d'échantillonnage

La qualité d'échantillonnage Q se calcule selon la formule citée par Blondel (1979) :

$$Q = \frac{a}{N}$$

Avec a est le nombre d'espèces rencontrées une seule fois dans un relevé donné, N est le nombre total de relevés réalisés. Selon Ramade (2003), la qualité d'échantillonnage est bonne quand Q s'approche de 0.

III.7.2. - Indices écologiques

Dans les indices écologiques, nous avons calculé les indices de composition et les indices de structure.

III.7.2.1. - Indices de composition

Dans les indices de composition, nous avons calculé la richesse spécifique, l'abondance relative et les fréquences d'occurrence.

III.7.2.1.1. - Richesse spécifique

La richesse spécifique S est le nombre total d'espèces que comporte le peuplement considéré dans un écosystème donné (Blondel, 1979 ; Ramade, 2009, 2012).

III.7.2.1.2. - Abondance relative

L'évaluation d'une abondance d'une population constitue une démarche indispensable à toute recherche écologique. L'abondance des espèces constitue un paramètre important pour la description de la structure d'un peuplement (Dajoz, 1975 ; Ramade, 2009). C'est le pourcentage d'individus d'une espèce donnée par rapport au total des individus, elle se calcule par la formule citée par Dajoz (1975), elle est comme suit : $AR(\%) = Ni \times 100 / N$ Avec Ni est le nombre d'individus d'une espèce donnée, N est le nombre total d'individus de toutes les espèces recensées.

III.7.2.1.3. - Fréquences d'occurrence

Selon Dajoz (1975), les fréquences d'occurrence se calculent par la formule suivante : $FO(\%) = Pi \times 100 / P$

Avec Pi est le nombre de relevés contenant l'espèce i , P est le nombre total de relevés. Selon les valeurs de FO , nous distinguons les catégories suivantes :

- Espèce constante : présente dans plus de 50% des relevés
- Espèce accessoire : présente dans 25 à 50% des relevés
- Espèce accidentelle : présente dans moins de 25% des relevés.

III.7.2.2. - Indices de structure

Dans les indices de structure, nous avons calculé l'indice de Shannon et l'indice d'équitabilité.

III.7.2.2.1. - Indice de Shannon

L'indice de Shannon H' permet de connaître la diversité effective d'une communauté, cet indice est indépendant de la taille de l'échantillon et il varie en fonction du nombre d'espèces (Ramade, 2003). Cet indice se calcule par la formule suivante (Dajoz, 1975, 2003 ; Ramade, 2003) : $H' = -\sum p_i \log_2 p_i$

Avec p_i est l'abondance relative de chaque espèce ($p_i = \frac{n_i}{N}$), dont n_i est l'abondance de l'espèce i , N est le nombre total d'exemplaires récoltés, le logarithme est calculé en base 2.

Cet indice est nul lorsqu'il s'agit d'une seule espèce (Dajoz, 2003 ; Nduwimana et al., 2015). Lorsque toutes les espèces ont la même abondance, sa valeur maximale soit égale à $\log_2 S$ (Dajoz, 2006). Donc sa valeur varie entre 0 et $\log_2 S$. Selon Dajoz (1975) ; Ramade (2003), l'unité de cet indice est le bit.

III.7.2.2.2. - Indice d'équitabilité

L'indice d'équitabilité E est indépendant du nombre d'espèces (Marcon, 2015), il permet de connaître la diversité maximale théorique d'une communauté, compte tenu de sa richesse spécifique (Ramade, 2003). Cet indice se calcule par la formule suivante (Dajoz, 2003, 2006 ; Nduwimana et al., 2015) : $E = \frac{H'}{\log_2 S}$

Avec S est le nombre d'espèces, selon Ramade (2003, 2009), H_{max} est la diversité maximale, elle égale à $\log_2 S$, donc cette formule peut être trouvée comme suit : $E = \frac{H'}{H_{max}}$

Cet indice varie entre 0 et 1, il tend vers 0 lorsqu'une espèce domine largement le peuplement et il égal à 1 lorsque toutes les espèces ont la même abondance (Dajoz, 2003, 2006 ; Ramade, 2003). Selon Dajoz (1975), une équitabilité élevée peut être la conséquence d'une longue évolution d'une communauté dans un milieu stable.

III.7.3. - Indice de Jaccard

Pour avoir le degré de coexistence entre deux espèces, l'indice de Jaccard est utilisé, il se calcule comme suit (Dajoz, 1975) : $q = \frac{c}{a+b-c} \times 100$

Dont a est le nombre de relevés renfermant l'espèce A, b est le nombre de relevés renfermant l'espèce B, c est le nombre de relevés qui contiennent simultanément les deux espèces.

III.7.4. - Analyse statistique

L'analyse statistique a été appliquée uniquement pour les sites ayant 3 gîtes ou plus, nous avons utilisé le test de Khi-deux d'indépendance et l'analyse factorielle des correspondances.

III.7.4.1. - Test de Khi-deux d'indépendance X^2

Le test de X^2 a pour objectif de décider si deux variables qualitatives sont susceptibles d'être liées ou pas, il se calcule de la manière suivante (Carricano et *al.*, 2010) :

$$X^2 = \sum_{i=1}^l \sum_{j=1}^c \frac{(O_{ij}-T_{ij})^2}{T_{ij}}$$

Avec : i = numéro de la ligne, j = numéro de la colonne, l = nombre de lignes, c = nombre de colonnes.

Il suffit de poser l'hypothèse nulle et celle alternative comme suit :

- H_0 : il n'y a pas une liaison significative, les deux variables ne sont pas liées
- H_1 : il y a une liaison significative, les deux variables sont liées

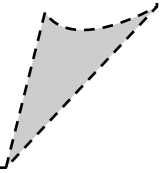
Si la p-value est inférieure au risque 5%, on rejette l'hypothèse d'indépendance (H_0) et nous déduisons que les variables sont significativement associées. Ce test est donné automatiquement par l'analyse factorielle des correspondances.

III.7.4.2. - Analyse factorielle des correspondances AFC

L'analyse factorielle des correspondances est une méthode d'analyse statistique qui permet de décrire et visualiser des tableaux de contingence et donc, d'étudier les relations entre les modalités de deux variables qualitatives (Carricano et *al.*, 2010). Le choix de cette analyse se justifie par le fait que les variables étudiées sont qualitatives, il s'agit de la répartition des espèces selon les gîtes prospectés (espèce/gîte). L'AFC porte sur la présence ou l'absence d'espèces échantillonnées dans chaque gîte prospecté. Pour ce faire, le package Factoshiny du logiciel R, version 4.1.2 a été utilisé.

Chapitre IV

Résultats



Dans ce chapitre, les résultats obtenus concernant la biodiversité des moustiques, les critères d'identification, la typologie des gîtes et l'exploitation des données par la qualité d'échantillonnage, les indices écologiques, l'indice de Jaccard et l'analyse statistique sont développés.

IV.1. - Biodiversité des moustiques

Notre inventaire des moustiques réalisé de février 2019 à octobre 2021, dans 80 gîtes larvaires, 4 espaces ouverts et deux maisons, distribués dans 15 stations au niveau de la région de Tizi-Ouzou, nous a permis de recenser 21 espèces réparties en deux sous-familles (Anophelinae et Culicinae) et six genres (*Aedes*, *Anopheles*, *Culex*, *Culiseta*, *Uranotaenia* et *Coquillettidia*) (Tab. 32), il s'agit de *Culex pipiens* s.l., *Culex impudicus*, *Culex territans*, *Culex perexiguus*, *Culex hortensis*, *Culex theileri*, *Culex laticinctus*, *Culex mimeticus*, *Culex deserticola*, *Culex quinquefasciatus*, *Culex simpsoni*, *Culiseta longiareolata*, *Culiseta subochrea*, *Uranotaenia unguiculata*, *Aedes berlandi*, *Aedes geniculatus*, *Aedes albopictus*, *Aedes caspius*, *Coquillettidia richiardii*, *Anopheles maculipennis* s.l. et *Anopheles claviger*.

Tableau 32 - Liste des espèces culicidiennes recensées dans la région de Tizi-Ouzou de février 2019 à octobre 2021

Famille	Sous-famille	Genre	Espèce
Culicidae	Culicinae	<i>Culex</i>	<i>Culex pipiens</i> s.l.
			<i>Culex impudicus</i>
			<i>Culex territans</i>
			<i>Culex perexiguus</i>
			<i>Culex hortensis</i>
			<i>Culex theileri</i>
			<i>Culex laticinctus</i>
			<i>Culex mimeticus</i>
			<i>Culex deserticola</i>
			<i>Culex quinquefasciatus</i>
			<i>Culex simpsoni</i>
	<i>Culiseta</i>	<i>Culiseta longiareolata</i>	
		<i>Culiseta subochrea</i>	
	<i>Uranotaenia</i>	<i>Uranotaenia unguiculata</i>	
	<i>Aedes</i>	<i>Aedes berlandi</i>	
		<i>Aedes geniculatus</i>	
<i>Aedes albopictus</i> *			
<i>Aedes caspius</i>			
<i>Coquillettidia</i>	<i>Coquillettidia richiardii</i>		
Anophelinae	<i>Anopheles</i>	<i>Anopheles maculipennis</i> s.l.	
		<i>Anopheles claviger</i>	

*espèce invasive

Le genre *Culex* est le plus dominant, il représente 11 espèces, suivi du genre *Aedes* avec 4 espèces. Les genres *Culiseta* et *Anopheles* présentent 2 espèces chacun, alors que les genres *Uranotaenia* et *Coquillettidia* représentent une seule espèce pour chaque genre.

Parmi les espèces recensées dans le présent travail, 11 sont citées pour la première fois à Tizi-Ouzou, il s'agit de *Cx. deserticola*, *Cx. laticinctus*, *Cx. mimeticus*, *Cx. quinquefasciatus*, *Culex simpsoni*, *Ae. geniculatus*, *Ae. berlandi*, *An. claviger*, *Cs. subochrea*, *Ur. unguiculata* et *Cq. richiardi*. Nous confirmons par ce travail, la présence du moustique tigre *Ae. albopictus* dans la ville de la région de Tizi-Ouzou et son troisième recensement au niveau de cette région. Les genres *Uranotaenia* et *Coquillettidia* sont cités pour la première fois à Tizi-Ouzou.

IV.2. - Inventaire global des espèces culicidiennes

Notre inventaire global des moustiques au niveau de la région de Tizi-Ouzou nous a permis d'obtenir les effectifs indiqués dans le tableau 33. Nous avons tenu compte de l'effectif des larves inventoriées, des adultes femelles et mâles émergents et capturés et de l'effectif total de chaque espèce dans toute la région d'étude.

Tableau 33 - Effectifs des individus recensés dans la région de Tizi-Ouzou de février 2019 à octobre 2021

Espèce	Larves	Adultes femelles	Adultes mâles	Effectif total	Abondance relative (%)
<i>Cx. pipiens</i> s.l.	4994	4813	3921	13728	60,8
<i>Cx. impudicus</i>	61	6	1	68	0,3
<i>Cx. territans</i>	125	23	12	160	0,71
<i>Cx. perexiguus</i>	47	0	0	47	0,21
<i>Cx. hortensis</i>	377	356	322	1055	4,67
<i>Cx. theileri</i>	17	0	0	17	0,08
<i>Cx. laticinctus</i>	14	1	2	17	0,08
<i>Cx. mimeticus</i>	13	4	2	19	0,08
<i>Cx. deserticola</i>	97	0	0	97	0,43
<i>Cx. quinquefasciatus</i>	0	6	1	7	0,03
<i>Cx. simpsoni</i>	0	10	6	16	0,07
<i>Cs. longiareolata</i>	2826	2361	1576	6763	29,95
<i>Cs. subochrea</i>	61	0	0	61	0,27
<i>Ur. unguiculata</i>	45	14	4	63	0,28
<i>Ae. berlandi</i>	0	1	0	1	0,004
<i>Ae. geniculatus</i>	26	27	23	76	0,34
<i>Ae. albopictus</i>	0	7	2	9	0,04
<i>Ae. caspius</i>	21	10	0	31	0,14
<i>Cq. richiardi</i>	0	1	0	1	0,004
<i>An. maculipennis</i> s.l.	119	56	29	204	0,9
<i>An. claviger</i>	137	0	3	140	0,62
Total	8980	7696	5904	22580	100

L'inventaire des Culicidae effectué dans la région de Tizi-Ouzou durant la période d'étude, nous a permis de recenser un effectif total égal à 22580 individus. *Cx. pipiens* s.l. est l'espèce la plus dominante avec un effectif total égal à 13728 individus, suivie de *Cs. longiareolata* avec 6763 individus. *Cx. hortensis* présente un effectif total plus ou moins élevé, il égal à 1055 individus, les autres espèces représentent des effectifs très faibles.

IV.3. - Critères d'identification

L'identification des moustiques est basée sur les critères morphologiques des larves et des adultes. Nous avons commencé par faire un lot séparant les Anophelinae des Culicinae. A l'état larvaire, cette opération est très facile, vu que les larves d'*Anopheles* sont dépourvues du siphon respiratoire, tandis qu'au stade adulte, le lot est compliqué s'il s'agit d'un mâle, par contre s'il s'agit d'une femelle, il suffit juste de comparer la longueur des palpes maxillaires par rapport au proboscis, ils sont très courts chez les Culicinae, alors qu'ils sont aussi longs que la trompe chez les Anophelinae (Fig.53).

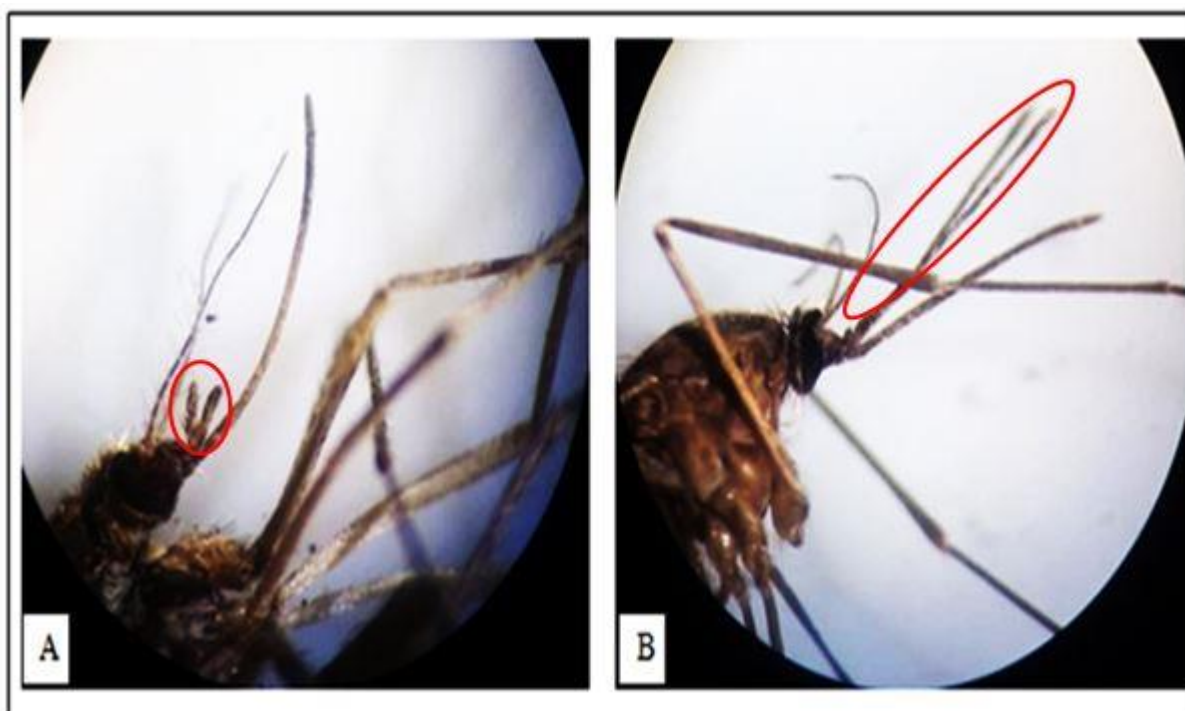


Figure 53 - Vue latérale des palpes maxillaires des femelles de Culicidae observés sous une loupe binoculaire (Gx 10) ; A : Culicinae, B : Anophelinae (Originale, 2022)

IV.3.1. - Complexe *Culex pipiens* s.l. (Linnaeus, 1758)

La distinction entre les sous-espèces de ce complexe par l'identification morphologique est impossible, car elles sont identiques morphologiquement. Pour caractériser

Culex pipiens pipiens de *Culex pipiens molestus*, l'identification moléculaire est demandée (Kothera et al. 2010 ; Amara Korba et al., 2016 ; Beji et al., 2017).

L'identification morphologique des larves du complexe *Cx. pipiens* s.l. (Fig. 54) est basée sur les critères suivant :

- La soie antennaire 3-A insérée à proximité de 4-A
- L'épine préclypéale 1-C mince et effilée à l'apex
- Présence de 2 à 5 branches de soies ventrales et d'une soie latérale 1-S du siphon
- L'épine subapicale du siphon 2-S est courte
- Présence de 8 dents ou plus de part et autre de la dent médiane du mentum
- Présence de 4 branches ou plus de la soie 5-C.

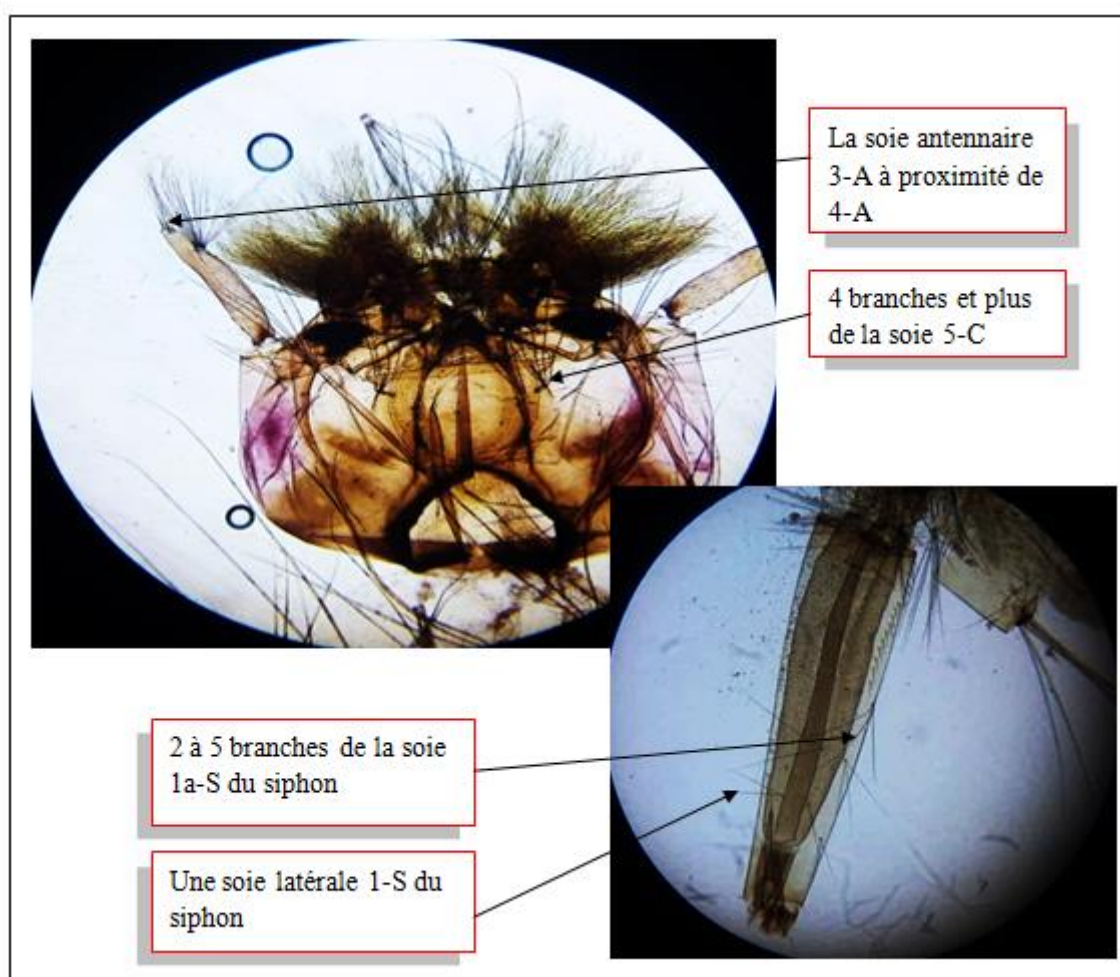


Figure 54 - Critères d'identification d'une larve de *Culex pipiens* s.l. observée sous un microscope optique (Gx 10) (Originale, 2022)

L'identification des adultes de *Cx. pipiens* s.l. (Fig. 55) est basée sur les critères suivants :

- Labium sans anneau ou avec un anneau diffus

- L'aire post-spiraculaire est sans écailles
- Sternopleure sans écailles préalaires
- Tibia entièrement sombre ou avec quelques écailles claires à l'apex
- Fémur avec des écailles claires et sombres mêlées
- Tarsomère 1 et nervure costale sont entièrement sombres
- La base de la fourche R2-R3 située avant l'apex de la sous-costale ou à son niveau
- Tergite III avec une bande antérieure claire.

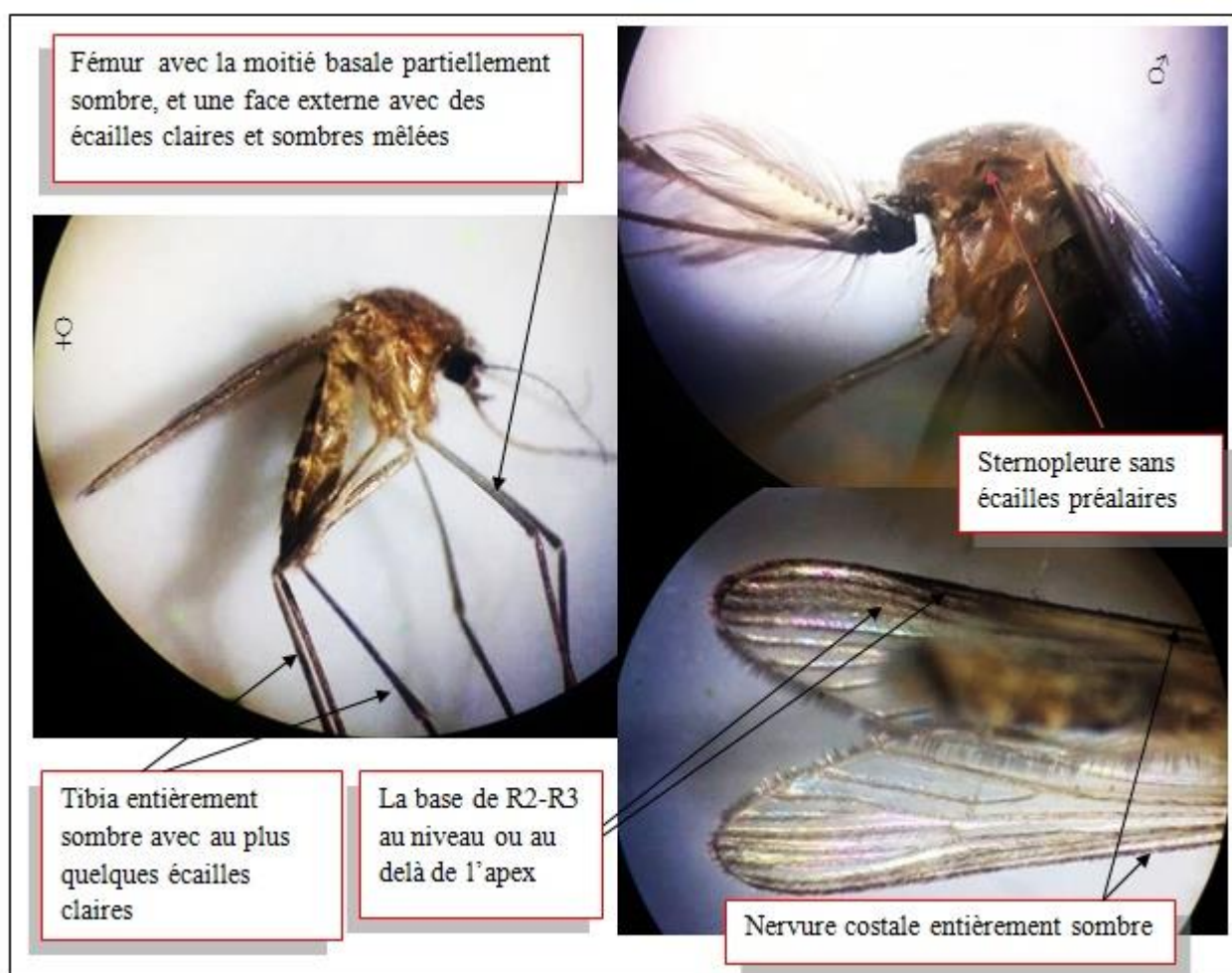


Figure 55 - Critères d'identification des adultes de *Culex pipiens* s.l. observés sous une loupe binoculaire (Gx 10) (Originale, 2022)

IV.3.2. - *Culex impudicus* (Ficalbi, 1889)

Les larves de *Cx. impudicus* (Fig. 56) sont très proches de celles de *Cx. territans* (Brunhes et al., 1999), nous distinguons les larves de *Cx. impudicus* par leurs touffes du siphon qui sont égales ou supérieures à la largeur du siphon (Rioux, 1958). Les larves de cette espèce se caractérisent par les critères suivants :

- La soie antennaire 3-A insérée à proximité de 4-A
- L'épine préclypéale 1-C épaisse jusqu'à l'apex
- Siphon long, d'un indice supérieur ou égal à 6, il possède uniquement des soies ventrales
- Présence de moins de 8 dents ou plus de part et autre de la dent médiane du mentum
- La soie 1a-S insérée au-delà de la dent distale du peigne du siphon.
- Épine subapicale 2-S du siphon est courte.

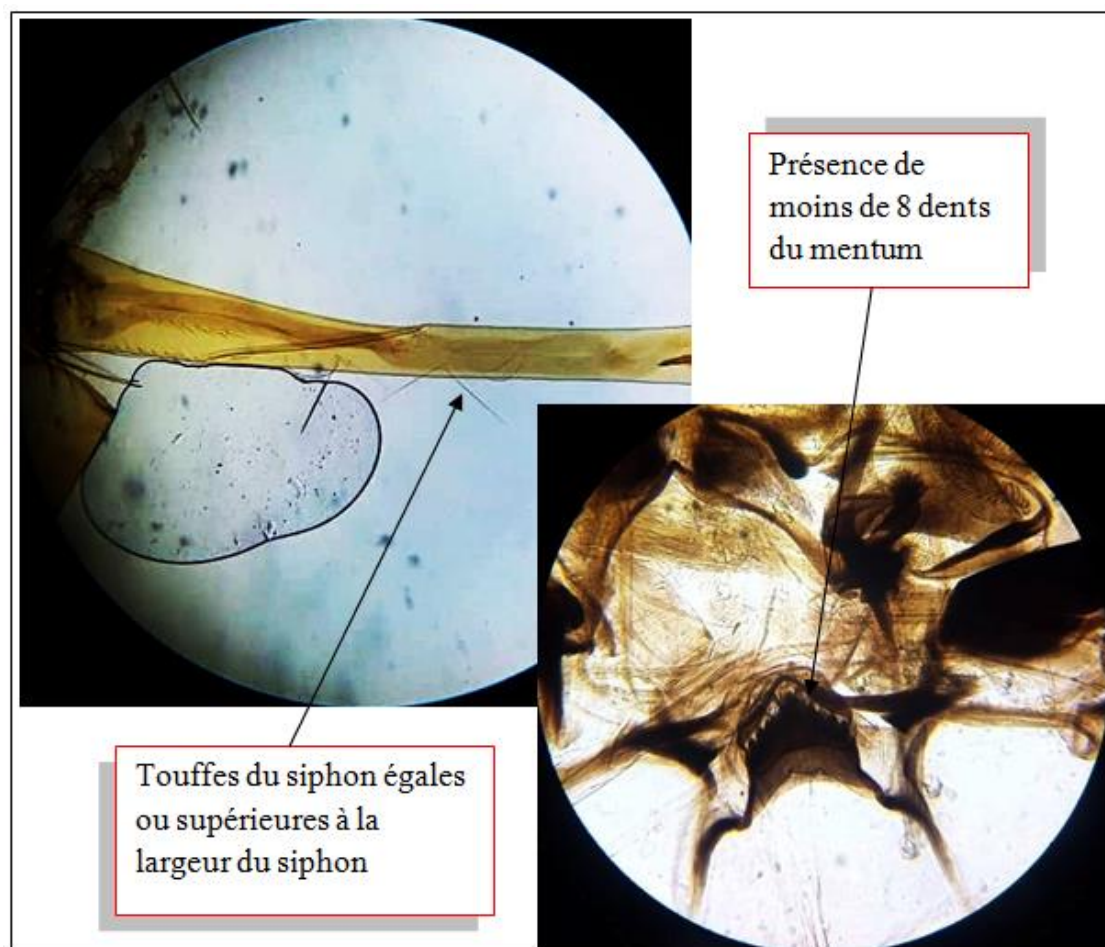


Figure 56 - Critères d'identification d'une larve de *Culex impudicus* observée sous un microscope optique (Gx 10/40) (Originale, 2022)

IV.3.3. - *Culex territans* (Walker, 1856)

Les larves de *Cx. territans* (Fig. 57) se caractérisent par des touffes du siphon très courtes, moins de la largeur du siphon (Rioux, 1958), nous distinguons les critères suivants :

- La soie antennaire 3-A insérée à proximité de 4-A
- Le nombre de dents du mentum est de 8 ou moins
- Forme du siphon à bord concave, il présente uniquement des soies ventrales

- Épine subapicale 2-S du siphon est courte
- Présence de 2 branches de la soie caudale 1-X.

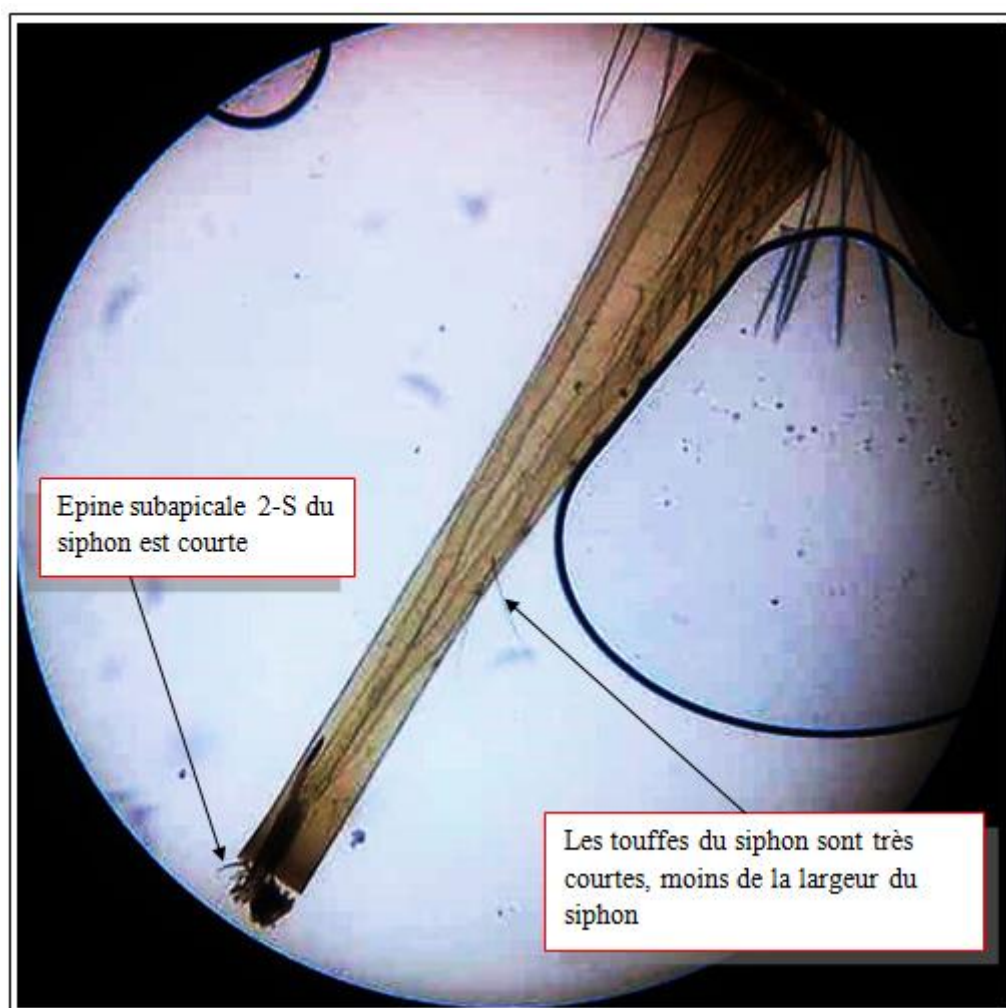


Figure 57 - Critères d'identification d'une larve de *Culex territans* observée sous un microscope optique (Gx 10) (Originale, 2022)

Les adultes de *Cx. territans* (Fig. 58) se caractérisent par les critères suivants :

- L'aire post-spiraculaire est sans écailles
- Tibia sombre avec seulement un anneau apical clair
- Fémur avec une moitié basale partiellement sombre
- Tarsomère 1 et nervure costale sont entièrement sombres
- La base de R2-R3 est antérieure à l'apex de la sous-costale
- Tergite III avec une bande postérieure d'écailles claires.

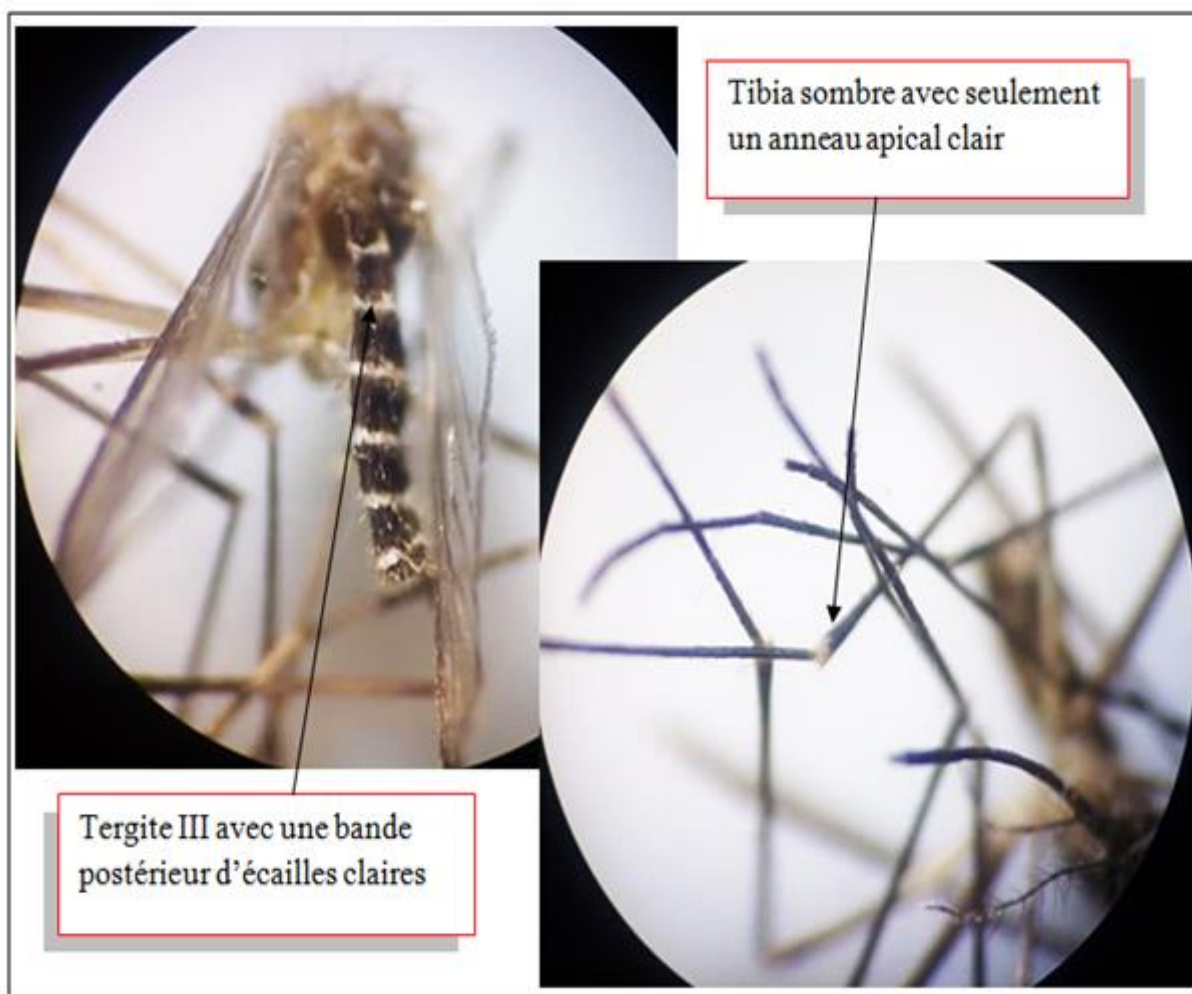


Figure 58 - Critères d'identification d'un adulte femelle de *Culex territans* observé sous une loupe binoculaire (Gx 10) (Originale, 2022)

IV.3.4. - *Culex perexiguus* (Theobald, 1901)

Les adultes de cette espèce ne sont pas trouvés dans notre étude. L'identification des larves appartenant à *Cx. perexiguus* (Fig. 59) est basée sur les critères suivants :

- 3 à 5 denticules basaux de la dent distale du peigne siphonal
- La soie 1a-S est plus petite ou égale au diamètre du siphon
- Épine subapicale 2-S du siphon est courte
- Présence de 2 soies latérales dans le siphon
- Le nombre de dents du mentum est de 8 ou moins
- L'épine préclypéale 1-C est épaisse jusqu'à l'apex.

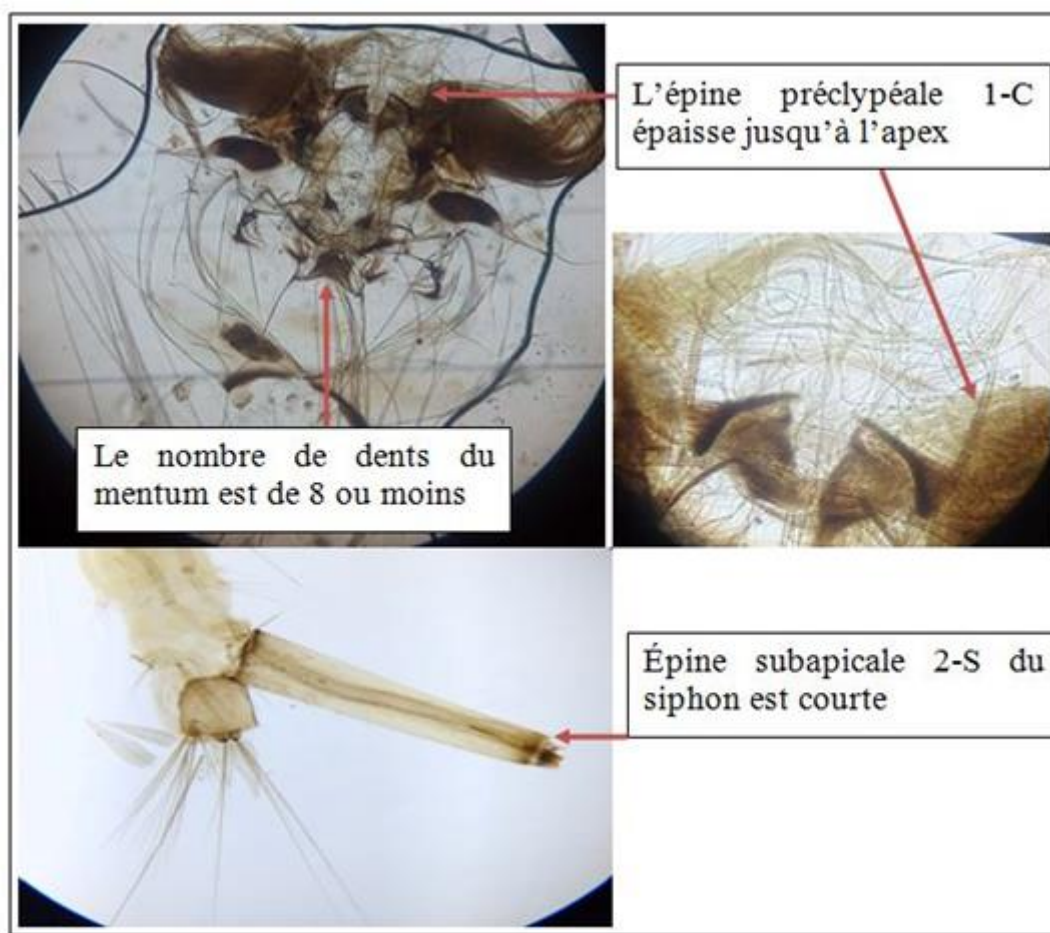


Figure 59 - Critères d'identification d'une larve de *Culex perexiguus* observée sous un microscope optique (Gx 10/40) (Originale, 2022)

IV.3.5. - *Culex hortensis* (Ficalbi, 1889)

L'identification des larves de *Cx. hortensis* (Fig. 60) est basée sur les critères suivants :

- L'épine préclypéale 1-C est épaisse jusqu'à l'apex
- 2 branches des soies 5 et 6-C
- Le nombre de dents du mentum est de 8 ou moins
- Les écailles du 8^{ème} segment sont toutes sans épine médiane
- Indice du siphon long et mince, supérieur ou égal à 6
- L'épine subapicale 2-S du siphon est longue et crochue
- Les papilles sont allongées, de forme lancéolée.

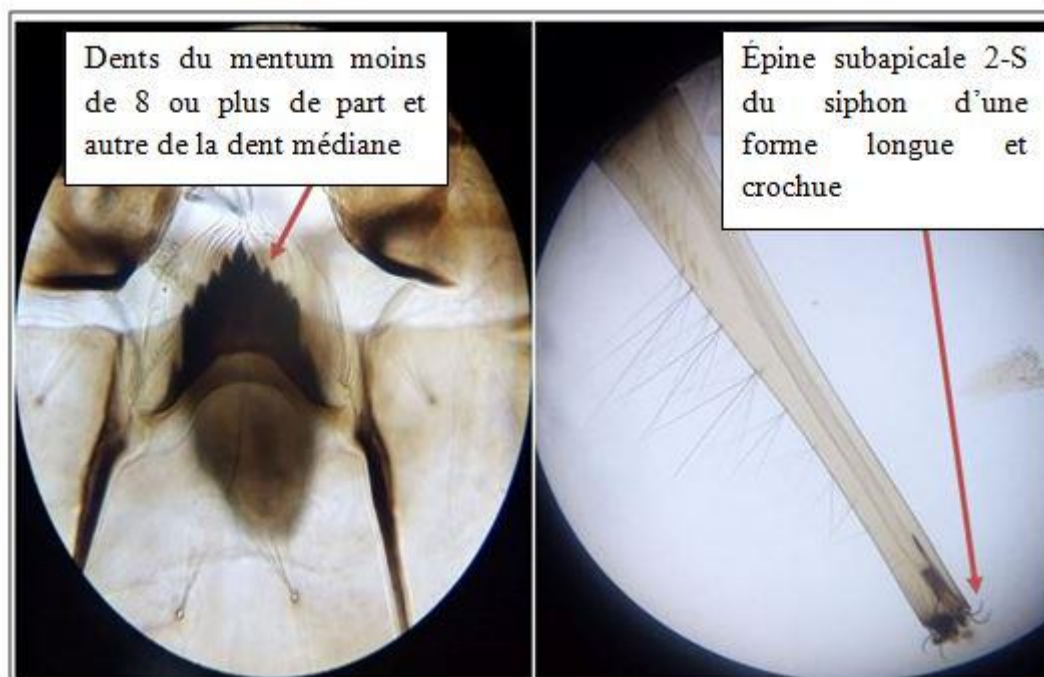


Figure 60 - Critères d'identification d'une larve de *Culex hortensis* observée sous un microscope optique (Gx 40) (Originale, 2022)

L'identification des adultes de *Cx. hortensis* (Fig. 61) est basée sur les critères suivants :

- Présence d'une soie mésémipérale inférieure
- L'aire post-spiraculaire avec écailles
- Sternopleure avec écailles pré-alaires
- Tibia sombre avec seulement un anneau apical clair
- Fémur avec des écailles claires et sombre mêlées, avec la moitié basale partiellement sombre
- Nervure costale et tarsomère 1 sont entièrement sombres
- La base de la fourche R2-R3 située avant l'apex de la sous-costale ou à son niveau
- Tergite III avec une bande postérieure prolongée à l'avant par un triangle médian.

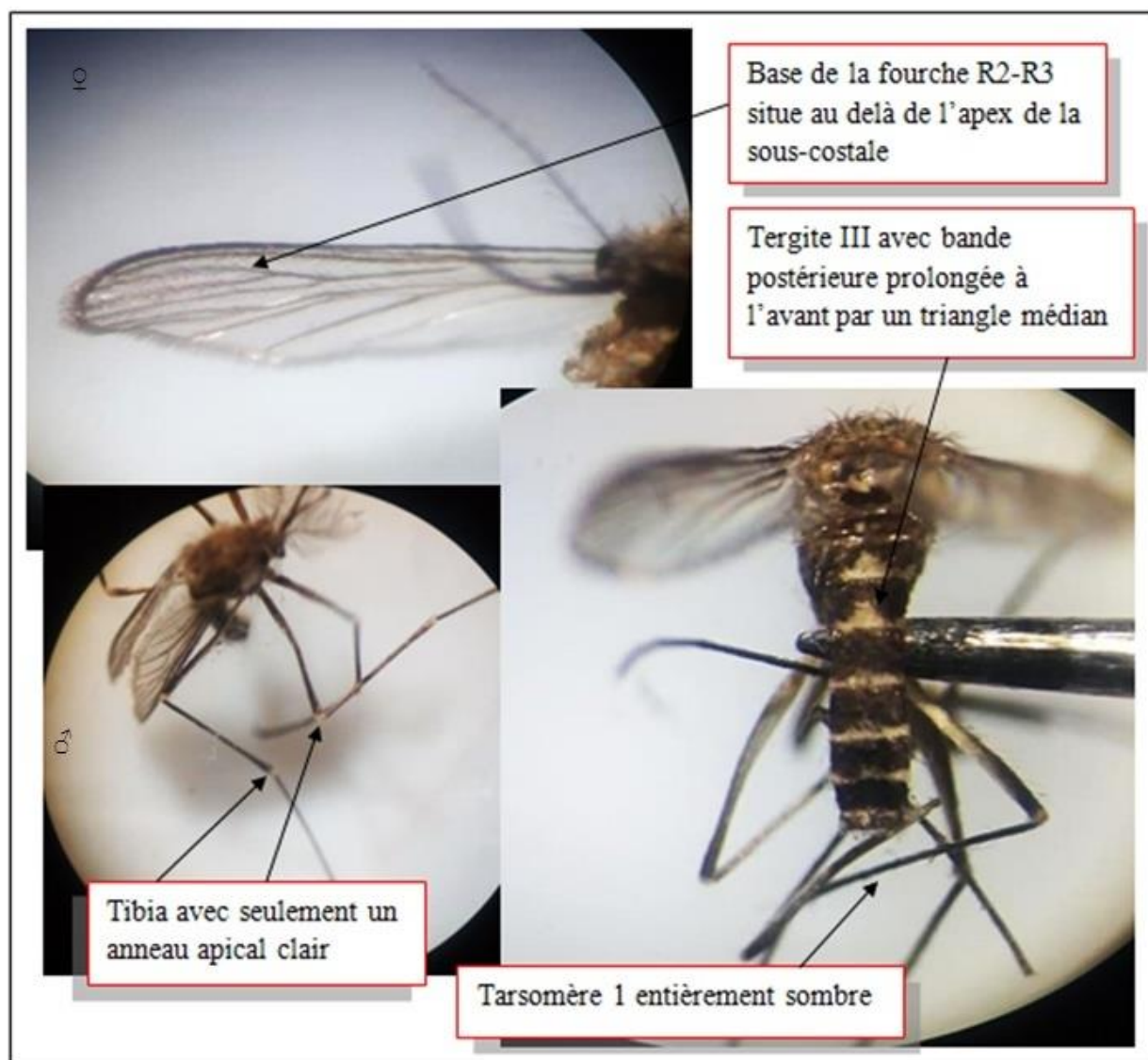


Figure 61 - Critères d'identification des adultes de *Culex hortensis* observés sous une loupe binoculaire (Gx 10/40) (Originale, 2022)

IV.3.6. - *Culex theileri* (Theobald, 1903)

Les adultes de *Cx. theileri* ne sont pas trouvés dans notre étude, tandis que les larves (Fig. 62) se caractérisent par les critères suivants :

- Une soie antennaire 3-A située à proximité de 4-A
- Mentum avec moins de 8 dents de part et autre de la dent médiane
- Écailles du 8^{ème} segment possèdent toutes une épine médiane
- Épine subapicale 2-S du siphon est courte
- Soie 1a-S située au-delà du peigne siphonique.

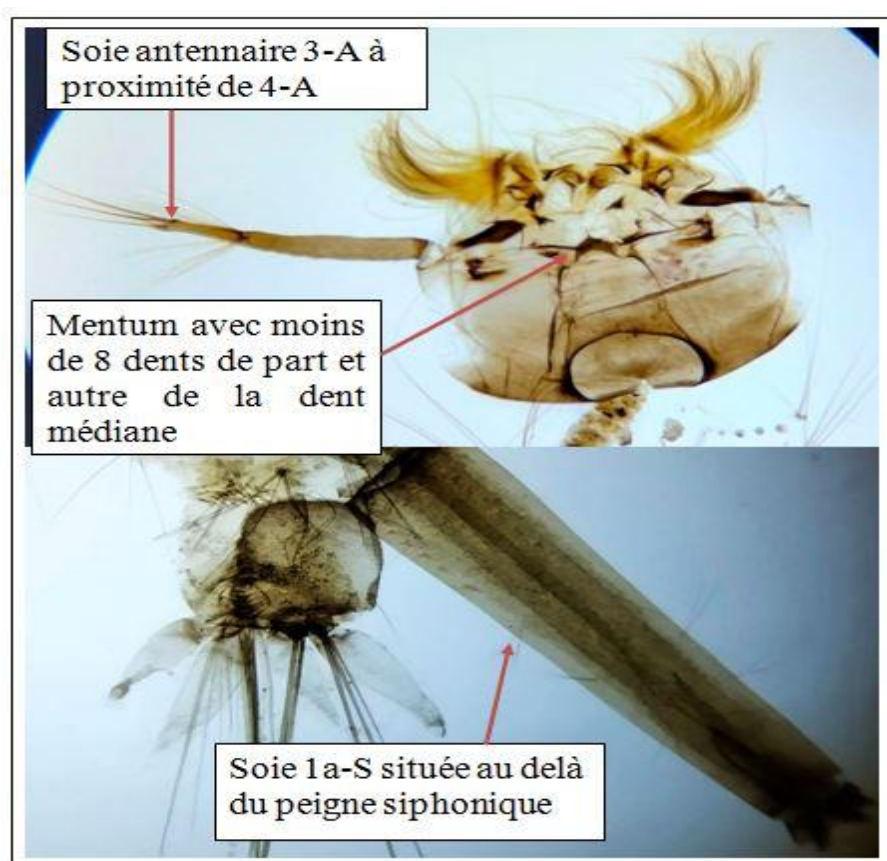


Figure 62 - Critères d'identification d'une larve de *Culex theileri* observée sous un microscope optique (Gx 10) (Originale, 2022)

IV.3.7. - *Culex laticinctus* (Edwards, 1913)

Les larves de *Cx. laticinctus* (Fig. 63) se caractérisent par les critères suivants :

- Une soie antennaire 3-A située à proximité de la 4-A
- Épine préclypéale 1-C épaisse jusqu'à l'apex
- Écailles du 8^{ème} segment sont dépourvues d'épine médiane
- Siphon à bord droit avec un indice de 3 à 4,5
- Soie 1a-S possède 6 branches ou plus située en avant de la dent distale du peigne siphonique
- Épine subapicale 2-S du siphon est courte.

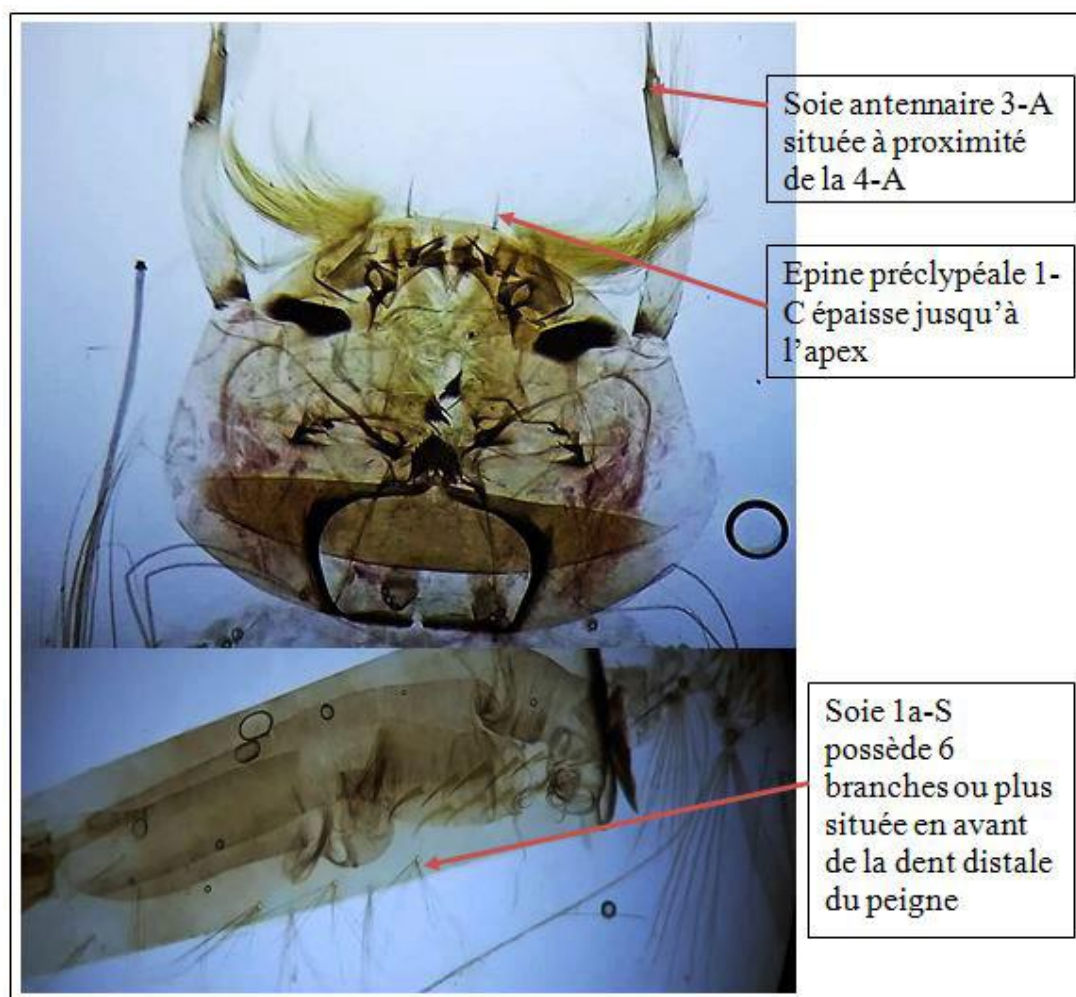


Figure 63 - Critères d'identification d'une larve de *Culex laticinctus* observée sous un microscope optique (Gx 10) (Originale, 2022)

IV.3.8. - *Culex mimeticus* (Noè, 1899)

Les larves de *Cx. mimeticus* (Fig. 64) se caractérisent par les critères suivants :

- La soie antennaire 3-A est éloignée de 4-A
- L'épine préclypéale 1-C épaisse jusqu'à l'apex
- Les écailles du 8^{ème} segment possèdent toutes une épine médiane
- La soie 1a-S est plus longue que le diamètre du siphon
- L'épine subapicale 2-S du siphon peut être longue, droite ou courbe.

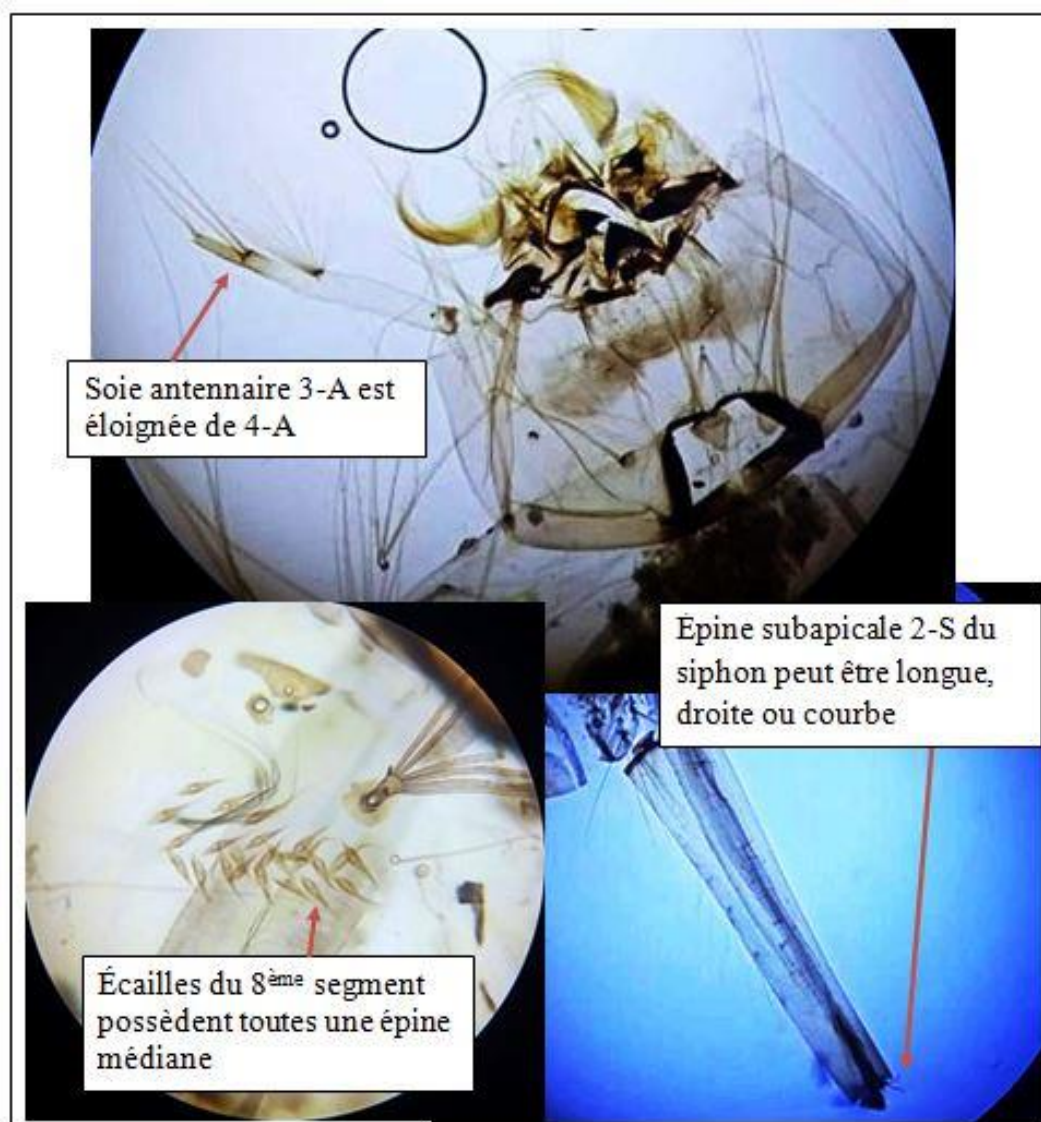


Figure 64 - Critères d'identification d'une larve de *Culex mimeticus* observée sous un microscope optique (Gx 10/40) (Originale, 2022)

Les adultes de *Cx. mimeticus* (Fig. 65) se caractérisent par :

- Un labium avec un anneau clair médian bien délimité
- Tibia possède une bande longitudinale claire
- Tarsomère 1 présente au moins un anneau apical clair
- Présence de 3 taches claires sur le bord costal de l'aile.

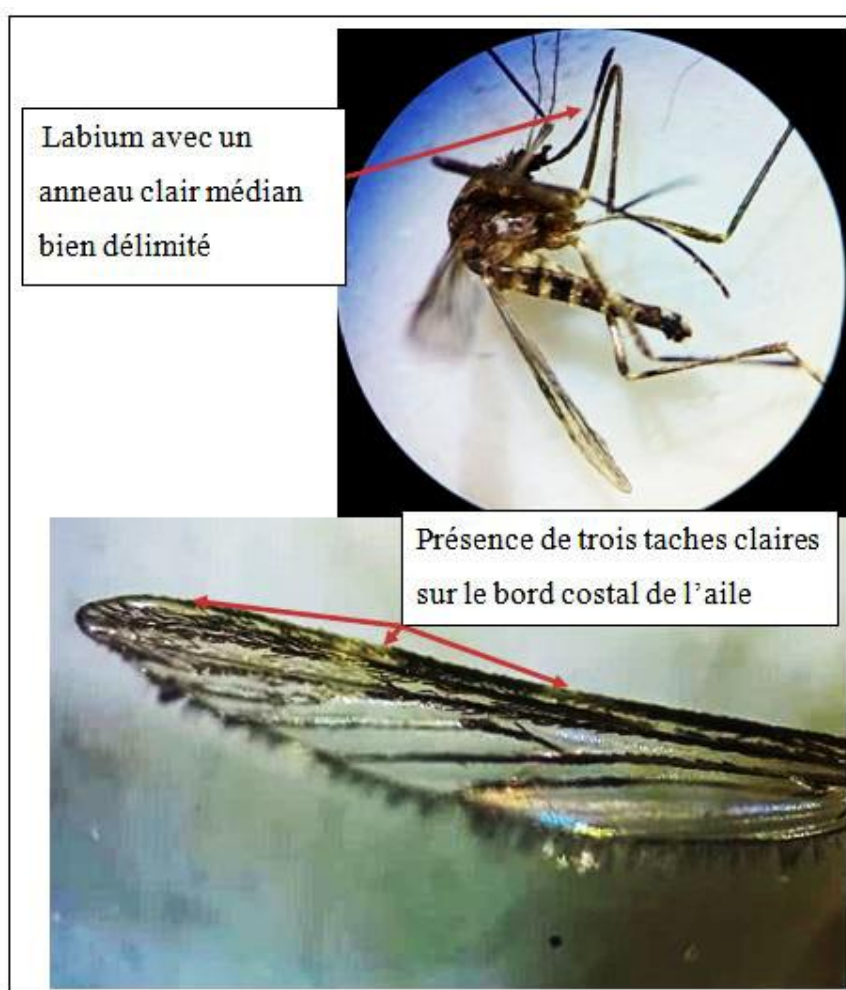


Figure 65 - Critères d'identification d'un adulte de *Culex mimeticus* observé sous une loupe binoculaire (Gx 10/40) (Originale, 2022)

IV.3.9. - *Culex deserticola* (Kirkpatrick, 1924)

Les adultes de *Cx. deserticola* ne sont pas trouvés dans notre étude, tandis que les larves (Fig. 66) se caractérisent par les critères suivants :

- Présence de 2 branches dans la soie caudale 1-X
- Épine subapicale 2-S du siphon d'une forme longue, droite, courbe ou même crochue
- Indice du siphon entre 4.6 à 5.9
- Le nombre de dents du mentum est de 8 ou moins
- L'épine préclypéale 1-C épaisse jusqu'à l'apex
- Écailles du 8^{ème} segment sont toutes sans épine médiane
- Papilles courtes et ovulaires n'atteignant pas la longueur du segment anal.

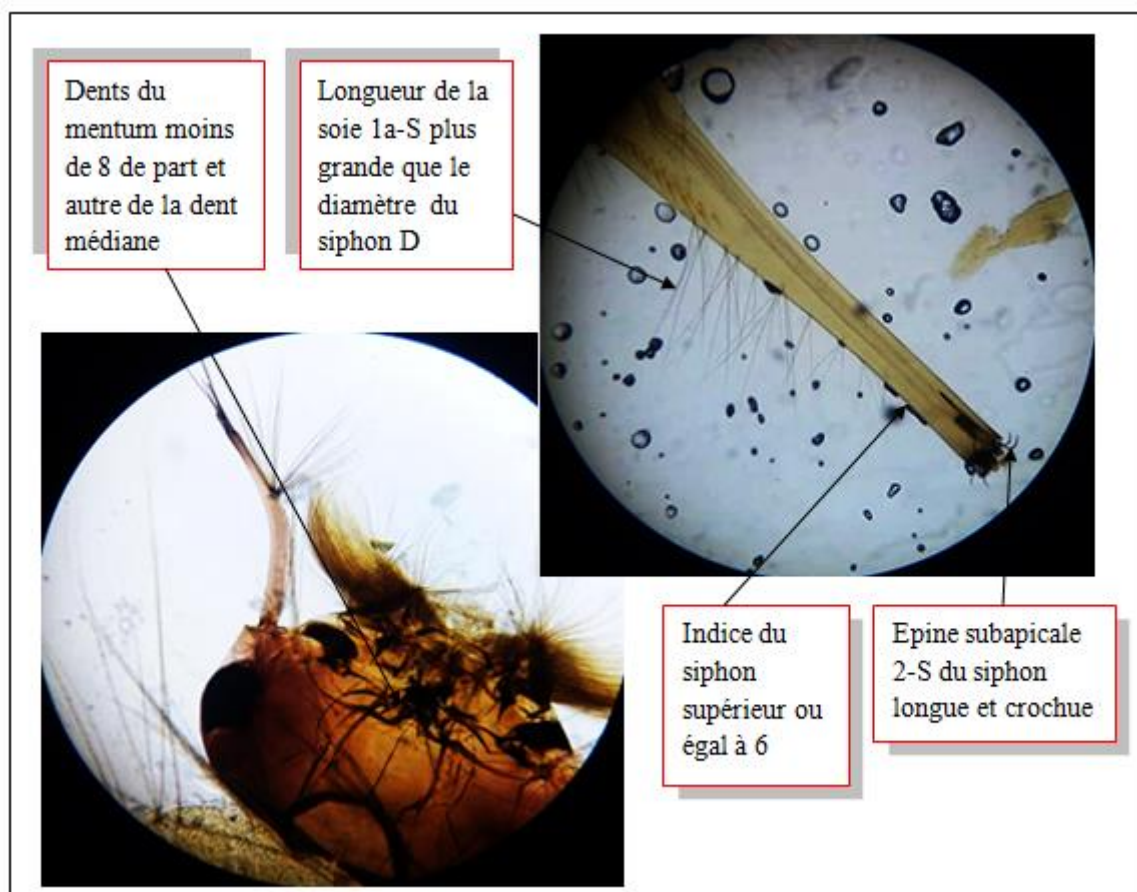


Figure 66 - Critères d'identification d'une larve de *Culex deserticola* observée sous un microscope optique (Gx 10) (Originale, 2022)

IV.3.10. - *Culex quinquefasciatus* (Say, 1823)

Les larves de *Cx. quinquefasciatus* ne sont pas trouvées dans notre étude, tandis que les adultes (Fig. 67) de cette sous espèce sont très proche aux adultes appartenant au complexe *Cx. pipiens*, ils se caractérisent par la base de la fourche R2-R3 qui se situe au-delà de l'apex de la sous-costale, alors qu'elle se situe en avant de l'apex de la sous-costale ou à son niveau chez *Cx. pipiens* s.l. L'espèce *Cx. quinquefasciatus* est considérée comme une sous-espèce du complexe *Cx. pipiens* s.l. selon plusieurs auteurs, notamment Subra (1981), Joyce et *al.* (2018), Nchoutpouen et *al.* (2019) et Aardema et *al.* (2020), alors qu'elle est considérée comme une espèce complètement différente par Brunhes et *al.* (1999, 2000), Negi & Verma (2018), Lopes et *al.* (2019) et Attaullah et *al.* (2021).

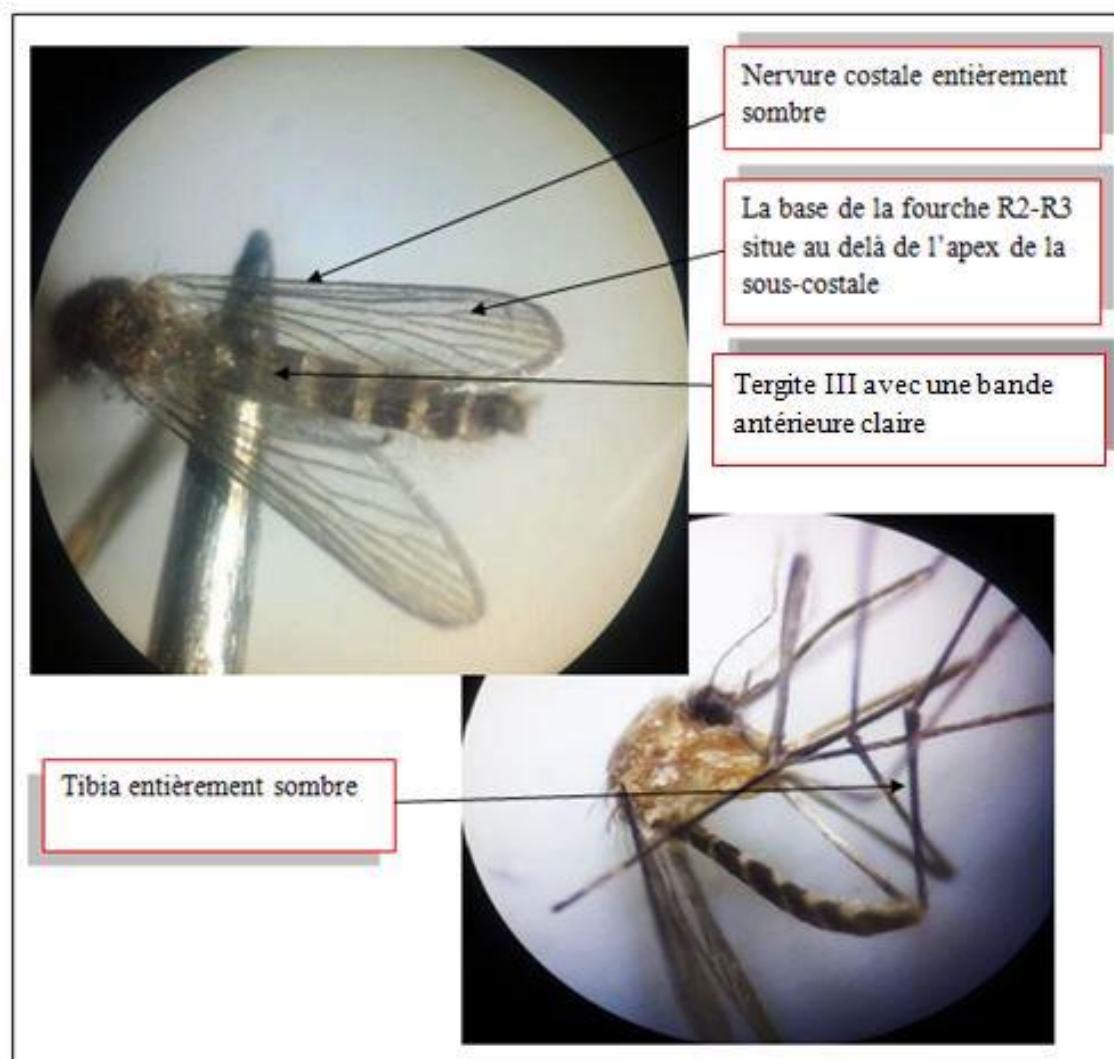


Figure 67 - Critères d'identification d'un adulte femelle de *Culex quinquefasciatus* observé sous une loupe binoculaire (Gx 10) (Originale, 2022)

IV.3.11. - *Culex simpsoni* (Theobald, 1905)

Les larves de *Cx. simpsoni* ne sont pas trouvées dans notre étude, tandis que les adultes (Fig. 68) se caractérisent par les critères suivants :

- Labium sans anneau ou avec un anneau diffus
- L'aire post-spiraculaire présente des écailles
- Sternopleure présente des écailles pré-alaires
- Tibia avec seulement un anneau apical clair ou avec une bande longitudinale claire
- Fémur avec des écailles claires et sombres mêlées et la moitié basale est partiellement sombre
- Le tarsomère 1 et la nervure costale sont entièrement sombres
- La base de la fourche R2-R3 est située au-delà de l'apex de la sous-costale
- Tergite III avec une bande antérieure claire.

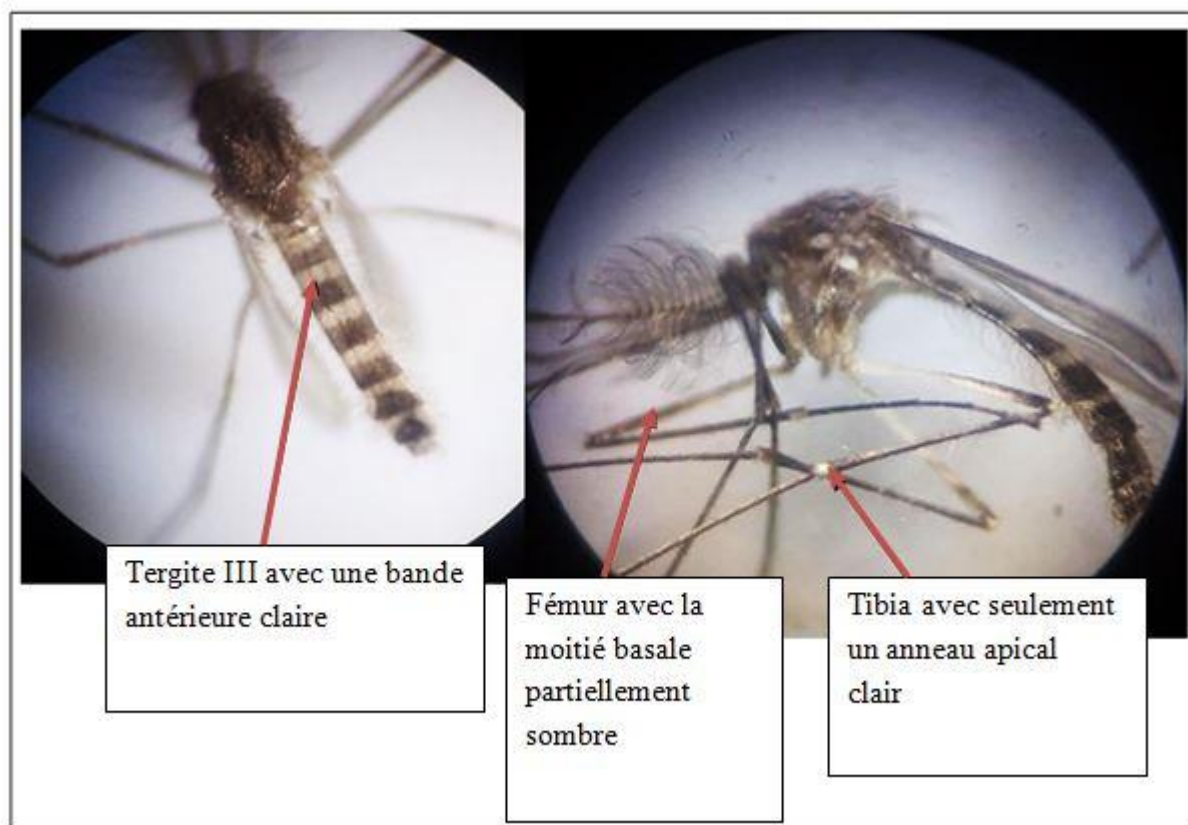


Figure 68 - Critères d'identification d'un adulte mâle de *Culex simpsoni* observé sous une loupe binoculaire (Gx 10) (Originale, 2022)

IV.3.12. - *Culiseta longiareolata* (Macquart, 1838)

L'identification des larves de *Cs. longiareolata* (Fig. 69) est basée sur les critères suivants :

- Antennes lisses et courtes, 1-A peu visible
- Siphon court et trapu $L/1 \leq 2$
- Peigne du siphon dépasse la moitié du siphon
- Suture hypostomale est complète ou nettement marquée.

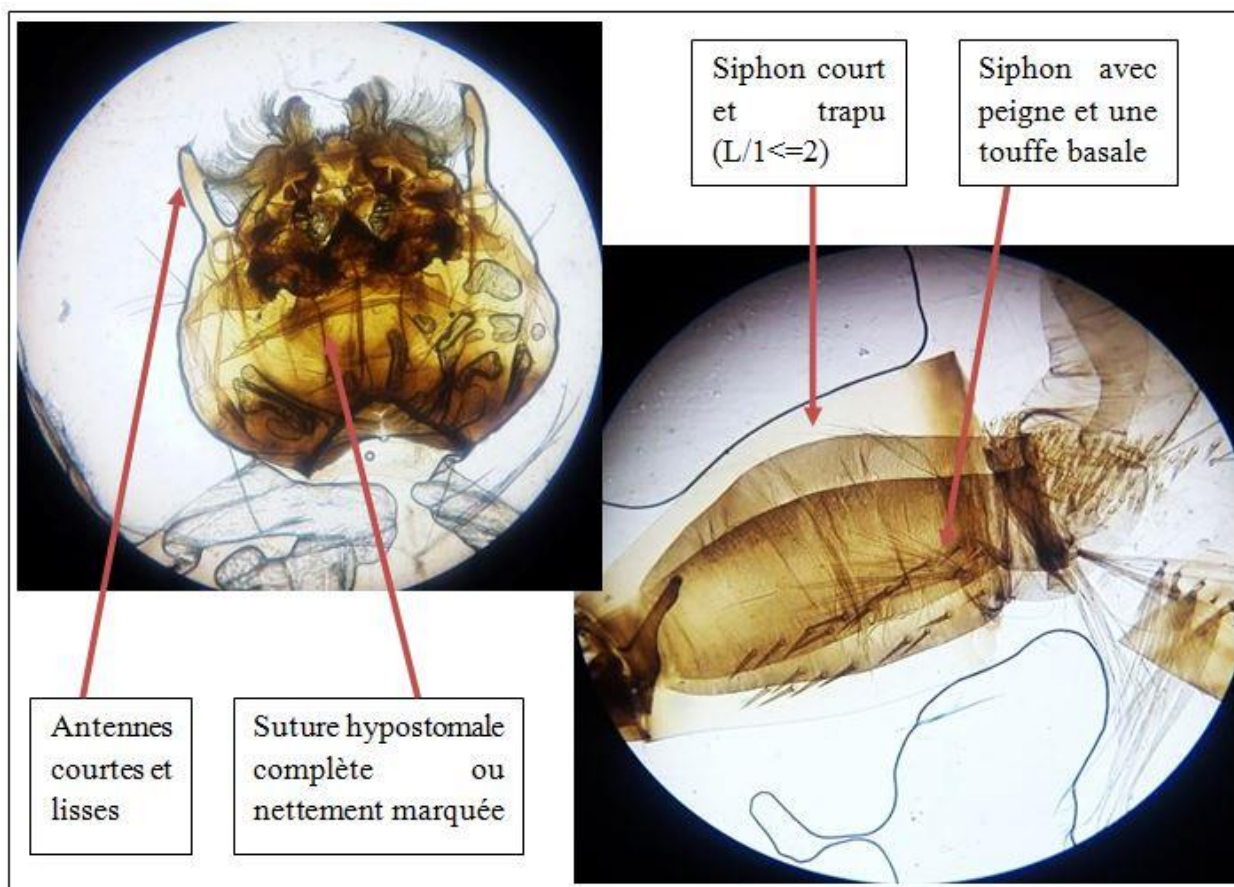


Figure 69 - Critères d'identification d'une larve de *Culiseta longiareolata* observée sous un microscope optique (Gx 10) (Originale, 2022)

L'identification des adultes appartenant à *Cs. longiareolata* (Fig. 70) est basée sur les critères suivants :

- Présence au moins d'une tache d'écailles sombres sur l'aile
- Scutum avec 3 bandes longitudinales
- Fémur avec des alignements de taches blanches du 1/3 distal
- Tarsomère 1 présente des lignes longitudinales claires
- Tarsomère 4 clair à la base
- Présence d'une bande basale claire et un semis d'écailles claires dans les tergites III à V.

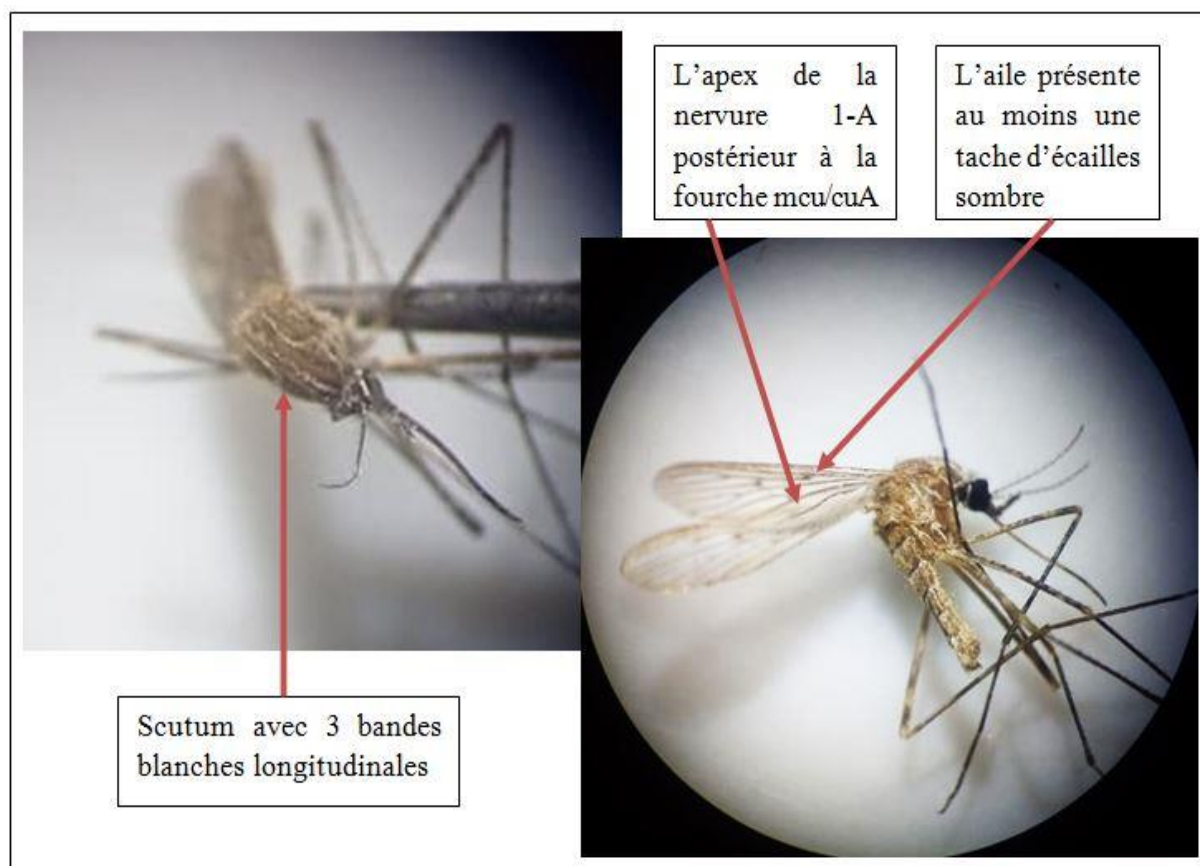


Figure 70 - Critères d'identification d'un adulte femelle de *Culiseta longiareolata* observé sous une loupe binoculaire (Gx 10) (Originale, 2022)

IV.3.13. - *Culiseta subochrea* (Edwards, 1921)

L'adulte de *Cs. subochrea* n'est pas trouvé dans notre étude. Les larves de cette espèce sont difficiles à distinguer de celles de *Cs. annulata*, la confusion entre les deux espèces est possible. L'écartement entre les soies postclypéales et les soies frontoclypéales est le seul moyen de distinguer entre les deux espèces, il est plus petit chez *Cs. subochrea*. Les larves de cette dernière (Fig. 71) se caractérisent par les critères suivants :

- Antennes courtes et nettement spéculées
- Soie antennaire 1-A peu visible
- Siphon d'une taille moyenne ($2 < L/1 > + 3$)
- Peigne du siphon dépasse la moitié du siphon.

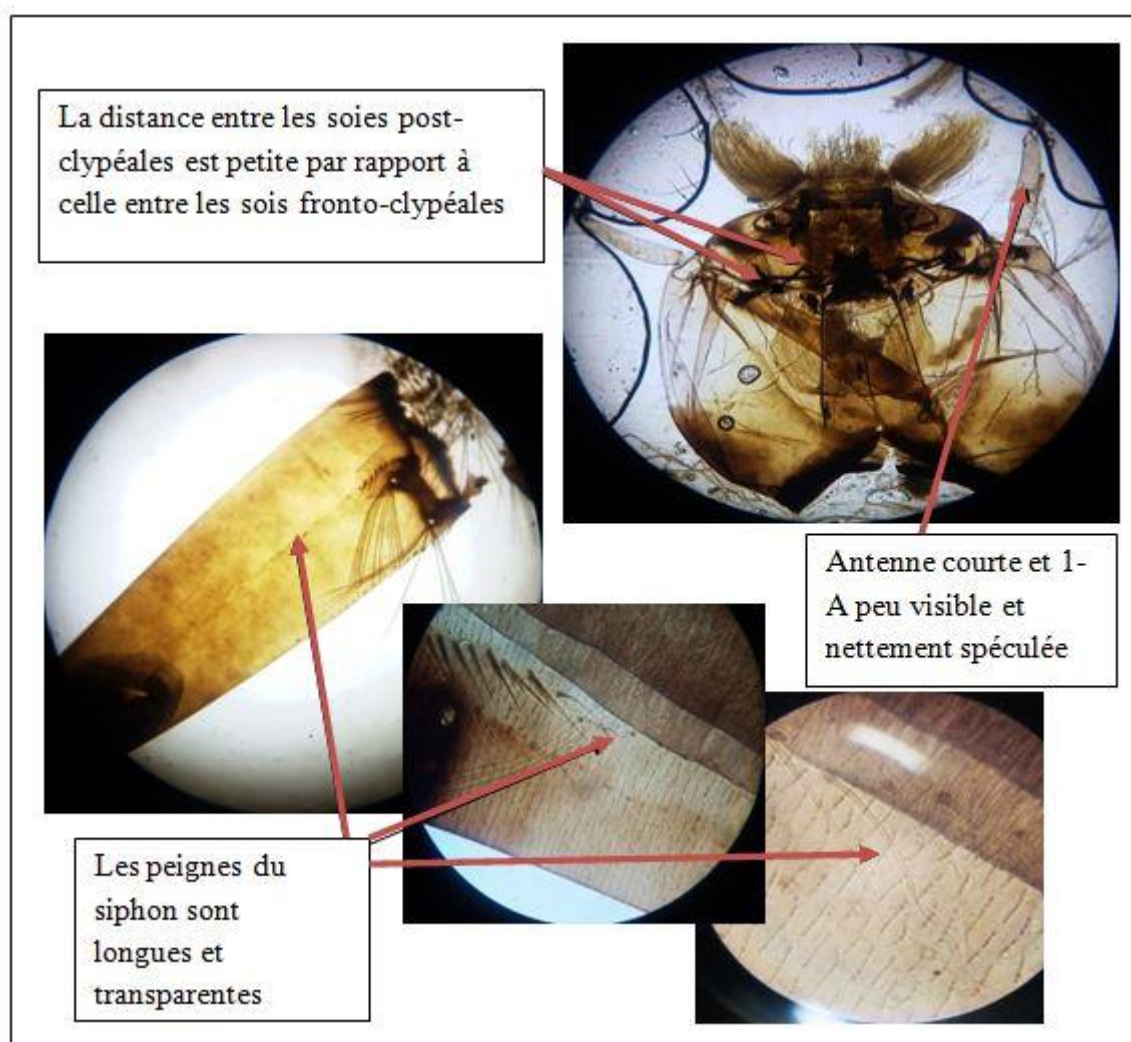


Figure 71 - Critères d'identification d'une larve de *Culiseta subochrea* observée sous un microscope optique (Gx 10/100) (Originale, 2022)

IV.3.14. - *Uranotaenia unguiculata* (Edwards, 1913)

L'identification des larves d'*Ur. unguiculata* (Fig. 72) est basée sur les critères suivants :

- Plaque abdominale présente seulement sur le 8^{ème} segment abdominal
- Antenne courte (L=1/4 de la longueur de la tête)
- Présence de soies céphaliques 5 et 6-C, fines et souples.

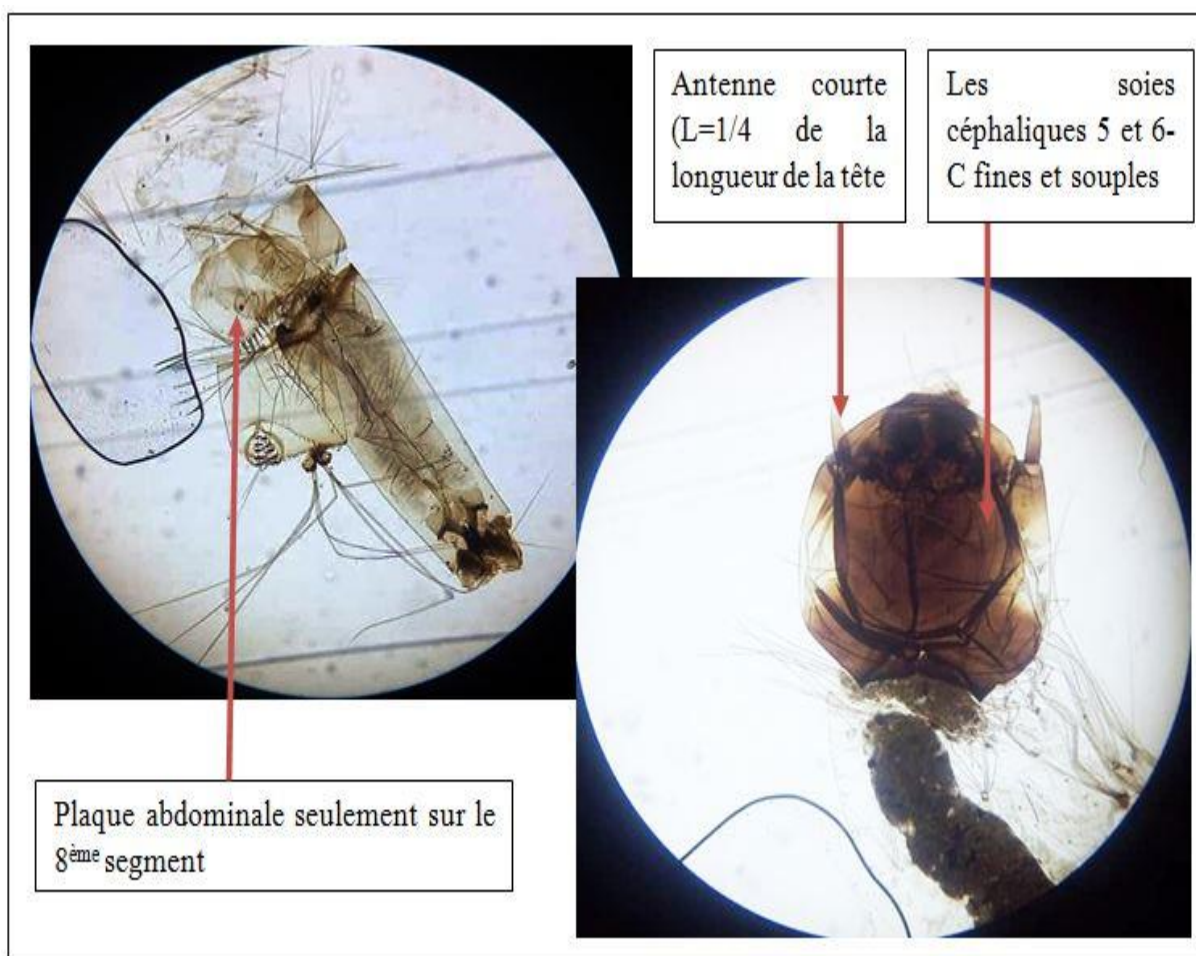


Figure 72 - Critères d'identification d'une larve d'*Uranotaenia unguiculata* observée sous un microscope optique (Gx 10) (Originale, 2022)

L'identification des adultes appartenant à *Ur. unguiculata* (Fig. 73) est basée sur les critères suivants :

- La fourche R2/R3 plus courte que la hampe R2+R3
- Tarsomère 4 égale ou supérieur au tarsomère 5
- Nervure 1-A antérieure à la fourche mcu/cuA
- La bande d'écailles blanches supra-alaires occupe tout le bord du scutum.

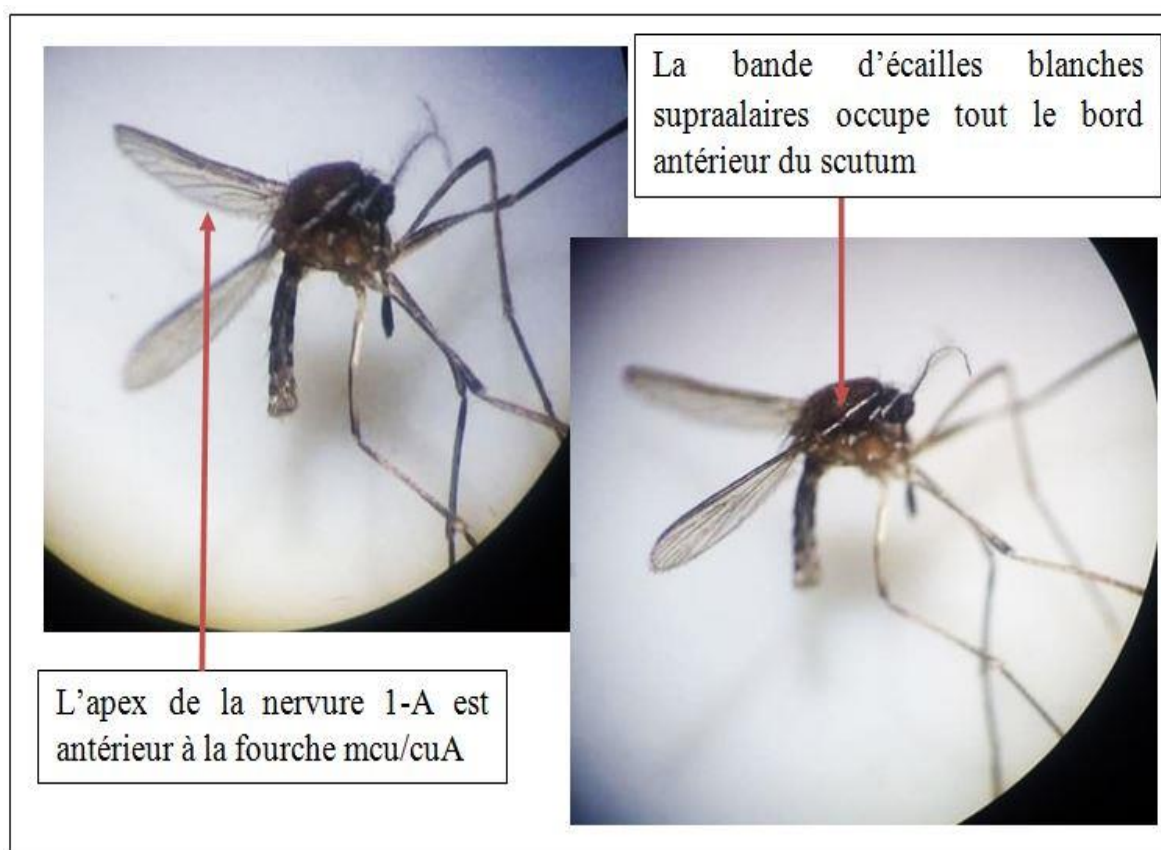


Figure 73 - Critères d'identification d'un adulte femelle d'*Uranotaenia unguiculata* observé sous une loupe binoculaire (Gx 10) (Originale, 2022)

IV.3.15. - *Aedes berlandi* (Seguy, 1921)

Les larves d'*Ae. berlandi* ne sont pas trouvées dans notre étude, nous avons capturé uniquement un adulte, ce dernier (Fig. 74) se caractérise par les critères suivants :

- Proboscis est entièrement sombre
- Palpes sombres à la base et clairs à l'apex
- Tarsomère 1 et 2 et tibia sont blancs à l'apex et sombre à la base
- Tarsomère 5 est entièrement blanc
- Tergite IV possède une bande basale claire.

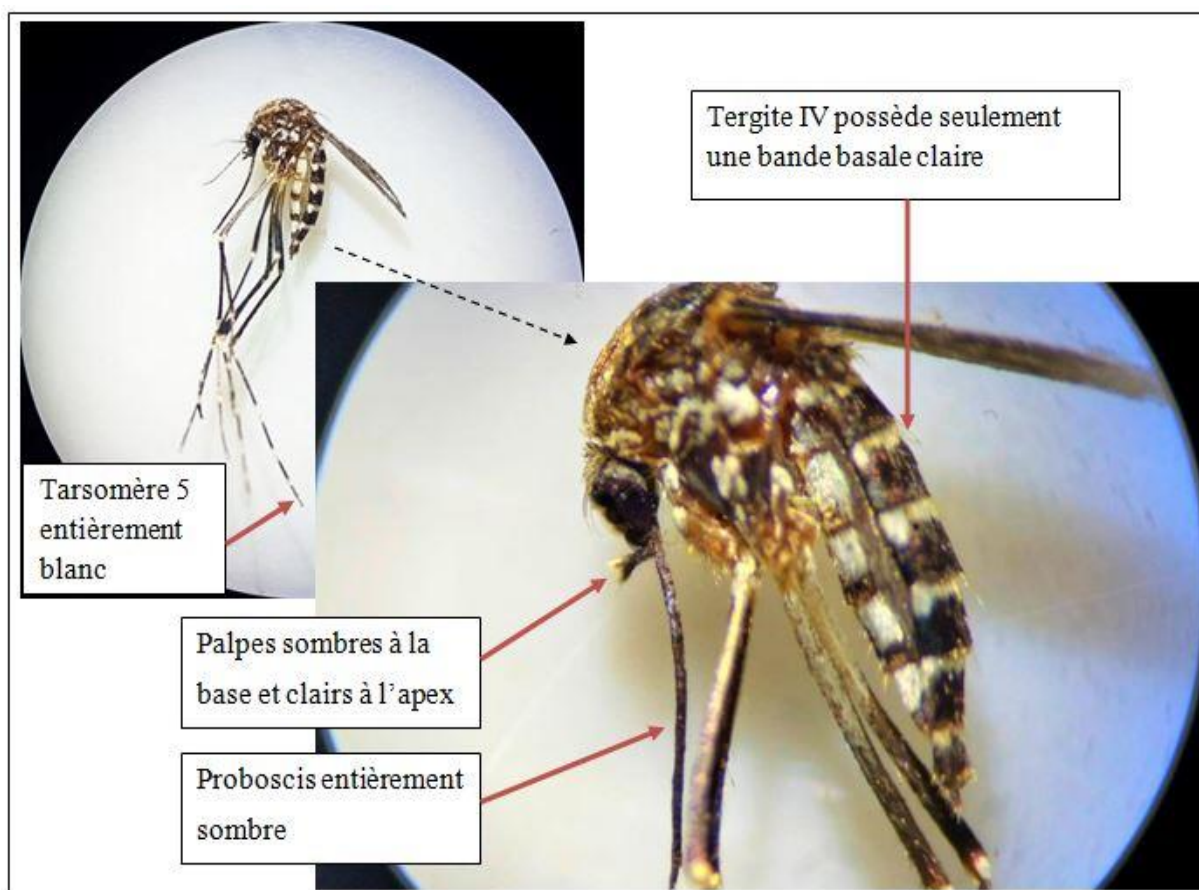


Figure 74 - Critères d'identification d'un adulte femelle d'*Aedes berlandi* observé sous une loupe binoculaire (Gx 0,1/10) (Originale, 2022)

IV.3.16. - *Aedes geniculatus* (Olivier, 1791)

Les larves d'*Ae. geniculatus* (Fig. 75) se caractérisent par les critères suivants :

- Tégument de l'antenne lisse ou très faiblement spiculé
- Présence de 1 ou 2 branches de la soie antennaire 1-A sur la moitié apicale
- Les soies 6-I à 6-VII épaisses, rigides et formées de moins de 6 branches
- Le peigne du segment VIII disposé sur une ligne
- Siphon court ($a/b \leq 3$) ou moyen ($3 < a/b \leq 4$), sans soies dorsales
- Absence de dents nettement isolées dans le siphon
- Les dents du peigne du siphon en forme d'épines
- Présence de spicules au bord apicodistal du segment X.

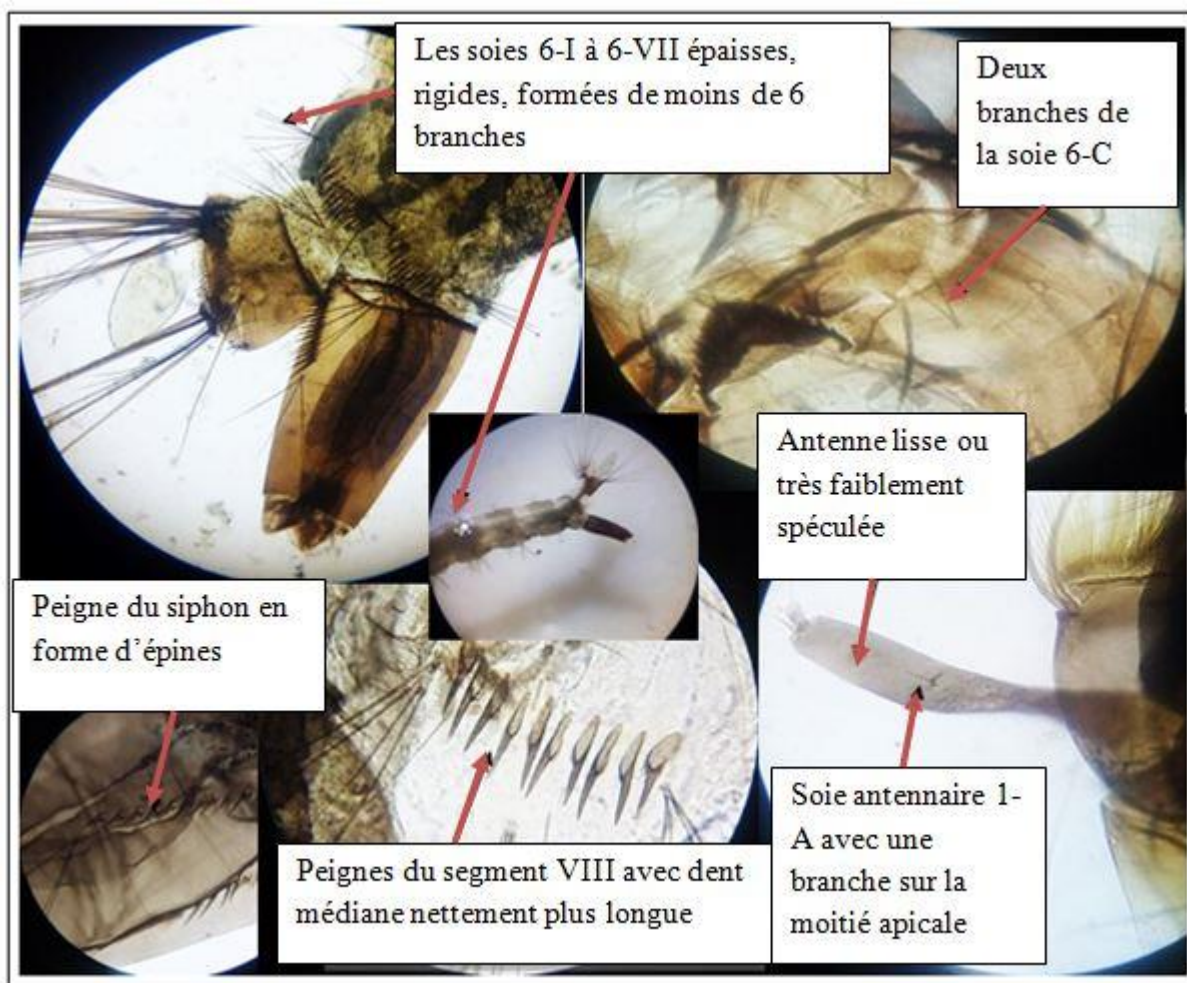


Figure 75 - Critères d'identification d'une larve d'*Aedes geniculatus* observée sous un microscope optique (Gx 10/100) (Originale, 2022)

Les adultes d'*Ae. geniculatus* (Fig. 76) ne peuvent pas être distingués à coup de ceux d'*Ae. echinus*, la confirmation est faite selon les larves trouvées, l'adulte se caractérise par les critères suivants :

- Tergite IV avec des taches blanches latérales
- Scutum avec des bandes continues et des écailles jaunes et noires
- Palpe entièrement sombre
- Proboscis entièrement sombre
- Tibia entièrement noir
- Tarsomères 1, 2 et 5 entièrement noirs.

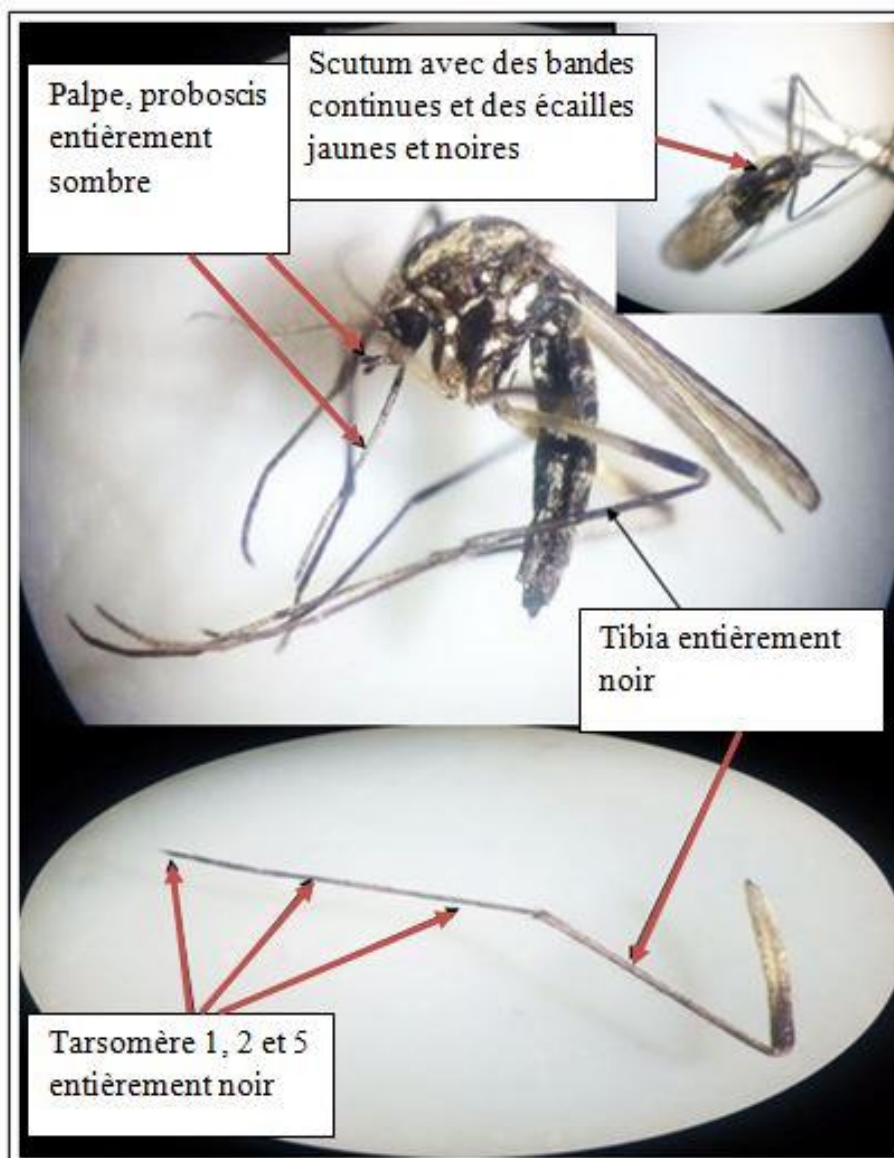


Figure 76 - Critères d'identification d'un adulte femelle d'*Aedes geniculatus* observé sous une loupe binoculaire (Gx 10) (Originale, 2022)

IV.3.17. - *Aedes albopictus* (Skuse, 1894)

Les larves d'*Ae. albopictus* ne sont pas trouvées dans notre étude, nous avons capturé uniquement des adultes (Fig. 77), ces derniers se caractérisent par les critères suivants:

- Proboscis entièrement sombre
- Palpes maxillaires sombres à la base et clairs à l'apex
- Tarsomère 1 est blanc à la base
- Tibia est entièrement sombre
- Tarsomère 5 est entièrement blanc
- Scutum présente une bande blanche longitudinale.

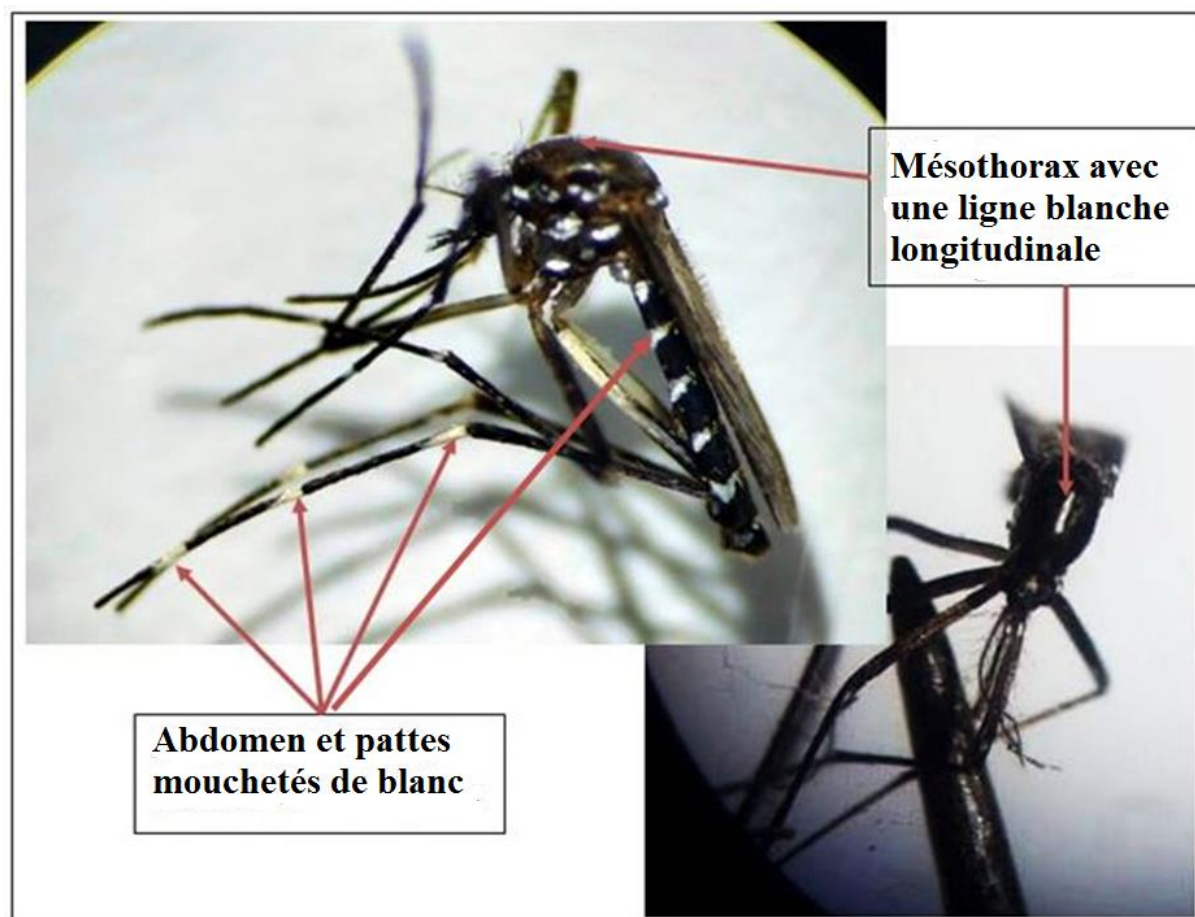


Figure 77 - Critères d'identification d'un adulte femelle d'*Aedes albopictus* observé sous une loupe binoculaire (Gx 10) (Originale, 2022)

IV.3.18. - *Aedes caspius* (Pallas, 1771)

Les larves d'*Ae. caspius* (Fig. 78) se caractérisent par les critères suivants:

- Antennes nettement spiculées
- La soie antennaire 1-A située sur la moitié basale, composée de 3 branches ou plus
- Les soies 6-I à 6-VII sont fines et souples
- Insertion d'une petite dent thoracique
- Les dents formants le peigne du segment VIII sont situées en désordre, ils possèdent une dent médiane nettement plus longue
- Soie 1-S composée de 5 à 10 branches.

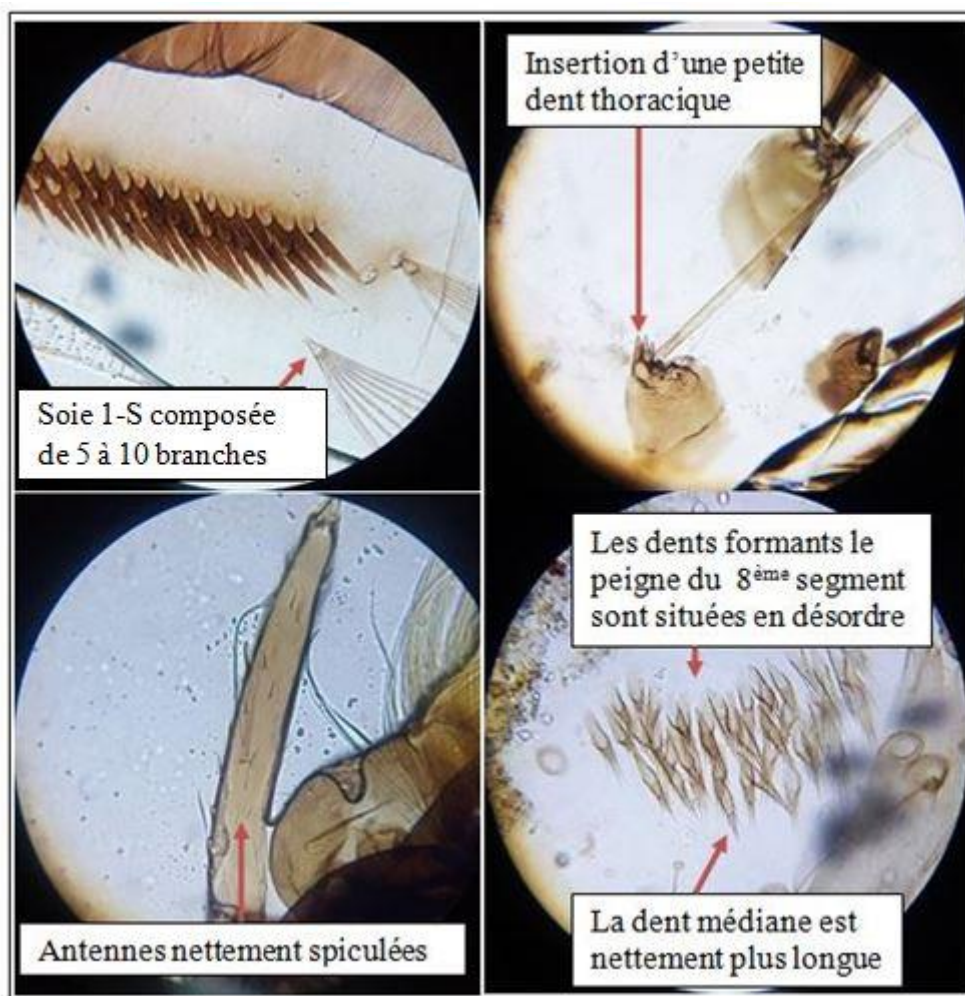


Figure 78 - Critères d'identification d'une larve d'*Aedes caspius* observée sous un microscope optique (Gx 10/40) (Originale, 2022)

L'adulte d'*Ae. caspius* (Fig. 79) se caractérise par les critères suivants :

- Palpes avec écailles claires et sombres mêlées
- Proboscis clair sur sa partie médiane
- Scutum avec des bandes continues
- Écailles du scutum d'une couleur jaune et crème ou blanches
- Tibia moucheté au moins sur la partie médiane
- Plusieurs taches claires abdominales.

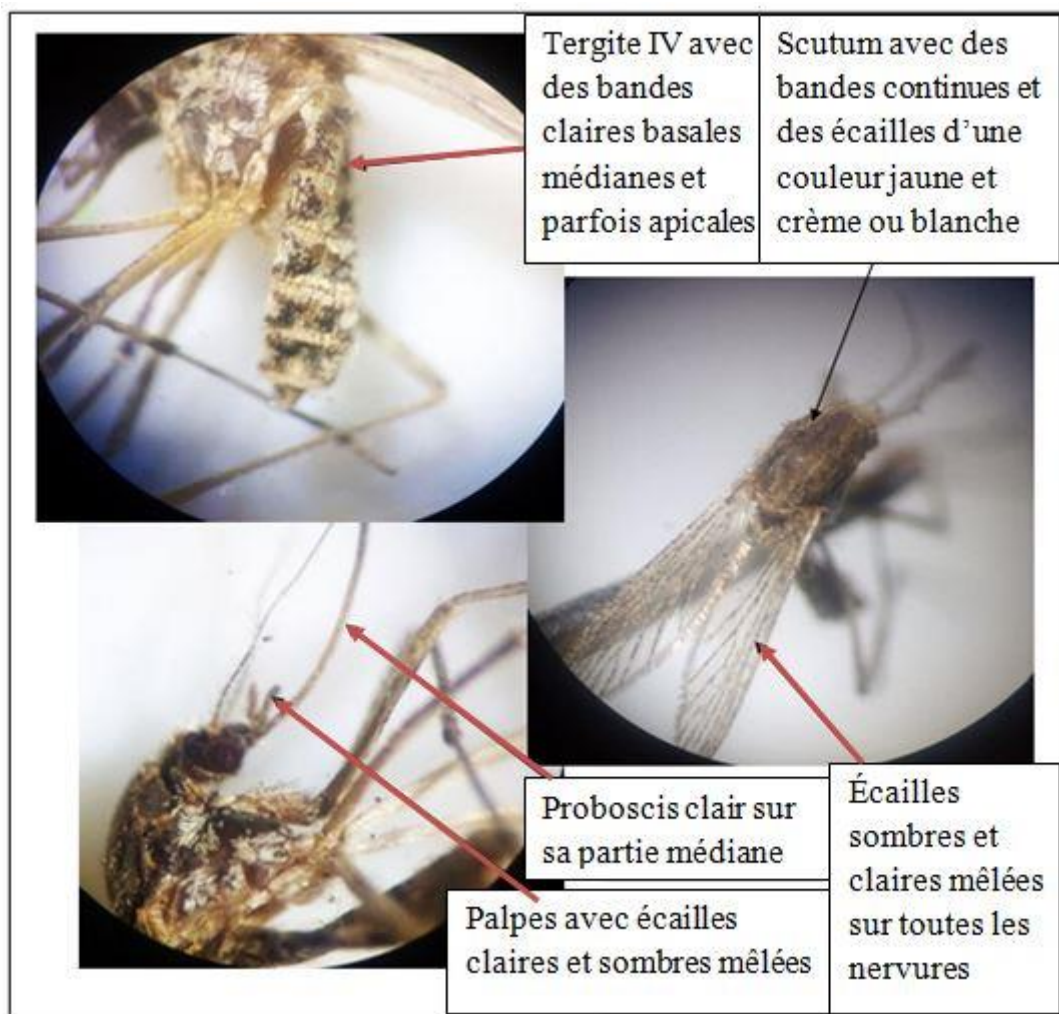


Figure 79 - Critères d'identification d'un adulte femelle d'*Aedes caspius* observé sous une loupe binoculaire (Gx 10) (Originale, 2022)

IV.3.19. - *Coquillettidia richiardii* (Ficalbi, 1889)

Les larves de *Cq. richiardii* ne sont pas trouvées dans notre étude, nous avons capturé uniquement un adulte, ce dernier (Fig. 80) se caractérise par :

- Proboscis sombre avec un apex clair dans sa moitié basale
- Tarsomère 1 avec des anneaux blancs
- Tarsomère 5 bicolore
- Écailles élargies sur les ailes et l'abdomen
- Abdomen recouvert d'écailles claires
- Le bord costal sans taches
- Nervures alaires présentent des écailles larges.

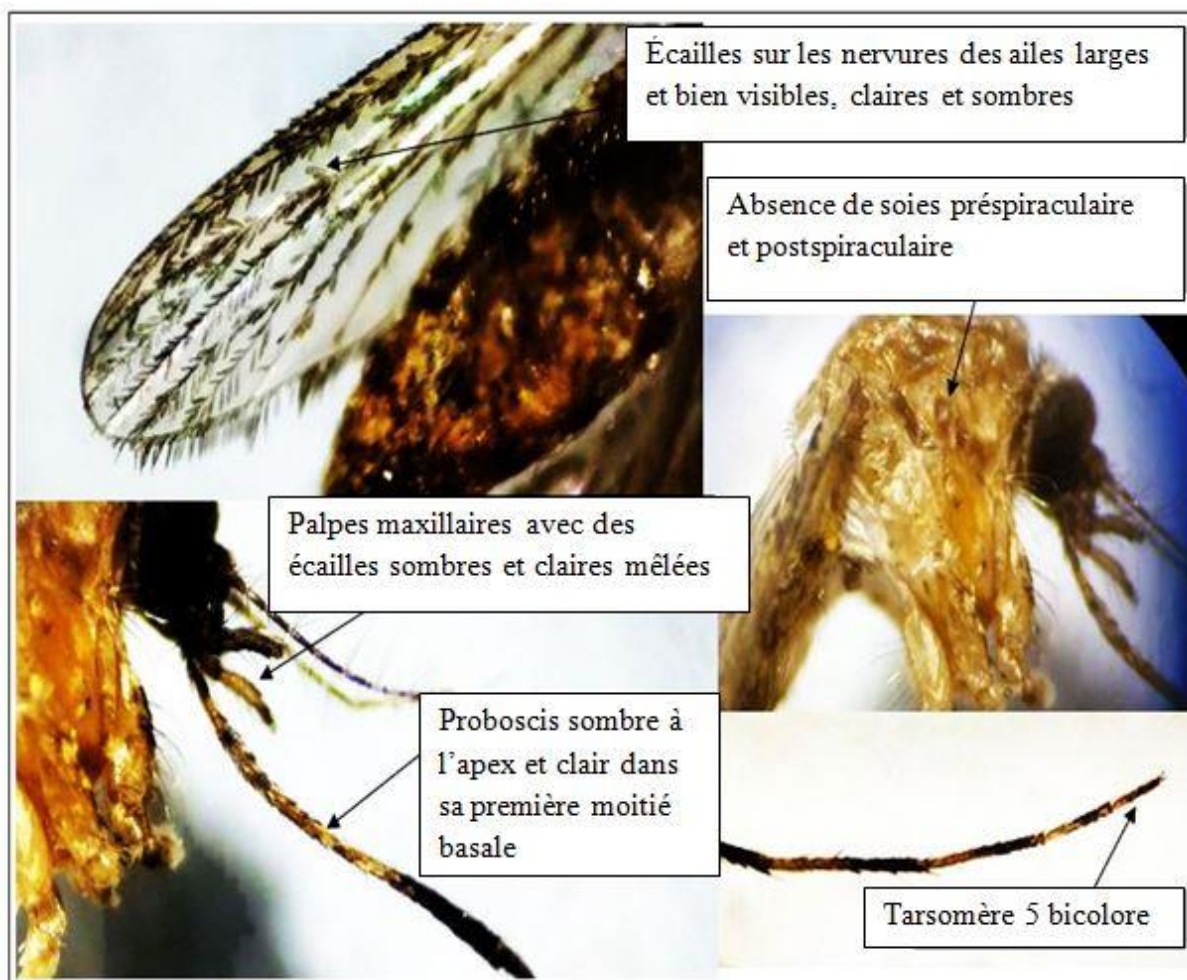


Figure 80 - Critères d'identification d'un adulte femelle de *Coquillettidia richiardii* observé sous une loupe binoculaire (Gx 10/40) (Originale, 2022)

IV.3.20. - Complexe *Anopheles maculipennis* s.l. (Falleroni, 1926)

Le complexe *An. maculipennis* s.l. est composé d'espèces morphologiquement semblables, qui ne peuvent être identifiées que par des techniques moléculaires. *An. labranchiae* a été la seule représentante de ce complexe à Sétif (Nabti & Bounechada, 2020) et au nord-ouest marocain (Laboudi et al., 2014).

L'identification des larves du complexe *An. maculipennis* s.l. (Fig. 81) est basée sur les critères suivants :

- Présence de 3 plaques accessoires sur les segments abdominaux
- Soies 1-A formées de plus de 5 branches
- Filament terminal des folioles est absent ou peu développé
- Soies palmées développées de II à VII
- Soie 9-C formée de 5 branches ou plus

- Soie antennaire 1-A insérée au niveau du tiers basal, elle est composée de 5 branches ou plus
- Distance entre les soies clypéales 2-C est inférieure à la distance entre 2-C et 3-C
- Soie 2-C aciculée seulement à l'extrémité
- Soie 1-P simple ou seulement aciculée à l'apex.

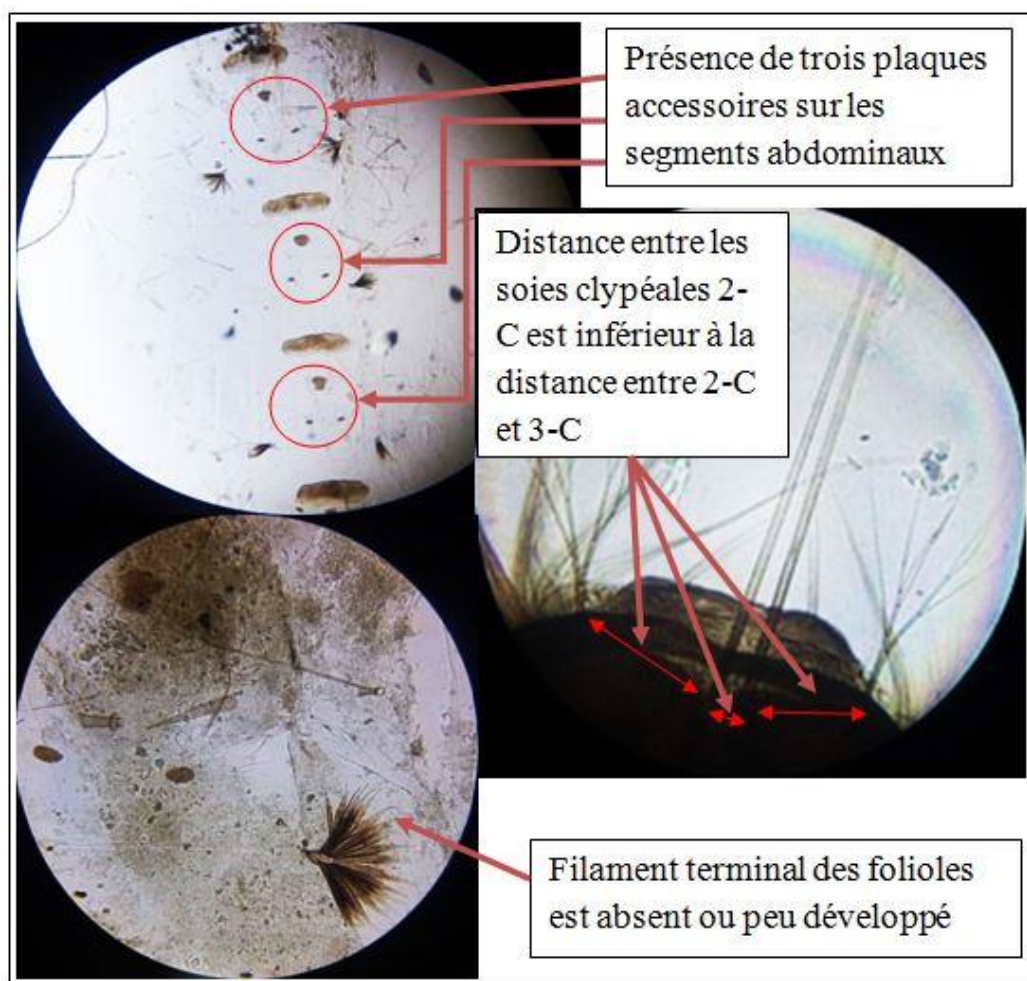


Figure 81 - Critères d'identification d'une larve du complexe *Anopheles maculipennis* s.l. observée sous un microscope optique (Gx 10/40) (Originale, 2022)

L'identification des adultes d'*An. maculipennis* s.l. (Fig. 82) est basée sur les critères suivants :

- L'ornementation interoculaire avec une touffe de longues écailles blanches
- L'aile d'une taille de 3,6 mm ou plus
- Aucune tache blanche sur le bord costal
- Tergites seulement avec des soies
- Présence de 4 taches d'écailles sombre sur les fourches alaires.

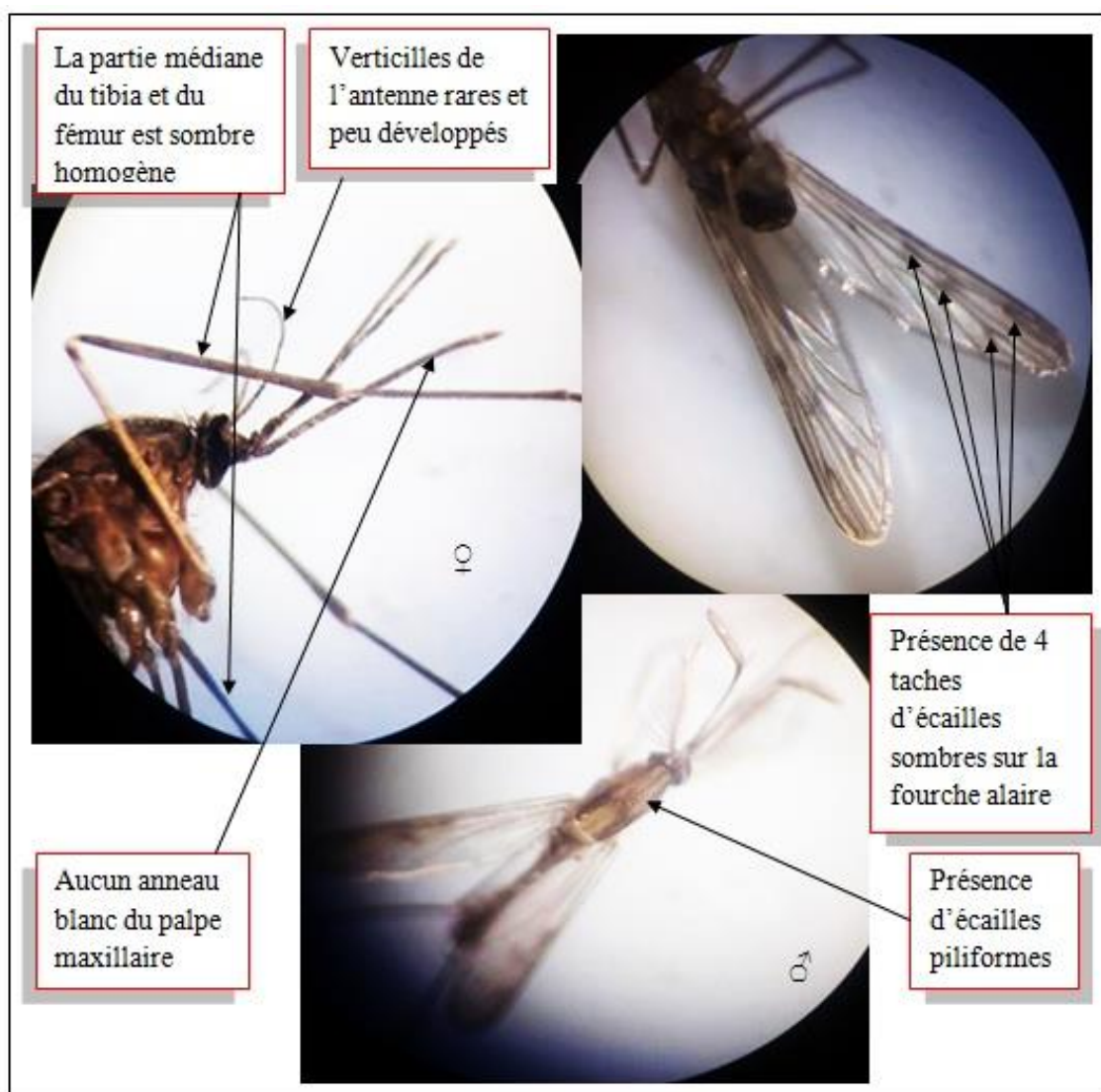


Figure 82 - Critères d'identification d'un adulte d'*Anopheles maculipennis* s.l. observé sous une loupe binoculaire (Gx 10) (Originale, 2022)

IV.3.21. - *Anopheles claviger* (Meigen, 1804)

Les larves d'*An. claviger* (Fig. 83) sont très proches de celles d'*Anopheles petraganii* (Brunhes et al., 1999), une confusion est possible. Leur identification repose sur les critères suivants :

- La soie antennaire 1-A insérée au niveau du tiers basal, elle est formée de 2 à 5 branches
- Distance entre les soies clypéales 2-C est inférieure à la distance entre 2-C et 3-C
- Présence d'une plaque accessoire sur les segments abdominaux
- Les soies palmées sont réparties de II à VII
- Folioles présentent un filament terminal peu développé ou absent.

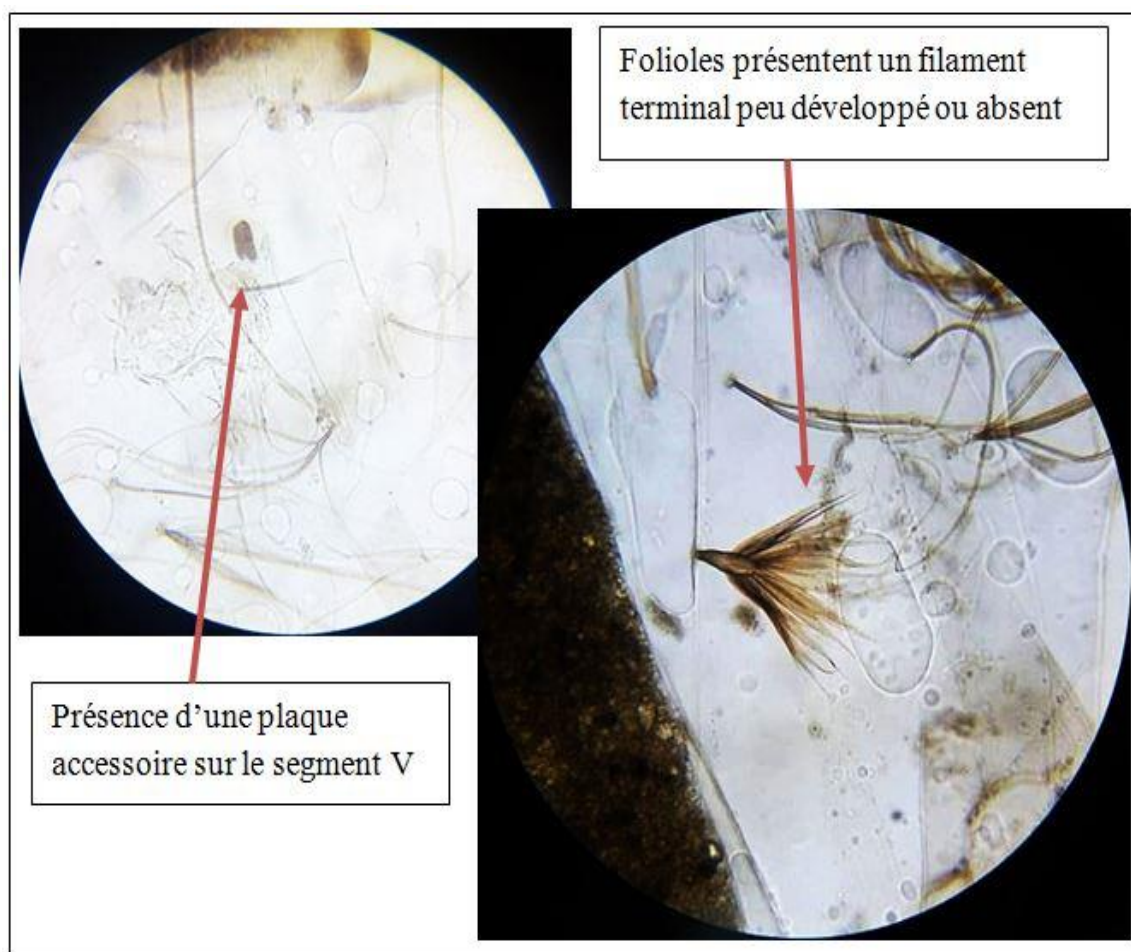


Figure 83 - Critères d'identification d'une larve d'*Anopheles claviger* observée sous un microscope optique (Gx 40) (Originale, 2022)

Les adultes d'*An. claviger* (Fig. 84) se caractérisent par :

- Verticilles rares et peu développés sur l'antenne
- Palpes maxillaires sans anneaux blancs
- Segment 5 du palpe maxillaire est entièrement sombre
- La partie médiane du tibia et du fémur est sombre homogène
- Aucune tache blanche sur le bord costal.

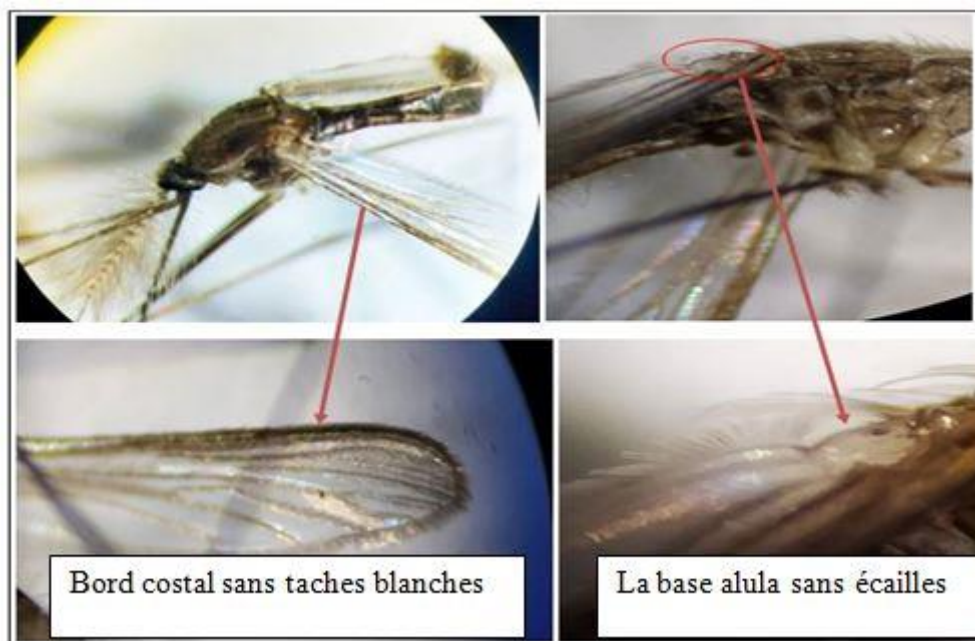


Figure 84 - Critères d'identification d'un adulte mâle d'*Anopheles claviger* observé sous une loupe binoculaire (Gx 10/40) (Originale, 2022)

L'examen des organes génitaux des adultes mâles (Fig. 85) est réalisé pour confirmer l'identification de quelques spécimens endommagés.

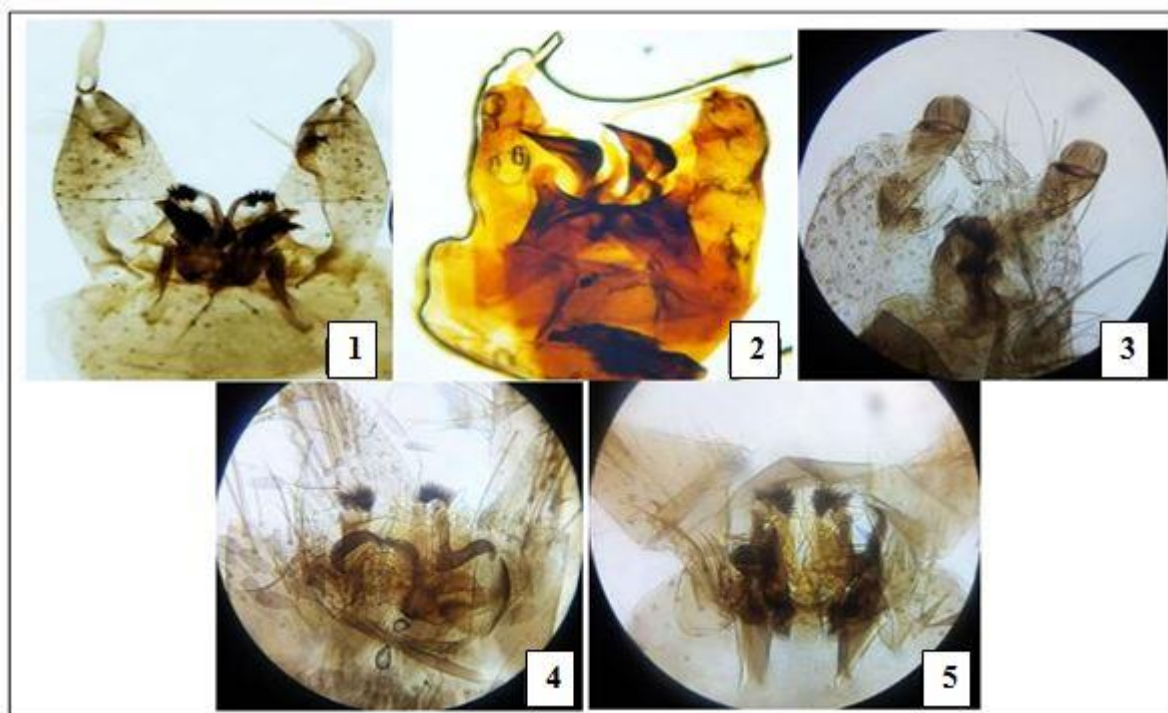


Figure 85 - Organes génitaux des adultes mâles ; 1 : *Culex pipiens* s.l, 2 : *Culiseta longiareolata*, 3 : *Culex hortensis*, 4 : *Culex simpsoni*, 5 : *Culex quinquefasciatus*, observés sous un microscope optique (Gx 10) (Originale, 2022)

IV.4. - Typologie des gîtes prospectés

La typologie des gîtes prospectés au niveau de la région de Tizi-Ouzou est clarifiée dans les tableaux 34 et 35.

Tableau 34 - Fréquences d'apparition des gîtes prospectés au niveau de la région de Tizi-Ouzou de février 2019 à octobre 2021 selon leur nature

Nature du gîte	Anthropique	Naturelle	Espace ouvert	Maison	Total
n	54	26	4	2	86
F (%)	62,79	30,23	4,65	2,33	100

n : nombre de gîtes prospectés, F (%) : fréquences exprimée en pourcentage

L'étude typologique des gîtes prospectés au niveau de la région de Tizi-Ouzou durant la période d'étude montre que les gîtes anthropiques sont plus abondants, ils représentent une abondance de 62,79%, suivis des gîtes naturels avec une valeur égale à 30,23%. Quant aux espaces ouverts et aux maisons, les valeurs sont très faibles, elles égalent à 4,65% et 2,33% respectivement.

Tableau 35 - Fréquences d'apparition des gîtes larvaires prospectés au niveau de la région de Tizi-Ouzou de février 2019 à octobre 2021 selon la pérennité de l'eau

Pérennité de l'eau	Gîtes permanents	Gîtes temporaires	Total
n	28	52	80
F (%)	35	65	100

n : nombre de gîtes prospectés, F (%) : fréquences exprimée en pourcentage

Il ressort du tableau 35 que les gîtes temporaires dominent avec une fréquence de 65%, alors que les gîtes permanents présentent une fréquence de 35%.

IV.5. - Exploitation des résultats

L'exploitation des résultats obtenus dans notre étude a été basée sur le calcul de la qualité d'échantillonnage dans chaque gîte prospecté, afin de montrer le degré de la précision de notre échantillonnage, les indices écologiques des espèces dans chaque station prospectée pour montrer la richesse spécifique, l'abondance relative, les fréquences d'occurrence, la diversité et l'équitabilité des espèces recensées. L'exploitation des données n'a pris en considération les stations de Mekla et Mechtras, car elles portent uniquement sur un seul prélèvement. Nous avons utilisé par la suite, l'indice de Jaccard afin de voir le lien entre la biodiversité des moustiques et l'environnement prospecté (urbain, rural et semi urbain) et entre la biodiversité et la nature du gîte prospecté (anthropique et naturel). Les résultats ont été aussi exploités par l'analyse statistique, nous avons utilisé le test de Khi-deux d'indépendance et l'analyse factorielle des correspondances pour montrer s'il existe une liaison significative entre la répartition des espèces et les différents gîtes larvaires prospectés.

L'analyse statistique a été réalisée uniquement pour les sites ayant 3 gîtes ou plus, pour cela nous avons pris en considération 12 sites, il s'agit des sites de la Nouvelle ville, la ville, Ihesnaouen et Oued Aissi, Draâ Ben Khedda ville, barrage de Taksebt, Tamda, Cheurfa, Zaouia, Akaoudj, Tizirt ville et Tifrit n'Ath Oumalek.

IV.5.1. - Station de Tizi-Ouzou

IV.5.1.1. - Qualité d'échantillonnage

La qualité d'échantillonnage calculée pour les différents gîtes prospectés au niveau de la station de Tizi-Ouzou est rapportée dans le tableau 36.

Tableau 36 - Qualité d'échantillonnage des espèces culicidiennes inventoriées dans les gîtes de la station de Tizi-Ouzou durant les années 2019, 2020 et 2021

Station	Site	Gîte	a	N	Q = a/N
Tizi-Ouzou	Nouvelle ville	Gîte 1	0	24	0
		Gîte 2	0	24	0
		Gîte 3	2	24	0,08
		Gîte 4	0	11	0
		Gîte 5	0	6	0
		Espace ouvert 1	1	3	0,33
		Espace ouvert 2	1	1	1
		Espace ouvert 3	1	1	1
		Espace ouvert 4	1	1	1
		Maison	1	4	0,25
	Ville	Gîte 6	0	8	0
		Gîte 7	0	3	0
		Gîte 8	2	8	0,25
	Boukhalfa	Gîte 9	2	15	0,13
	Oued Aissi	Gîte 10	1	5	0,2
		Gîte 11	2	5	0,4
		Gîte 12	2	7	0,28
		Gîte 13	2	1	2
		Gîte 14	4	3	1,33
	Sikh Oumeddour	Gîte 15	0	5	0
		Gîte 16	0	5	0
	Betrouna	Gîte 17	0	2	0
Gîte 18		3	3	1	
Ihesnaouen	Gîte 19	1	3	0,33	
	Gîte 20	0	2	0	
	Gîte 21	0	3	0	
	Gîte 22	1	2	0,5	

a : nombre d'espèces rencontrées une seule fois dans un relevé, N : nombre total de relevés, Q : qualité d'échantillonnage

D'un ensemble de 22 gîtes larvaires prospectés, 4 espaces ouverts et une maison, onze gîtes représentent des valeurs de Q égales à 0, il s'agit des gîtes 1, 2, 4, 5, 6, 7, 15, 16, 17, 20 et 21. Dix autres gîtes représentent des valeurs de Q proches de zéro ($0,08 < Q < 0,5$), il s'agit des gîtes 3, 8, 9, 10, 11, 12, 19, 22, de l'espace ouvert 1 et de la maison. La qualité d'échantillonnage s'éloigne de zéro dans les gîtes 13, 14, 18 et dans les espaces ouverts 2, 3 et 4 avec un indice compris entre 1 et 2.

IV.5.1.2. - Richesse spécifique

La richesse spécifique des moustiques inventoriés dans les sept sites de la station de Tizi-Ouzou durant la période d'étude est clarifiée dans le tableau 37.

Tableau 37 - Richesse spécifique des moustiques inventoriés dans la station de Tizi-Ouzou durant les années 2019, 2020 et 2021

Station de Tizi-Ouzou							
Site	G	Espèce/gîte	S/ G	Espèce/site	S/ site	Espèce/ stat	S/ stat
Nouvelle ville	G1	<i>Cx. pipiens</i> s.l. <i>Cs.</i> <i>longiareolata</i> <i>Ur. unguiculata</i>	3	<i>Cx. pipiens</i> s.l. <i>Cs.</i> <i>longiareolata</i> <i>Ur. unguiculata</i>	8	<i>Cx. pipiens</i> s.l. <i>Cs. longiareolata</i> <i>Ur. unguiculata</i> <i>Cx. simpsoni</i> <i>Cx.</i> <i>quinquefasciatus</i> <i>Ae. geniculatus</i> <i>Cq. richiardii</i> <i>Cx. hortensis</i> <i>Cx. territans</i> <i>Cx. impudicus</i> <i>Cx. theileri</i> <i>Cx. mimeticus</i> <i>An. claviger</i> <i>Cx. perexiguus</i> <i>Ae. albopictus</i>	15
	G2	<i>Cx. pipiens</i> s.l. <i>Cs.</i> <i>longiareolata</i>	2	<i>Cx. simpsoni</i> <i>Cx.</i> <i>quinquefasciatus</i>			
	G3	<i>Cx. pipiens</i> s.l. <i>Cs.</i> <i>longiareolata</i> <i>Cx. simpsoni</i>	3	<i>Ae. geniculatus</i> <i>Cq. richiardii</i> <i>Ae. albopictus</i>			
	G4	<i>Cx. pipiens</i> s.l. <i>Cx.</i> <i>quinquefasciatus</i>	2				
	G5	<i>Ae. geniculatus</i>	1				
	E1	<i>Ae. albopictus</i>	1				
	E2	<i>Ae. albopictus</i>	1				
	E3	<i>Ae. albopictus</i>	1				
	E4	<i>Cq. richiardii</i>	1				
	M	<i>Ae. albopictus</i>	1				
	Ville	G6	<i>Cx. pipiens</i> s.l. <i>Cs.</i> <i>longiareolata</i> <i>Cx. simpsoni</i>	3			
G7		<i>Cx. pipiens</i> s.l. <i>Cs.</i> <i>longiareolata</i> <i>Cx. hortensis</i>	3	<i>Cx. hortensis</i> <i>Cx. territans</i>			
G8		<i>Cs.</i> <i>longiareolata</i>	3				

		<i>Cx. territans</i> <i>Cx. hortensis</i>					
Boukhalfa	G9	<i>Cx. impudicus</i> <i>Cs.</i> <i>longiareolata</i> <i>Cx. hortensis</i> <i>Cx. pipiens s.l.</i> <i>Cx. territans</i>	5	<i>Cx. impudicus</i> <i>Cs.</i> <i>longiareolata</i> <i>Cx. hortensis</i> <i>Cx. pipiens s.l.</i> <i>Cx. territans</i>	5		
Oued Aissi	G 10	<i>Cx. mimeticus</i> <i>Cx. hortensis</i> <i>Cx. pipiens s.l.</i> <i>Cx. territans</i>	4	<i>Cx. mimeticus</i> <i>Cx. hortensis</i> <i>Cx. pipiens s.l.</i> <i>Cx. territans</i>	8		
	G 11	<i>Cx. pipiens s.l.</i> <i>Cx. territans</i> <i>Ur. unguiculata</i> <i>Cx. perexiguus</i> <i>Cx. theileri</i>	5	<i>Ur. unguiculata</i> <i>Cx. perexiguus</i> <i>Cs.</i> <i>longiareolata</i> <i>Cx. theileri</i>			
	G 12	<i>Cx. pipiens s.l.</i> <i>Cx. territans</i> <i>Cs.</i> <i>longiareolata</i>	3				
	G 13	<i>Cx. pipiens s.l.</i> <i>Cs.</i> <i>longiareolata</i>	2				
	G 14	<i>Cx. mimeticus</i> <i>Cx. territans</i> <i>Cx. pipiens s.l.</i> <i>Cx. hortensis</i> <i>Cs.</i> <i>longiareolata</i>	5				
Sikh Oumeddour	G 15	<i>Cx. pipiens s.l.</i> <i>Cs.</i> <i>longiareolata</i>	2	<i>Cx. pipiens s.l.</i> <i>Cs.</i> <i>longiareolata</i>	2		
	G 16	<i>Cx. pipiens s.l.</i>	1				
Betrouna	G 17	<i>Cx. pipiens s.l.</i> <i>Cs.</i> <i>longiareolata</i>	2	<i>Cx. pipiens s.l.</i> <i>Cs.</i> <i>longiareolata</i>	4		
	G 18	<i>Cx. hortensis</i> <i>Cx. territans</i> <i>Cx. pipiens s.l.</i> <i>Cs.</i> <i>longiareolata</i>	4	<i>Cx. hortensis</i> <i>Cx. territans</i>			
Ihesnaouen	G 19	<i>Cx. pipiens s.l.</i> <i>Cs.</i> <i>longiareolata</i>	2	<i>An. claviger</i> <i>Cx. pipiens s.l.</i> <i>Cs.</i>	3		
	G 20	<i>Cs.</i> <i>longiareolata</i>	1	<i>longiareolata</i>			
	G 21	<i>An. claviger</i> <i>Cx. pipiens s.l.</i>	3				

		<i>Cs. longiareolata</i>					
	G 22	<i>Cx. pipiens</i> s.l. <i>Cs. longiareolata</i>	2				

G : gîte, Stat : station, E : espace ouvert, M : maison

L'inventaire des moustiques effectué dans les sept sites de la station de Tizi-Ouzou durant la période d'étude a permis de recenser 15 espèces. Les sites d'Oued Aissi et de la Nouvelle ville semblent très riches en espèces, ils sont classés en premier rang, ils regroupent huit espèces chacun, il s'agit de *Cx. hortensis*, *Cx. theileri*, *Cx. pipiens* s.l. *Cx. mimeticus*, *Cx. territans*, *Cx. perexiguus*, *Cs. longiareolata*, *Ur. unguiculata* et *Cx. pipiens* s.l., *Cx. simpsoni*, *Cx. quinquefasciatus*, *Cs. longiareolata*, *Ae. geniculatus*, *Cq. richiardii*, *Ur. unguiculata* et *Ae. albopictus* respectivement. Les sites de Boukhalfa et de la ville viennent en deuxième position, ils regroupent chacun cinq espèces, il s'agit respectivement de *Cx. impudicus*, *Cx. hortensis*, *Cx. pipiens* s.l., *Cx. territans*, *Cs. longiareolata* et de *Cx. pipiens* s.l., *Cx. simpsoni*, *Cx. hortensis*, *Cx. territans*, *Cs. longiareolata*. La troisième position est représentée par le site de Betrouna avec quatre espèces identifiées, ce sont : *Cx. pipiens* s.l., *Cx. hortensis*, *Cx. territans* et *Cs. longiareolata*. Quant au site d'Ihesnaouen, trois espèces sont inventoriées, il s'agit de *Cx. pipiens* s.l., *Cs. longiareolata* et *An. claviger*. La dernière position est représentée par le site de Sikh Oumeddour avec deux espèces seulement, ce sont : *Cx. pipiens* s.l. et *Cs. longiareolata*. Parmi les 22 gîtes larvaires prospectés au niveau de la station de Tizi-Ouzou, des 4 espaces ouverts et de la maison, 3 gîtes larvaires semblent très riches en espèces, cinq espèces sont recensées dans chacun, il s'agit des gîtes 9, 11 et 14 suivis des gîtes 10 et 18 avec quatre espèces chacun. D'autres gîtes sont très pauvres en espèces, ils présentent une espèce chacun, il s'agit des gîtes 5, 16, 20, des espaces ouverts et de la maison.

IV.5.1.3. - Abondance relative

Les résultats de l'abondance relative des espèces culicidiennes inventoriées au niveau de la station de Tizi-Ouzou sont clarifiés dans la figure 86 et l'annexe 3.

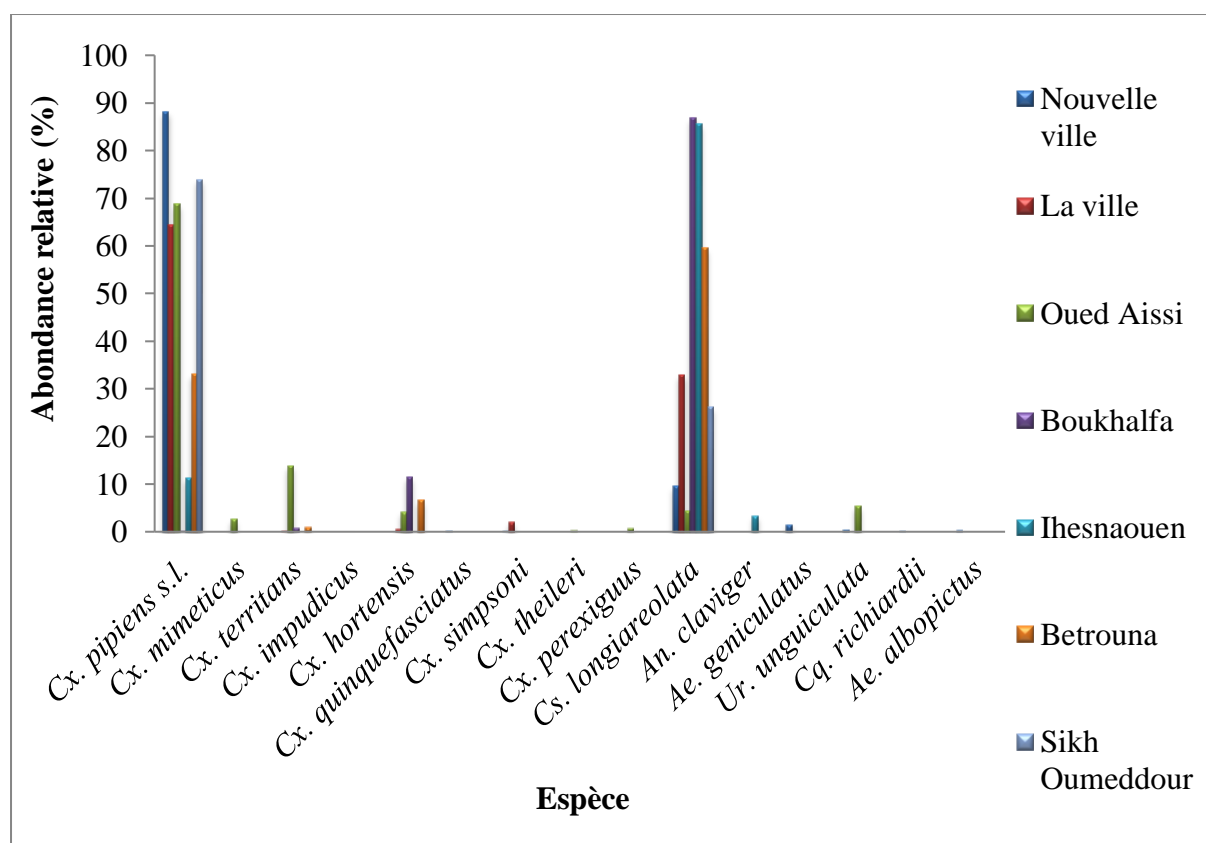


Figure 86 - Abondance relative des espèces culicidiennes inventoriées dans la station de Tizi-Ouzou durant les années 2019, 2020 et 2021

Le complexe *Cx. pipiens* s.l. est le plus abondant dans les sites de la Nouvelle ville, la ville, Oued Aissi et Sikh Oumeddour avec des abondances relatives égales à 88,09% ; 64,35% ; 68,78% et 73,86% respectivement, alors qu'au niveau des sites de Boukhalfa, Ihesnaouen et Betrouna, *Cs. longiareolata* domine avec des abondances respectives de 86,77% ; 85,48% et 59,57%. Les autres espèces sont représentées par des abondances relatives très faibles, elles sont comprises entre 0,03% et 13,88%.

IV.5.1.4. - Fréquences d'occurrence

Les résultats des fréquences d'occurrence des moustiques inventoriés dans la station de Tizi-Ouzou sont rapportés dans le tableau 38 et l'annexe 4.

Tableau 38 - Fréquences d'occurrence des espèces culicidiennes inventoriées dans la station de Tizi-Ouzou durant les années 2019, 2020 et 2021

Station de Tizi-Ouzou														
Espèce	Nouvelle ville		La ville		Boukhalfa		Oued Aissi		Betrouna		Ihesnaouen		Sikh Oumeddour	
	FO (%)	Catég	FO (%)	Catég	FO (%)	Catég	FO (%)	Catég	FO (%)	Catég	FO (%)	Catég	FO (%)	Catég
<i>Cx. pipiens</i> s.l.	81,63	Const	57,89	Const	6,66	Accid	76,19	Const	60	Const	40	Access	100	Const
<i>Cx. simpsoni</i>	1,02	Accid	15,78	Accid	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cx. quinquefasciatus</i>	3,06	Accid	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cx. impudicus</i>	-	-	-	-	13,33	Accid	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cx. hortensis</i>	-	-	15,78	Accid	40	Access	19,04	Accid	20	Accid	-	-	-	-
<i>Cx. territans</i>	-	-	5,26	Accid	6,66	Accid	33,33	Access	20	Accid	-	-	-	-
<i>Cx. mimeticus</i>	-	-	-	-	-	-	14,28	Accid	-	-	-	-	-	-
<i>Cx. theileri</i>	-	-	-	-	-	-	4,76	Accid	-	-	-	-	-	-
<i>Cx. perexiguus</i>	-	-	-	-	-	-	4,76	Accid	-	-	-	-	-	-
<i>Cs. longiareolata</i>	24,48	Accid	68,42	Const	93,33	Const	14,28	Accid	80	Const	80	Const	50	Const
<i>Ur. unguiculata</i>	8,16	Accid	-	-	-	-	14,28	Accid	-	-	-	-	-	-
<i>Ae. geniculatus</i>	5,1	Accid	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cq. richiardi</i>	1,02	Accid	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>An. claviger</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	Accid	-	-
<i>Ae. albopictus</i>	9,18	Accid	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

FO (%) : fréquences d'occurrence, Catég : catégorie, Const : constante, Accid : accidentelle, Access : accessoire

L'étude des fréquences d'occurrence des espèces culicidiennes inventoriées dans les sept sites de la station de Tizi-Ouzou durant la période d'étude montre que la catégorie constante est représentée par deux espèces, il s'agit de *Cx. pipiens* s.l. dans les sites de la Nouvelle ville, la ville, Oued Aissi, Betrouna et Sikh Oumeddour avec des fréquences respectives de 81,63% ; 57,89% ; 76,19% ; 60% et 100% et de *Cs. longiareolata* dans les sites de la ville, Boukhalfa, Betrouna, Ihesnaouen et Sikh Oumeddour avec des fréquences égales à 68,42% ; 93,33% ; 80% ; 80% et 50% respectivement, tandis que la catégorie accessoire est représentée par trois espèces, il s'agit de *Cx. pipiens* s.l. dans le site d'Ihesnaouen avec une fréquence de 40%, *Cx. hortensis* dans le site de Boukhalfa avec 40%, et *Cx. territans* dans le site d'Oued Aissi avec une fréquence d'occurrence égale à 33,33%. Quant à la catégorie accidentelle, elle est représentée par la majorité des espèces recensées, le site de la Nouvelle ville présente sept espèces accidentelles, il s'agit de *Cx. simpsoni*, *Cx. quinquefasciatus*, *Cs. longiareolata*, *Ur. unguiculata*, *Ae. geniculatus*, *Cq. richiardii* et *Ae. albopictus* avec des fréquences respectives de 1,02% ; 3,06% ; 24,48% ; 8,16% ; 5,1% ; 1,02% et 9,18%. Les sites de la ville et Boukhalfa présentent chacun trois espèces accidentelles, ce sont : *Cx. simpsoni*, *Cx. hortensis* (15,78% chacune), *Cx. territans* (5,26%) et *Cx. pipiens* s.l. (6,66%), *Cx. impudicus* (13,33%) et *Cx. territans* (6,66%) respectivement. Le site d'Oued Aissi représente six espèces accidentelles, il s'agit de *Cx. hortensis*, *Cx. mimeticus*, *Cx. theileri*, *Cx. perexiguus*, *Cs. longiareolata* et *Ur. unguiculata* avec des valeurs respectives de 19,04% ; 14,28% ; 4,76% ; 4,76% ; 14,28% et 14,28%. Le site de Betrouna représente deux espèces accidentelles, alors que celui d'Ihesnaouen représente une seule espèce accidentelle, il s'agit respectivement de *Cx. hortensis*, *Cx. territans* et *An. claviger*, elles représentent toutes une fréquence d'occurrence égale à 20%.

IV.5.1.5. - Indices de structure

Les résultats des indices de Shannon et d'équitabilité calculés pour la station de Tizi-Ouzou sont rapportés dans le tableau 39.

Tableau 39 - Indices de structure calculés pour les sept sites prospectés au niveau de la station de Tizi-Ouzou durant les années 2019, 2020 et 2021

Station de Tizi-Ouzou							
Site	Nouvelle ville	La ville	Boukhalfa	Ihesnaouen	Betrouna	Oued Aissi	Sikh Oumeddour
H' (bit)	0,14	1,1	0,67	0,7	0,28	1,58	0,82
H max (bit)	3	2,32	2,32	1,58	2	3	1
E	0,04	0,47	0,28	0,44	0,14	0,52	0,82

H' : indice de Shannon, H max : diversité maximale, E : indice d'équitabilité

Les valeurs de l'indice de Shannon calculé pour les sites de la station de Tizi-Ouzou à l'exception du site de Sikh Oumeddour sont égales à 0,14 bits ; 1,1 bits ; 0,67 bits ; 0,7 bits ; 0,28 bits et 1,58 bits pour le site de la Nouvelle ville, la ville, Boukhalfa, Ihesnaouen, Betrouna et Oued Aissi respectivement. Alors que dans le site de Sikh Oumeddour, l'indice de Shannon est égal à 0,82 bits.

L'indice d'équitabilité calculé pour les sites de la Nouvelle ville, la ville, Boukhalfa, Ihesnaouen et Betrouna tend vers 0, il présente des valeurs respectives de 0,04 ; 0,47 ; 0,28 ; 0,44 et 0,14. Par contre dans les sites d'Oued Aissi et Sikh Oumeddour, l'indice d'équitabilité est égal à 0,52 et 0,82 respectivement.

IV.5.1.6. - Analyse statistique

IV.5.1.6.1. - Nouvelle ville

Le test de Khi-deux d'indépendance calculé pour le site de la Nouvelle ville donne une p-value = 0,4, cette valeur est supérieure au risque 0,05.

Le résultat de l'analyse factorielle des correspondances de la répartition des espèces culicidiennes dans le site de la Nouvelle ville est clarifié dans la figure 87 et l'annexe 5.

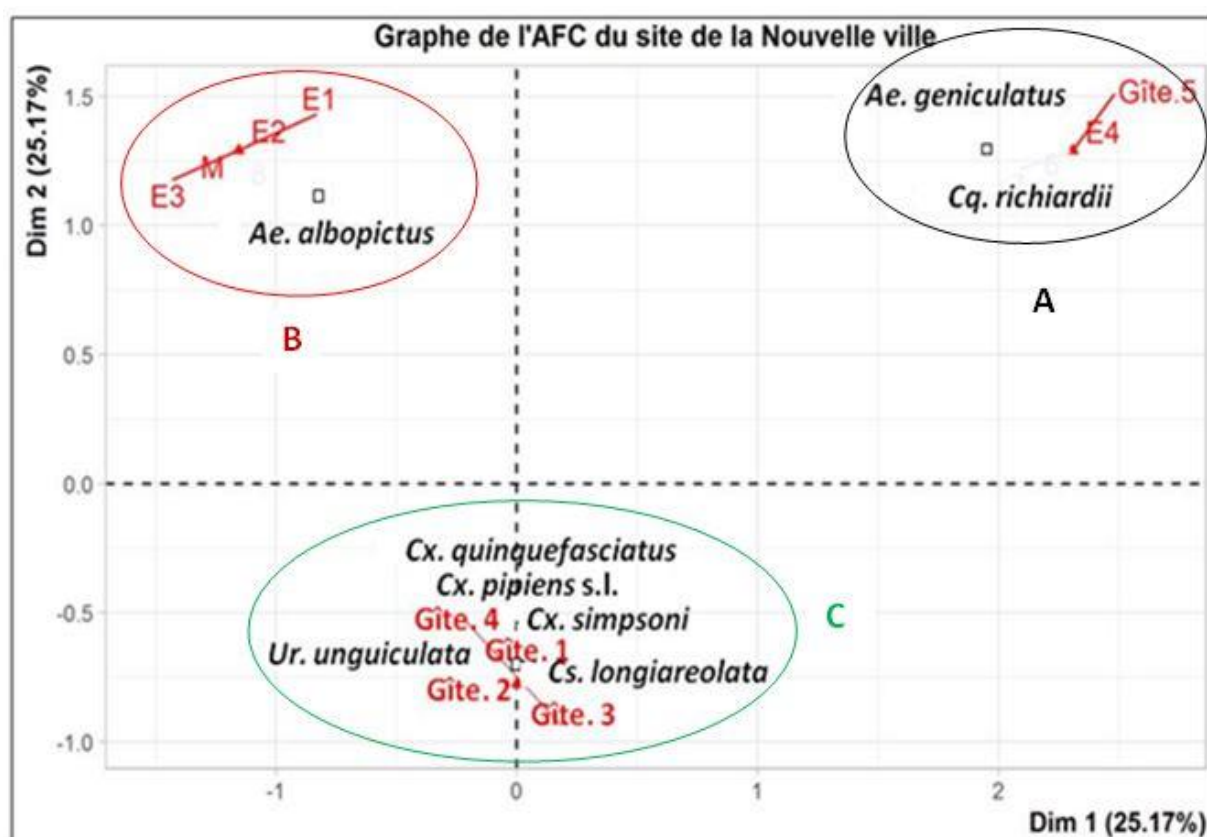


Figure 87 - Analyse factorielle des correspondances de la répartition des espèces culicidiennes dans le site de la Nouvelle ville durant les années 2019, 2020 et 2021

Les dimensions 1 et 2 expliquent environ 25,17% et 25,17% de l'inertie totale respectivement. Cela correspond à un total cumulé de 50,34% de l'inertie totale retenue par les deux dimensions.

Le gîte 5 et l'espace ouvert 4 interviennent par 33,33%, suivis des espaces ouverts 1, 2, 3 et la maison par une intervention de 8,33%. Les gîtes 1, 2, 3 et 4 n'interviennent pas à la formation des axes, ils sont sur l'axe Dim 2. Quant à la contribution des espèces, *Ae. geniculatus*, *Cq. richiardii* et *Ae. albopictus* interviennent par 33,33%, alors que les autres espèces n'interviennent pas à la formation des axes, elles sont sur l'axe Dim 2.

IV.5.1.6.2. - La ville

Le test de Khi-deux d'indépendance calculé pour le site de la ville de Tizi-Ouzou donne une p-value = 0,6, cette valeur est supérieure au risque 0,05.

Le résultat de l'analyse factorielle des correspondances de la répartition des espèces culicidiennes dans le site de la ville de Tizi-Ouzou est clarifié dans la figure 88 et l'annexe 6.

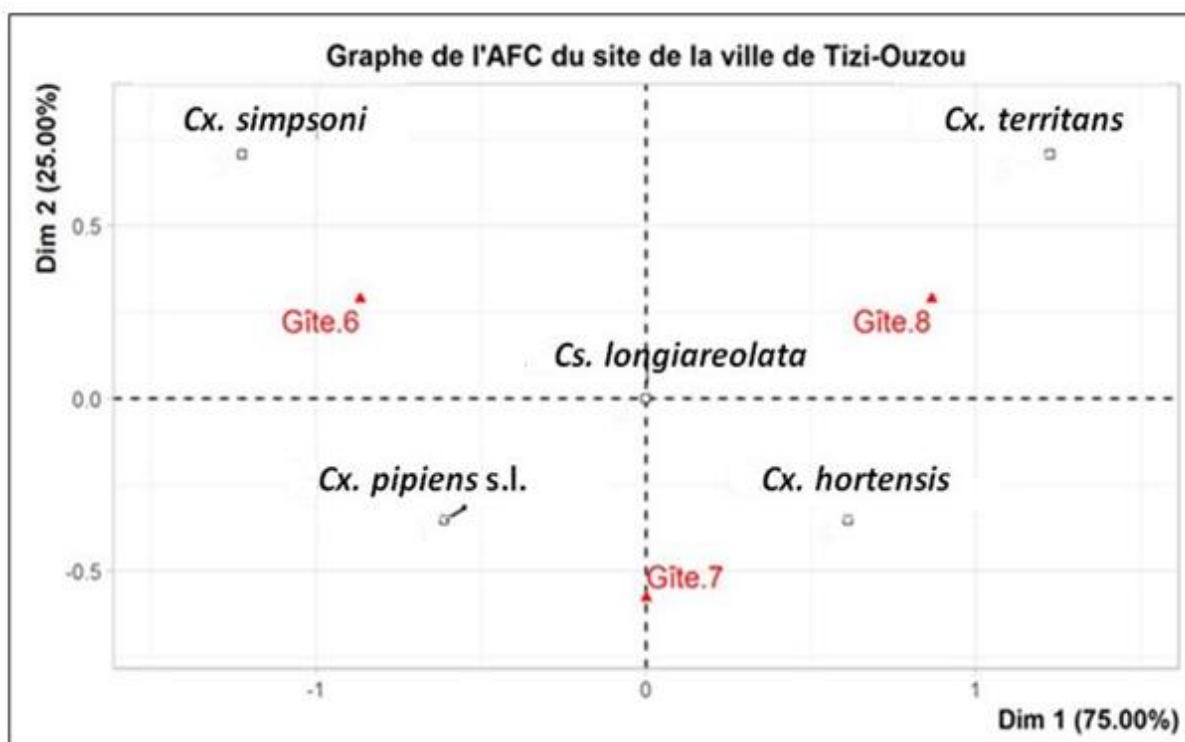


Figure 88 - Analyse factorielle des correspondances de la répartition des espèces culicidiennes dans le site de la ville de Tizi-Ouzou durant les années 2019, 2020 et 2021

La contribution à l'inertie totale de l'axe Dim 1 est de 75,00%, alors que celle de l'axe Dim 2 est de 25,00%. Leur somme est égale à 100%.

Pour la contribution des gîtes à la réalisation des axes, les gîtes 6 et 8 interviennent par 50%, tandis que le gîte 7 n'intervient pas à la formation des axes, il est sur l'axe Dim 2. La contribution des espèces montre que *Cx. simpsoni* et *Cx. territans* interviennent par 33,33%, alors que *Cx. pipiens* s.l. et *Cx. hortensis* interviennent par 16,67%. *Cs. longiareolata* n'intervient pas à la formation des axes, elle est au centre du graphe.

IV.5.1.6.3. - Ihesnaouen

Le test de Khi-deux d'indépendance calculé pour le site d'Ihesnaouen donne une p-value = 0,8, cette valeur est supérieure au risque 0,05.

Le résultat de l'analyse factorielle des correspondances de la répartition des espèces culicidiennes dans le site d'Ihesnaouen est clarifié dans la figure 89 et l'annexe 7.

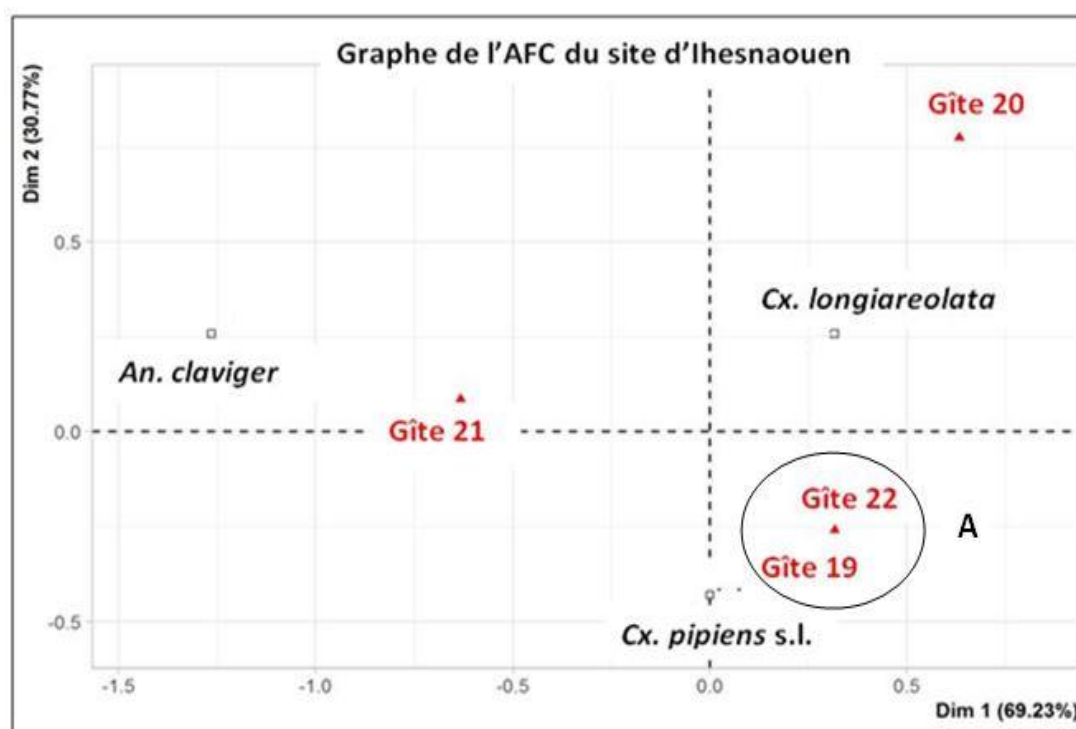


Figure 89 - Analyse factorielle des correspondances de la répartition des espèces culicidiennes dans le site d'Ihesnaouen durant les années 2019, 2020 et 2021

La contribution à l'inertie totale de l'axe Dim 1 est de 69,23%, alors que celle de l'axe Dim 2 est de 30,77%. Leur somme est égale à 100%.

La contribution des gîtes montre que le gîte 21 intervient par 60%, suivi du gîte 20 avec 20%. Les gîtes 19 et 22 contribuent par 10%. Concernant la contribution des espèces, *An. claviger* intervient par 80%, suivie de *Cs. longiareolata* avec une contribution de 20%. *Cx. pipiens* s.l. ne contribue pas à l'inertie des deux axes, elle est positionnée sur l'axe Dim 2.

IV.5.1.6.4. - Oued Aissi

Le test de Khi-deux d'indépendance calculé pour le site d'Oued Aissi donne une p-value = 0,9, cette valeur est supérieure au risque 0,05.

Le résultat de l'analyse factorielle des correspondances de la répartition des espèces culicidiennes dans le site d'Oued Aissi est clarifié dans la figure 90 et l'annexe 8.

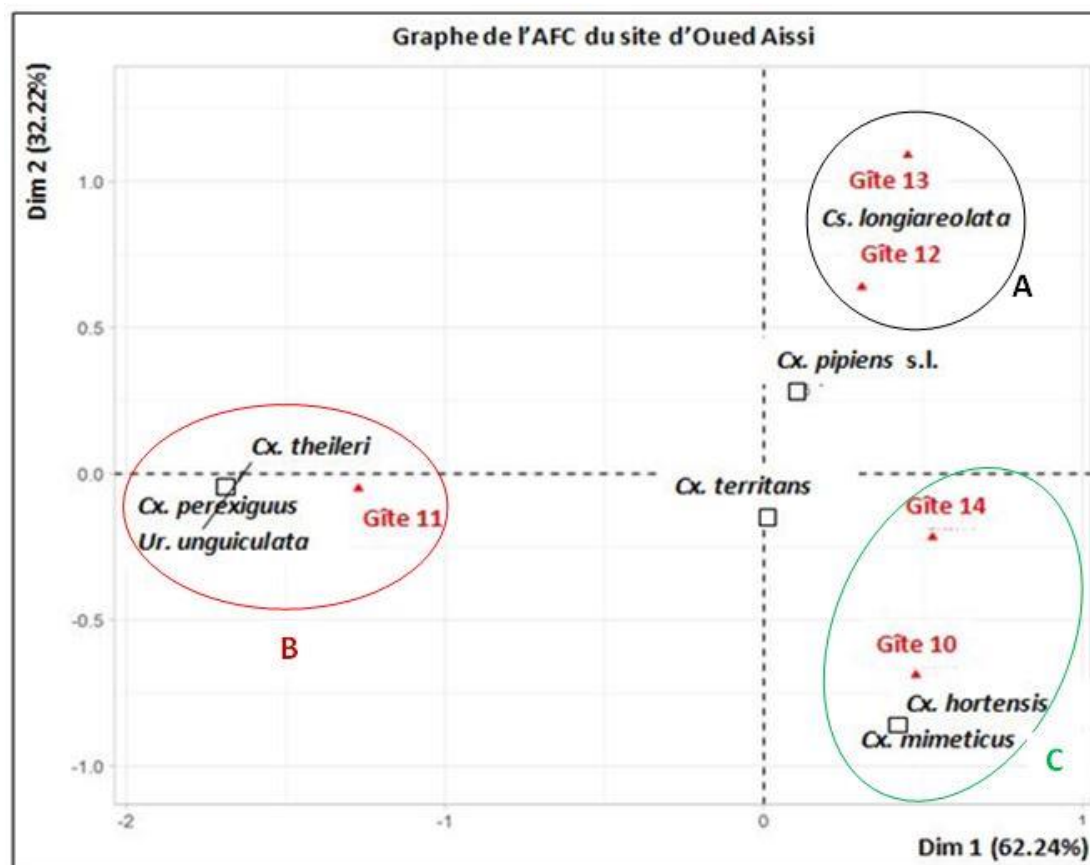


Figure 90 - Analyse factorielle des correspondances de la répartition des espèces culicidiennes dans le site d'Oued Aissi durant les années 2019, 2020 et 2021

La contribution à l'inertie totale de l'axe Dim 1 est de 62,24%, alors que celle de l'axe Dim 2 est de 32,22%. Leur somme est égale à 94,46%, cette valeur tend vers 100%.

Pour la contribution des gîtes à la réalisation des axes, le gîte 11 intervient par 73,05%, suivi des gîtes 14, 10, 13 et 12 soit 12,57% ; 8,18% ; 3,67% et 2,53% respectivement. La contribution des espèces montre qu'*Ur. unguiculata*, *Cx. perexiguus* et *Cx. theileri* interviennent par 25,05%, suivies de *Cs. longiareolata* avec une contribution de 8,51%. *Cx. mimeticus*, *Cx. hortensis*, *Cx. pipiens s.l.* et *Cx. territans* contribuent par 7,80% ; 7,80% ; 0,74% et 0,01% respectivement.

IV.5.2. - Station de Draâ Ben Khedda

IV.5.2.1. - Qualité d'échantillonnage

La qualité d'échantillonnage calculée pour les différents gîtes prospectés au niveau de la station de Draâ Ben Khedda est clarifiée dans le tableau 40.

Tableau 40 - Qualité d'échantillonnage des espèces culicidiennes inventoriées dans la station de Draâ Ben Khedda durant les années 2019, 2020 et 2021

Station	Station	Gîte	a	N	Q = a/N
Draâ Ben Khedda	Ville	Gîte 1	2	10	0,2
		Gîte 2	0	24	0
		Gîte 3	0	22	0
		Gîte 4	0	16	0
		Gîte 5	0	24	0

a : nombre d'espèces rencontrées une seule fois dans un relevé, N : nombre total de relevés, Q : qualité d'échantillonnage

La qualité d'échantillonnage calculée pour les gîtes larvaires 2, 3, 4, 5 est égale à 0, concernant le gîte 1, la valeur de Q est égale à 0,2, elle tend vers 0.

IV.5.2.2. - Richesse spécifique

La richesse spécifique des moustiques inventoriés dans la station de Draâ Ben Khedda durant la période d'étude est clarifiée dans le tableau 41.

Tableau 41 - Richesse spécifique des moustiques inventoriés dans la station de Draâ Ben Khedda durant les années 2019, 2020 et 2021

Station de Draâ Ben Khedda					
Site	Gîte	Espèces/gîte	S/ gîte	Espèces/station	S/ station
Ville	Gîte 1	<i>Cx. pipiens</i> s.l. <i>An. maculipennis</i> s.l. <i>Cx. simpsoni</i> <i>Cs. longiareolata</i> <i>Cx. hortensis</i>	5	<i>Cx. pipiens</i> s.l. <i>An. maculipennis</i> s.l. <i>Cx. simpsoni</i> <i>Cs. longiareolata</i> <i>Cx. hortensis</i> <i>Cx. territans</i>	6
	Gîte 2	<i>Cx. pipiens</i> s.l. <i>Cs. longiareolata</i>	2		
	Gîte 3	<i>Cx. pipiens</i> s.l. <i>Cs. longiareolata</i>	2		
	Gîte 4	<i>Cx. pipiens</i> s.l. <i>An. maculipennis</i> s.l. <i>Cx. hortensis</i>	3		
	Gîte 5	<i>Cs. longiareolata</i> <i>Cx. territans</i>	2		

S : nombre d'espèces

La station de Draâ Ben Khedda présente six espèces, il s'agit de *Cx. pipiens* s.l., *An. maculipennis* s.l., *Cx. simpsoni*, *Cs. longiareolata*, *Cx. hortensis* et *Cx. territans*. Le gîte 1 est le plus riche en espèces, cinq espèces sont recensées, suivi du gîte 4 avec trois espèces, les autres gîtes larvaires présentent deux espèces chacun.

IV.5.2.3. - Abondance relative

Les résultats de l'abondance relative des espèces culicidiennes inventoriées au niveau de la station de Draâ Ben Khedda sont rapportés dans la figure 91 et l'annexe 9.

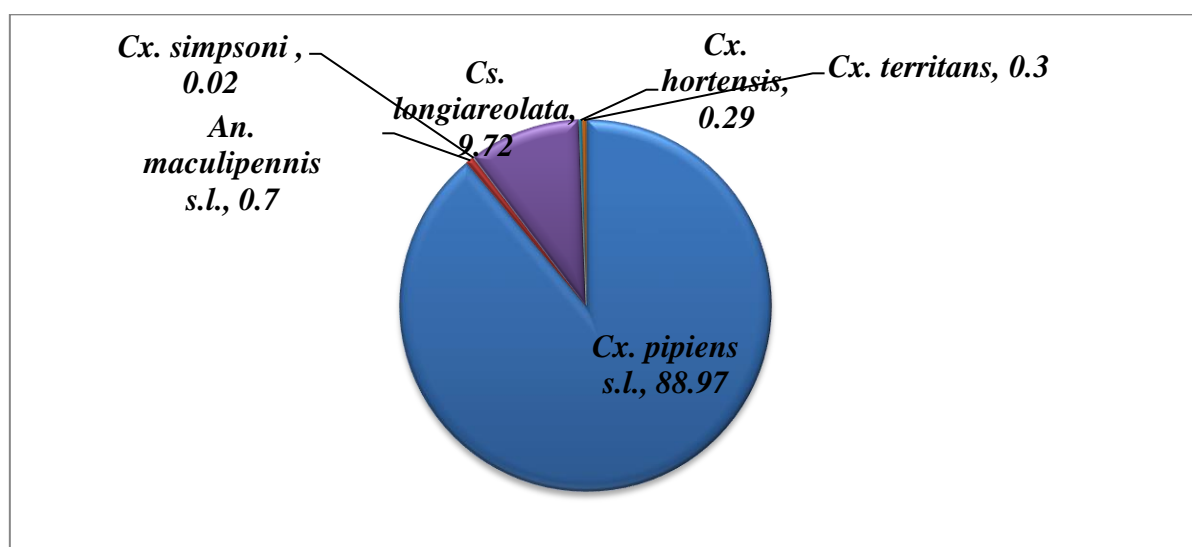


Figure 91 - Abondance relative des espèces culicidiennes inventoriées dans la station de Draâ Ben Khedda durant les années 2019, 2020 et 2021

L'étude de l'abondance relative des espèces inventoriées au niveau de la station de Draâ Ben Khedda montre que l'espèce la plus dominante est *Cx. pipiens* s.l. avec une valeur égale à 88,97%, suivie de *Cs. longiareolata* avec 9,72%. Les autres espèces présentent des valeurs très faibles, elles sont comprises entre 0,02% et 0,7%.

IV.5.2.4. - Fréquences d'occurrence

Les résultats des fréquences d'occurrence des moustiques inventoriés dans la station de Draâ Ben Khedda sont rapportés dans le tableau 42 et l'annexe 6.

Tableau 42 - Fréquences d'occurrence des espèces culicidiennes inventoriées dans la station de Draâ Ben Khedda durant les années 2019, 2020 et 2021

Station de Draâ Ben Khedda				
Site	Espèce	pi	FO (%)	Catégorie
Ville	<i>Cx. pipiens</i> s.l.	72	75	Accessoire
	<i>An. maculipennis</i> s.l.	7	7,29	Accidentelle
	<i>Cx. simpsoni</i>	1	1,04	Accidentelle
	<i>Cs. longiareolata</i>	47	48,95	Accessoire
	<i>Cx. hortensis</i>	3	3,12	Accidentelle
	<i>Cx. territans</i>	7	7,29	Accidentelle
	P	96		

pi : nombre de relevés contenant l'espèce i, P : nombre total de relevés, FO : fréquences d'occurrence

Au niveau de la station de Draâ Ben Khedda, une espèce est classée dans la catégorie constante, il s'agit de *Cx. pipiens* s.l. avec une fréquence d'occurrence égale à 75%. La classe accessoire est représentée par *Cs. longiareolata* avec une valeur de 48,95%. Les autres espèces sont classées comme des espèces accidentelles, elles représentent des fréquences d'occurrence comprises entre 1,04% et 7,29%.

IV.5.2.5. - Indices de structure

Les résultats des indices de Shannon et d'équitabilité calculés pour la station de Draâ Ben Khedda sont rapportés dans le tableau 43.

Tableau 43 - Indices de structure des espèces culicidiennes inventoriées dans la station de Draâ Ben Khedda durant les années 2019, 2020 et 2021

Station de Draâ Ben Khedda			
Site	H' (bit)	H max (bit)	E
Ville	0,57	2,58	0,22

H' : indice de Shannon, H max : diversité maximale, E : indice d'équitabilité

L'indice de Shannon calculé pour la station de Draâ Ben Khedda est égal à 0,57 bits, alors que l'indice d'équitabilité calculé est égal à 0,22, ce dernier est proche de 0.

IV.5.2.6. - Analyse statistique

Le test de Khi-deux d'indépendance calculé pour le site de Draâ Ben Khedda ville donne une p-value = 0,7, cette valeur est supérieure au risque 0,05.

Le résultat de l'analyse factorielle des correspondances de la répartition des espèces culicidiennes dans le site de Draâ Ben Khedda ville est clarifié dans la figure 92 et l'annexe 10.

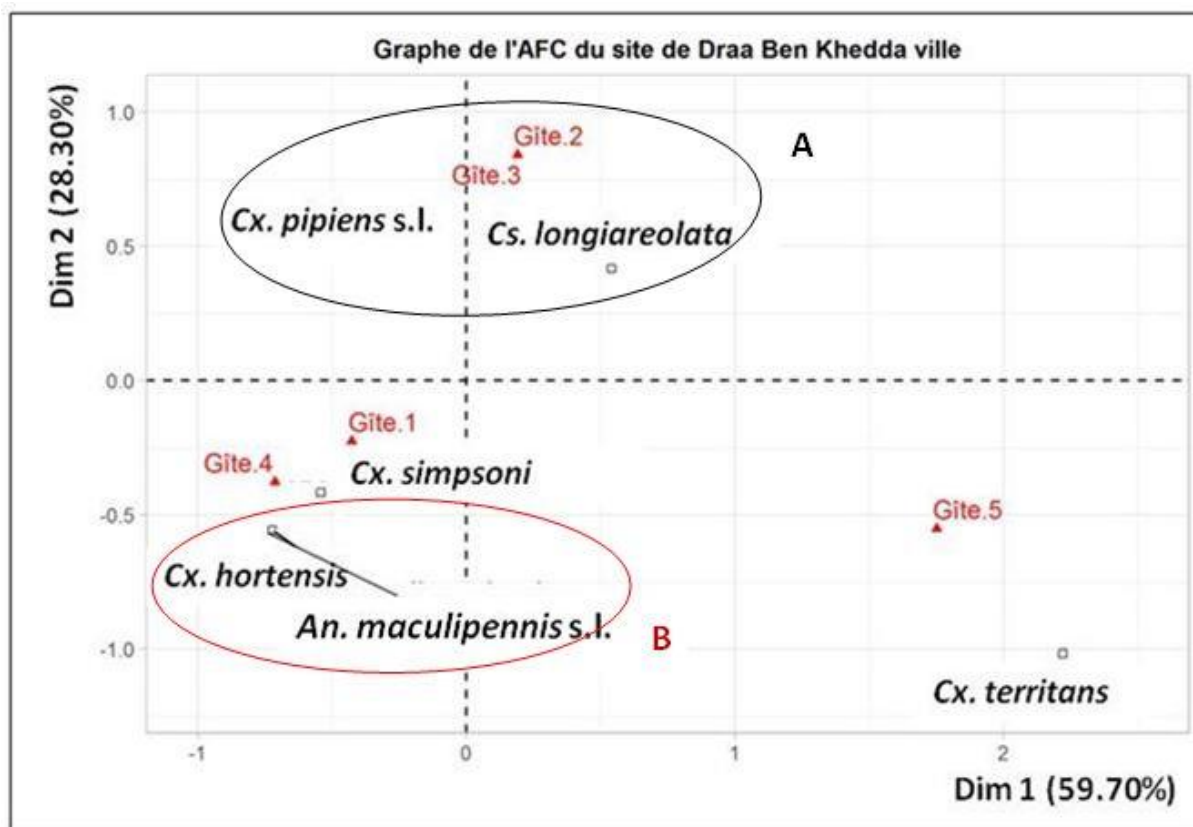


Figure 92 - Analyse factorielle des correspondances de la répartition des espèces culicidiennes dans le site de Draâ Ben Khedda ville durant les années 2019, 2020 et 2021

Les dimensions 1 et 2 expliquent environ 59,70% et 28,30% de l'inertie totale respectivement. Cela correspond à un total cumulé de 88% de l'inertie totale retenue par les deux dimensions, cette valeur tend vers 100%.

La contribution des gîtes montre que le gîte 5 intervient par 70,43%, suivi des gîtes 4 et 1 avec 17,43% et 10,46% respectivement. Les gîtes 2 et 3 contribuent par 0,84%. Quant à la contribution des espèces, *Cx. territans* intervient par 56,63%, suivie de *Cs. longiareolata* avec une contribution de 13,45%. *An. maculipennis* s.l. et *Cx. hortensis* contribuent par 11,96%, tandis que *Cx. simpsoni* et *Cx. pipiens* s.l. contribuent par 3,36% et 2,63% respectivement.

IV.5.3. - Station de Beni Aissi

IV.5.3.1. - Qualité d'échantillonnage

La qualité d'échantillonnage calculée pour la station de Beni Aissi est rapportée dans le tableau 44.

Tableau 44 - Qualité d'échantillonnage des espèces culicidiennes inventoriées dans la station de Beni Aissi durant les années 2019, 2020 et 2021

Station	Site	Gîte	a	N	Q = a/N
Beni Aissi	Barrage de Taksebt	Gîte 1	4	1	4
		Gîte 2	1	8	0,12
		Gîte 3	1	9	0,11
		Gîte 4	1	8	0,12

a : nombre d'espèces rencontrées une seule fois dans un relevé, N : nombre total de relevés, Q : qualité d'échantillonnage

La qualité d'échantillonnage calculée pour la station de Beni Aissi montre que les gîtes larvaires 2, 3 et 4 présentent des valeurs de Q très proches de 0, il s'agit de 0,12 ; 0,11 et 0,12 respectivement, alors que le gîte 1 représente une valeur de Q qui égale à 4, elle s'éloigne de 0.

IV.5.3.2. - Richesse spécifique

La richesse spécifique des moustiques inventoriés dans la station de Beni Aissi durant la période d'étude est clarifiée dans le tableau 45.

Tableau 45 - Richesse spécifique des moustiques recensés dans la station de Beni Aissi durant les années 2019, 2020 et 2021

Station de Beni Aissi					
Site	Gîte	Espèce/ gîte	S/ gîte	Espèce/ station	S/ station
Barrage de Taksebt	Gîte 1	<i>Cx. pipiens</i> s.l. <i>An. claviger</i> <i>Ae. caspius</i> <i>Cx. simpsoni</i>	4	<i>Cx. pipiens</i> s.l. <i>An. claviger</i> <i>Ae. caspius</i> <i>Cx. simpsoni</i>	9
	Gîte 2	<i>Cx. territans</i> <i>Cx. impudicus</i> <i>An. maculipennis</i> s.l. <i>An. claviger</i> <i>Cx. pipiens</i> s.l.	5	<i>Cx. territans</i> <i>Cx. impudicus</i> <i>An. maculipennis</i> s.l. <i>Cx. hortensis</i> <i>Cs. longiareolata</i>	
	Gîte 3	<i>Cx. pipiens</i> s.l. <i>An. maculipennis</i> s.l. <i>Cx. territans</i> <i>Cx. impudicus</i> <i>An. claviger</i>	5		
	Gîte 4	<i>Cs. longiareolata</i> <i>Cx. pipiens</i> s.l. <i>An. maculipennis</i> s.l. <i>Cx. hortensis</i> <i>An. claviger</i> <i>Cx. impudicus</i>	6		

S : nombre d'espèces

La station de Beni Aissi présente neuf espèces, il s'agit de *Cx. pipiens* s.l., *An. claviger*, *Ae. caspius*, *Cx. simpsoni*, *Cx. territans*, *Cx. impudicus*, *An. maculipennis* s.l., *Cx. hortensis* et *Cs. longiareolata*. Le gîte 4 est le plus riche en espèces, il représente six espèces, suivi des gîtes 2 et 3 avec cinq espèces chacun. Le gîte 1 vient en dernière position, il représente quatre espèces.

IV.5.3.3. - Abondance relative

L'abondance relative des moustiques calculée pour la station de Beni Aissi est clarifiée dans la figure 93 et l'annexe 9.

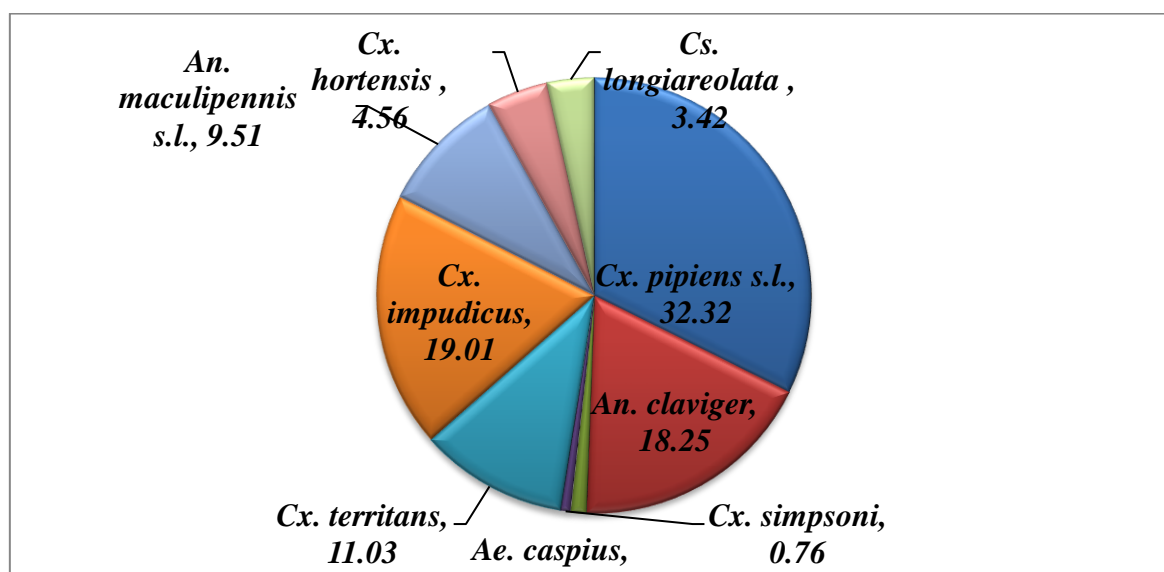


Figure 93 - Abondance relative des espèces culicidiennes inventoriées dans la station de Beni Aissi durant les années 2019, 2020 et 2021

Dans la station de Beni Aissi, *Cx. pipiens* s.l., domine avec une abondance relative de 32,32%, suivie de *Cx. impudicus* avec 19,01%. La troisième position est représentée par *An. claviger* avec 18,25%. Les autres espèces représentent des parts négligeables, elles présentent des valeurs comprises entre 0,76% et 9,51%.

IV.5.3.4. - Fréquences d'occurrence

Les fréquences d'occurrence des moustiques calculées pour la station de Beni Aissi sont clarifiées dans le tableau 46.

Tableau 46 - Fréquences d'occurrence des espèces culicidiennes inventoriées dans la station de Beni Aissi durant les années 2019, 2020 et 2021

Station de Beni Aissi				
Site	Espèce	pi	FO (%)	Catégorie
Barrage de Taksebt	<i>Cx. pipiens</i> s.l.	7	25,92	Accessoire
	<i>An. claviger</i>	12	44,44	Accessoire
	<i>Ae. caspius</i>	1	3,7	Accidentelle
	<i>Cx. simpsoni</i>	1	3,7	Accidentelle
	<i>Cx. territans</i>	5	18,51	Accidentelle
	<i>Cx. impudicus</i>	10	37,03	Accessoire
	<i>An. maculipennis</i> s.l.	10	37,03	Accessoire
	<i>Cx. hortensis</i>	2	7,4	Accidentelle
	<i>Cs. longiareolata</i>	2	7,4	Accidentelle
	P		27	

pi : nombre de relevés contenant l'espèce i, P : nombre total de relevés, FO : fréquences d'occurrence

Dans la station de Beni Aissi, quatre espèces sont classées comme des espèces accessoires, il s'agit de *Cx. pipiens* s.l., *An. maculipennis* s.l., *An. claviger* et *Cx. impudicus* avec des fréquences respectives de 25,92% ; 37,03% ; 44,44% et 37,03%. Les autres espèces sont considérées comme des espèces accidentelles, elles présentent des fréquences d'occurrence comprises entre 3,7% et 18,51%.

IV.5.3.5. - Indices de structure

Les résultats des indices de Shannon et d'équitabilité calculés pour la station de Beni Aissi sont rapportés dans le tableau 47.

Tableau 47 - Indices de structure des espèces culicidiennes inventoriées dans la station de Beni Aissi durant les années 2019, 2020 et 2021

Station de Beni Aissi			
Site	H' (bit)	H max (bit)	E
Barrage de Taksebt	2,6	3,16	0,82

H' : indice de Shannon, H max : diversité maximale, E : indice d'équitabilité

L'indice de Shannon calculé pour la station de Beni Aissi est égal à 2,6 bits, alors que l'indice d'équitabilité est égal à 0,82, cette valeur tend vers 1.

IV.5.3.6. - Analyse statistique

Le test de Khi-deux d'indépendance calculé pour la station de Beni Aissi donne une p-value = 0,8, cette valeur est supérieure au risque 0,05.

Le résultat de l'analyse factorielle des correspondances de la répartition des espèces culicidiennes dans le site du barrage de Taksebt est clarifié dans la figure 94 et l'annexe 11.

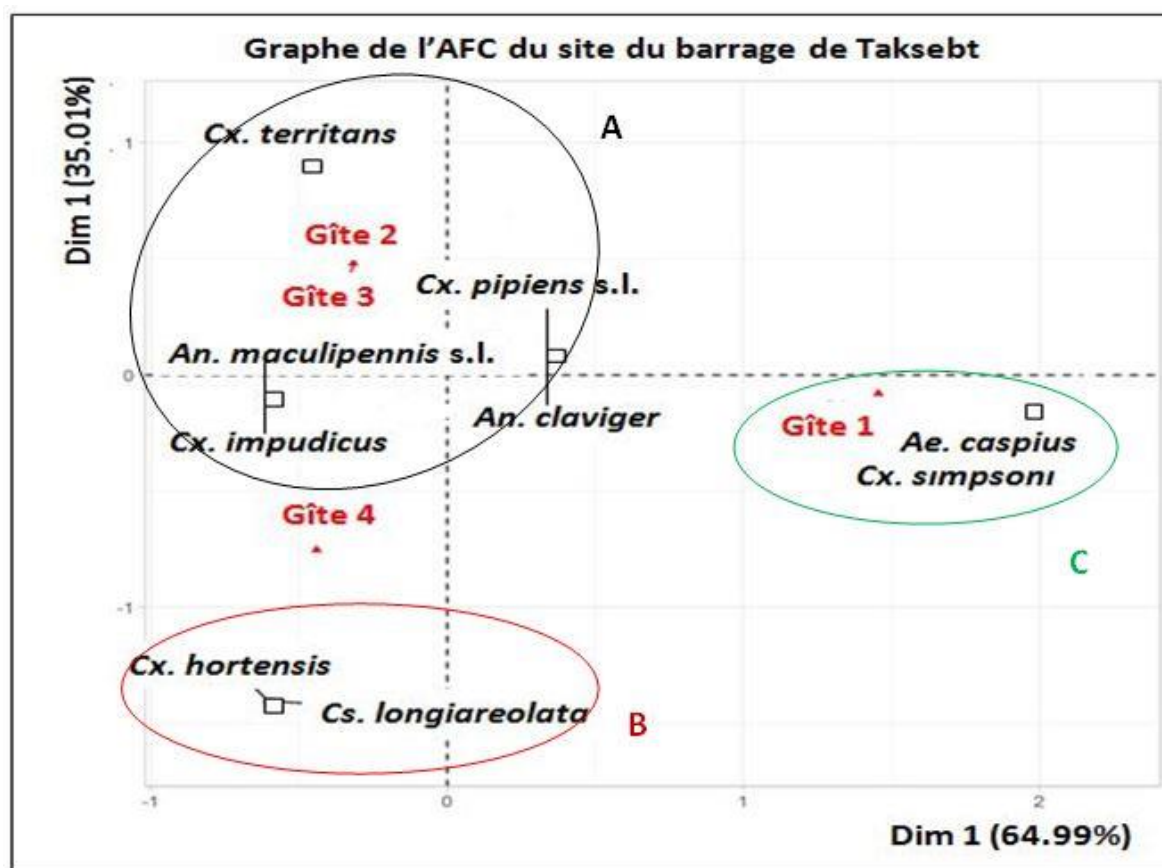


Figure 94 - Analyse factorielle des correspondances de la répartition des espèces culicidiennes dans le site du barrage de Taksebt durant les années 2019, 2020 et 2021

La contribution à l'inertie totale de l'axe Dim 1 est de 64,99%, alors que celle de l'axe Dim 2 est de 35,01%. Leur somme est égale à 100%.

La contribution des gîtes montre que le gîte 1 intervient par 79,57%, suivi du gîte 4 avec une valeur de 10,98%. Les gîtes 2 et 3 contribuent par 4,73%.

Concernant la contribution des espèces, *Cx. simpsoni* et *Ae. caspius* interviennent par 37,35%, suivies d'*An. maculipennis* s.l., et *Cx. impudicus* avec une contribution de 6,81%. Les autres espèces contribuent par des pourcentages très faibles, il s'agit de 3,55% ; 3,44% ; 3,44% ; 0,63% et 0,63% pour *Cx. territans*, *Cs. longiareolata*, *Cx. hortensis*, *Cx. pipiens* s.l. et *An. claviger* respectivement.

IV.5.4. - Station d'Ouaguenoun

IV.5.4.1. - Qualité d'échantillonnage

La qualité d'échantillonnage calculée pour les différents gîtes prospectés au niveau de la station d'Ouaguenoun est rapportée dans le tableau 48.

Tableau 48 - Qualité d'échantillonnage des espèces culicidiennes inventoriées dans la station d'Ouaguenoun durant les années 2019, 2020 et 2021

Station	Site	Gîte	a	N	Q = a/N
Ouaguenoun	Tamda	Gîte 1	0	15	0
		Gîte 2	2	1	2
		Gîte 3	0	14	0
		Gîte 4	3	2	1,5

a : nombre d'espèces rencontrées une seule fois dans un relevé, N : nombre total de relevés, Q : qualité d'échantillonnage

Au niveau de la station d'Ouaguenoun, deux gîtes larvaires présentent une valeur de Q égale à 0, il s'agit des gîtes 1 et 3. Quant aux gîtes larvaires 2 et 4, les valeurs de Q s'éloignent de 0, il s'agit respectivement de 1, 5 et 2.

IV.5.4.2. - Richesse spécifique

La richesse spécifique des moustiques inventoriés dans la station d'Ouaguenoun durant la période d'étude est clarifiée dans le tableau 49.

Tableau 49 - Richesse spécifique des moustiques inventoriés dans la station d'Ouaguenoun durant les années 2019, 2020 et 2021

Station d'Ouaguenoun					
Site	Gîte	Espèces/gîte	S/ gîte	Espèces/station	S/ station
Tamda	Gîte 1	<i>Cs. longiareolata</i> <i>Cx. pipiens</i> s.l. <i>An. claviger</i>	3	<i>Cs. longiareolata</i> <i>Cx. pipiens</i> s.l. <i>An. claviger</i>	8
	Gîte 2	<i>Cs. longiareolata</i> <i>Cx. territans</i>	2	<i>Cx. territans</i> <i>An. maculipennis</i> s.l.	
	Gîte 3	<i>Cs. longiareolata</i> <i>Cx. pipiens</i> s.l.	2	<i>Cx. laticinctus</i> <i>Cx. theileri</i>	
	Gîte 4	<i>An. maculipennis</i> s.l. <i>Cx. laticinctus</i> <i>Cx. theileri</i> <i>Cx. territans</i> <i>Cx. perexiguus</i>	5	<i>Cx. perexiguus</i>	

S : nombre d'espèces

La station d'Ouaguenoun présente huit espèces, il s'agit de *Cs. longiareolata*, *Cx. pipiens* s.l., *An. claviger*, *Cx. territans*, *An. maculipennis* s.l., *Cx. laticinctus*, *Cx. theileri* et *Cx. perexiguus*. Le gîte 5 est le plus riche en espèces, il représente cinq espèces, suivi du gîte 1 avec trois espèces. Quant aux gîtes 2 et 3, ils sont classés les deux en dernier rang avec deux espèces chacun.

IV.5.4.3. - Abondance relative

Les résultats de l'abondance relative des espèces culicidiennes inventoriées au niveau de la station d'Ouaguenoun sont clarifiés dans la figure 95 et l'annexe 9.

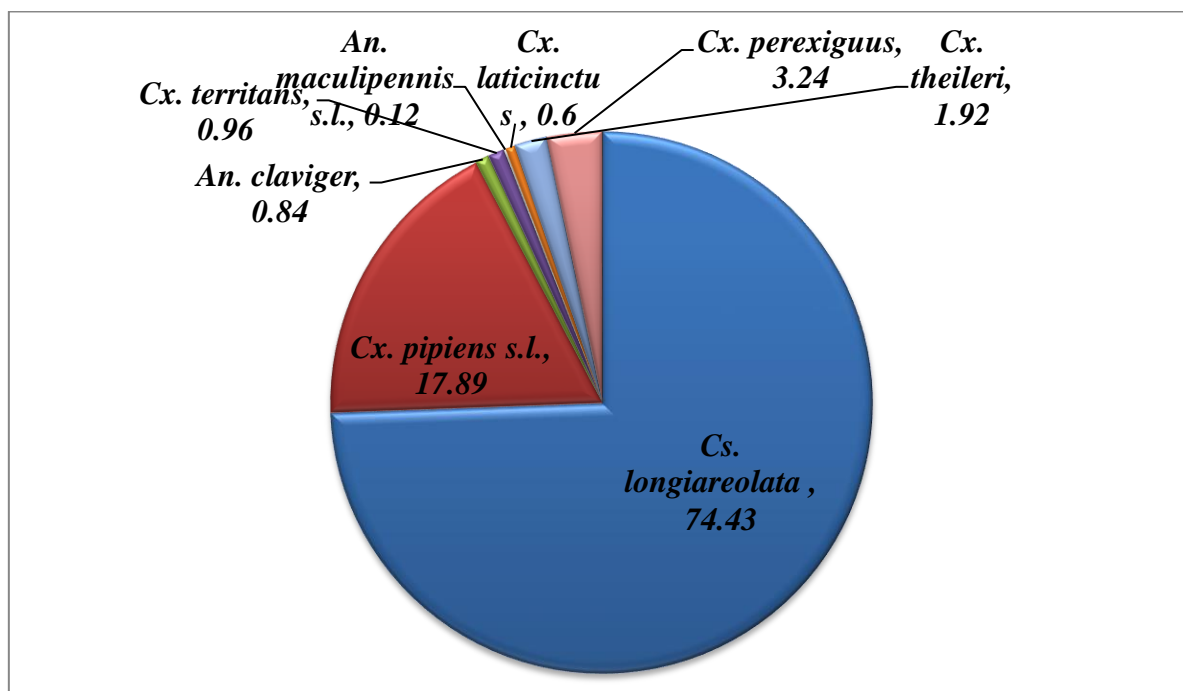


Figure 95 - Abondance relative des espèces culicidiennes inventoriées dans la station d'Ouaguenoun durant les années 2019, 2020 et 2021

L'abondance relative calculée pour la station d'Ouaguenoun montre que l'espèce la plus abondante est *Cs. longiareolata* avec une valeur égale à 74,43%, suivie de *Cx. pipiens s.l.* avec 17,89%. La troisième position est représentée par *Cx. perexiguus* avec une abondance relative égale à 3,24%. Les autres espèces prennent des parts négligeables, elles représentent des abondances relatives comprises entre 0,12% et 3,24%.

IV.5.4.4. - Fréquences d'occurrence

Les résultats des fréquences d'occurrence calculées pour la station d'Ouaguenoun sont rapportés dans le tableau 50.

Tableau 50 - Fréquences d'occurrence des espèces culicidiennes inventoriées dans la station d'Ouaguenoun durant les années 2019, 2020 et 2021

Station d'Ouaguenoun				
Site	Espèce	pi	FO (%)	Catégorie
Tamda	<i>Cs. longiareolata</i>	30	93,75	Constante
	<i>Cx. pipiens</i> s.l.	15	46,87	Accessoire
	<i>An. claviger</i>	3	9,37	Accidentelle
	<i>Cx. territans</i>	3	9,37	Accidentelle
	<i>An. maculipennis</i> s.l.	1	3,12	Accidentelle
	<i>Cx. laticinctus</i>	1	3,12	Accidentelle
	<i>Cx. theileri</i>	2	6,25	Accidentelle
	<i>Cx. perexiguus</i>	1	3,12	Accidentelle
	P	32		

pi : nombre de relevés contenant l'espèce i, P : nombre total de relevés, FO : fréquences d'occurrence

Les fréquences d'occurrence calculées par la station d'Ouaguenoun montrent que les catégories constante et accessoire sont représentées par une seule espèce chacune, il s'agit de *Cs. longiareolata* et *Cx. pipiens* s.l. avec des valeurs respectives de 93,75% et 46,87%. Les autres espèces sont classées comme des espèces accidentelles, elles présentent des valeurs comprises entre 3,12% et 9,37%.

IV.5.4.5. - Indices de structure

Les résultats des indices de structure calculés pour la station d'Ouaguenoun sont rapportés dans le tableau 51.

Tableau 51 - Indices de structure des espèces culicidiennes inventoriées dans la station d'Ouaguenoun durant les années 2019, 2020 et 2021

Station d'Ouaguenoun			
Site	H' (bit)	H max (bit)	E
Tamda	1,1	3	0,36

H' : indice de Shannon, H max : diversité maximale, E : indice d'équitabilité

L'indice de Shannon calculé pour la station d'Ouaguenoun est égal à 1,1 bits, alors que l'indice d'équitabilité est égal à 0,36, cette valeur se rapproche de 0.

IV.5.4.6. - Analyse statistique

Le test de Khi-deux d'indépendance calculé pour la station d'Ouaguenoun donne une p-value = 0,7, cette valeur est supérieure au risque 0,05.

Le résultat de l'analyse factorielle des correspondances de la répartition des espèces culicidiennes dans le site de Tamda est clarifié dans la figure 96 et l'annexe 12.

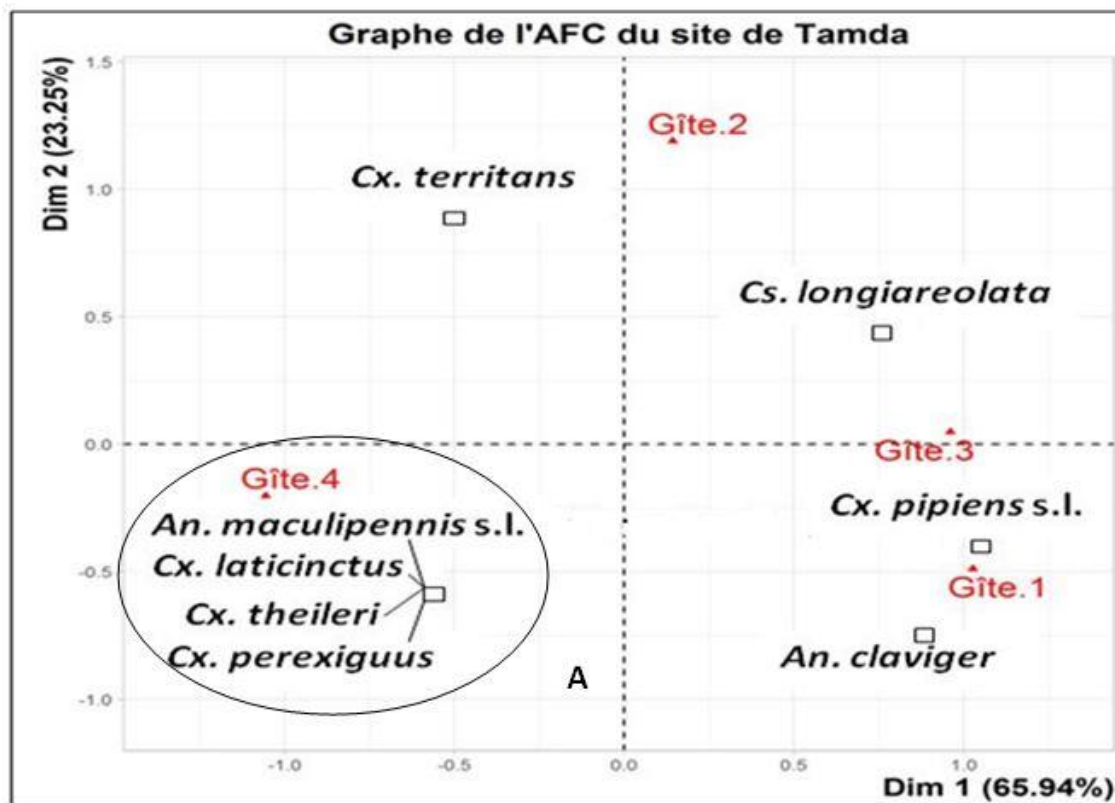


Figure 96 - Analyse factorielle des correspondances de la répartition des espèces culicidiennes dans le site de Tamda durant les années 2019, 2020 et 2021

Les dimensions 1 et 2 expliquent environ 65,94% et 23,25% de l'inertie totale respectivement. Cela correspond à un total cumulé de 89,19% de l'inertie totale retenue par les deux dimensions, cette valeur tend vers 100%.

La contribution des gîtes montre que le gîte 4 contribue par 52,54%, suivi des gîtes 1 et 3 avec 29,72% et 17,36% respectivement. Le gîte 2 représente une contribution très faible, elle égale à 0,38%. Concernant la contribution des espèces, *Cx. pipiens* s.l. représente la contribution la plus élevée, elle égale à 20,94%, suivie de *Cs. longiareolata* avec 16,03%. Les espèces *An. maculipennis* s.l., *Cx. laticinctus*, *Cx. theileri* et *Cx. perexiguus* représentent toutes une contribution de 11,85%. *An. claviger* et *Cx. territans* viennent en dernière position, elles représentent des contributions égales à 11,17% et 4,44% respectivement.

IV.5.5. - Station d'Ait Khelili

IV.5.5.1. - Qualité d'échantillonnage

La qualité d'échantillonnage calculée pour les différents gîtes prospectés au niveau de la station d'Ait Khelili est rapportée dans le tableau 52.

Tableau 52 - Qualité d'échantillonnage des espèces culicidiennes inventoriées dans la station d'Ait Khelili durant les années 2019, 2020 et 2021

Station	Site	Gîte	a	N	Q = a/N
Ait Khelili	Megheira	Gîte 1	0	2	0
		Gîte 2	1	2	0,5
	Ighil Ouguelmim	Gîte 3	1	2	0,5
		Gîte 4	2	1	2

a : nombre d'espèces rencontrées une seule fois dans un relevé, N : nombre total de relevés, Q : qualité d'échantillonnage

La qualité d'échantillonnage calculée pour la station d'Ait Khelili présente une valeur de Q égale à 0 dans le gîte 1. Quant aux autres gîtes, les valeurs de Q s'éloignent de 0, elles sont comprises entre 0,5 et 2.

IV.5.5.2. - Richesse spécifique

La richesse spécifique des moustiques inventoriés dans la station d'Ait Khelili durant la période d'étude est clarifiée dans le tableau 53.

Tableau 53 - Richesse spécifique des moustiques inventoriés dans les sites d'Ait Khelili durant les années 2019, 2020 et 2021

Station d'Ait Khelili							
Site	Gîte	Espèce/ gîte	S/ gîte	Espèce/ site	S/ site	Espèce/ station	S/ stat
Megheira	Gîte 1	<i>Cs. longiareolata</i> <i>Cx. pipiens</i> s.l.	2	<i>Cs. longiareolata</i> <i>Cx. pipiens</i> s.l.	3	<i>Cs. longiareolata</i> <i>Cx. pipiens</i> s.l. <i>Cx. territans</i>	3
	Gîte 2	<i>Cs. longiareolata</i> <i>Cx. territans</i>	2	<i>Cx. territans</i>			
Ighil Ouguelmim	Gîte 3	<i>Cs. longiareolata</i> <i>Cx. pipiens</i> s.l.	2	<i>Cs. longiareolata</i> <i>Cx. pipiens</i> s.l.	2		
	Gîte 4	<i>Cs. longiareolata</i> <i>Cx. pipiens</i> s.l.	2				

S : nombre d'espèces, stat : station

La station d'Ait Khelili présente trois espèces, ce sont : *Cs. longiareolata*, *Cx. pipiens* s.l. et *Cx. territans*. Le site de Megheira présente trois espèces, alors que celui d'Ighil Ouguelmim présente deux espèces seulement. Tous les gîtes larvaires prospectés au niveau de cette station présentent deux espèces chacun.

IV.5.5.3. - Abondance relative

Les résultats de l'abondance relative des espèces de Culicidae inventoriées au niveau de la station d'Ait Khelili sont clarifiés dans la figure 97 et l'annexe 13.

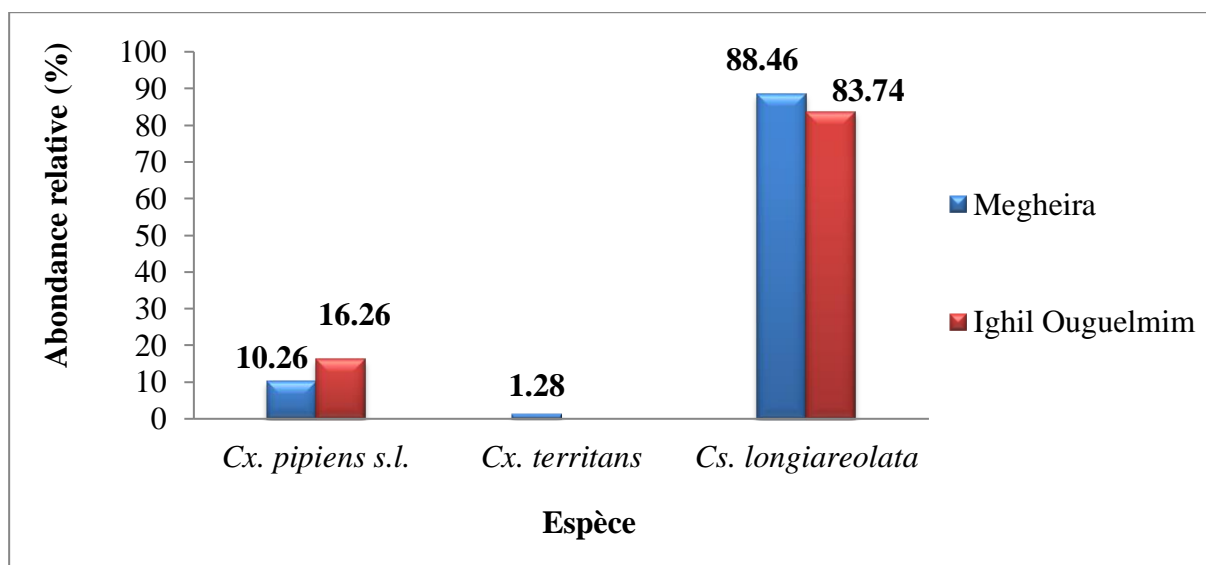


Figure 97 - Abondance relative des espèces culicidiennes inventoriées dans la station d'Ait Khelili durant les années 2019, 2020 et 2021

L'espèce la plus dominante au niveau du site de Megheira est *Cs. longiareolata* avec une abondance relative de 88,46%, suivie de *Cx. pipiens s.l.* avec une valeur égale à 10,26%. *Cx. territans* est classée en dernier rang avec une valeur égale à 1,28%. Pour le site d'Ighil Ouguelmim, *Cs. longiareolata* est l'espèce la plus abondante avec une abondance relative égale à 83,74%, suivie de *Cx. pipiens s.l.* avec une valeur de 16,26%.

IV.5.5.4. - Fréquences d'occurrence

Les résultats des fréquences d'occurrence des espèces culicidiennes inventoriées au niveau de la station d'Ait Khelili sont rapportés dans le tableau 54.

Tableau 54 - Fréquences d'occurrence des espèces culicidiennes inventoriées dans la station d'Ait Khelili durant les années 2019, 2020 et 2021

Station d'Ait Khelili						
Site	Megheira			Ighil Ouguelmim		
Espèce	pi	FO (%)	Catégorie	pi	FO (%)	Catégorie
<i>Cx. pipiens s.l.</i>	2	50	Constante	2	66,66	Constante
<i>Cx. territans</i>	1	25	Accessoire	-	-	-
<i>Cs. longiareolata</i>	4	100	Constante	3	100	Constante
P	4			3		

pi : nombre de relevés contenant l'espèce i, P : nombre total de relevés, FO : fréquences d'occurrence, - : espèce absente

Les fréquences d'occurrence calculées pour le site de Megheira montrent que les espèces qui prennent la catégorie constante sont *Cx. pipiens s.l.* et *Cs. longiareolata* avec des valeurs respectives de 50% et 100%, alors que *Cx. territans* prend la catégorie accessoire avec une

valeur de 25%. Par rapport au site d'Ighil Ouguelmim, les deux espèces présentes dans ce site sont classées comme des espèces constantes, avec des valeurs égales à 66,66% pour *Cx. pipiens* s.l. et 100% pour *Cs. longiareolata*.

IV.5.5.5. - Indices de structure

Les résultats des indices de structure calculés pour la station d'Ait Khelili sont rapportés dans le tableau 55.

Tableau 55 - Indices de structure des espèces culicidiennes inventoriées dans la station d'Ait Khelili durant les années 2019, 2020 et 2021

Station d'Ait Khelili			
Site	H' (bit)	H max (bit)	E
Megheira	0,57	1,58	0,36
Ighil Ouguelmim	0,64	1	0,64

H' : indice de Shannon, H max : diversité maximale, E : indice d'équitabilité

L'indice de Shannon calculé pour le site de Megheira est égal à 0,57 bits, alors qu'au niveau du site d'Ighil Ouguelmim, il est égal à 0,64 bits.

L'indice d'équitabilité obtenu pour le site de Megheira se rapproche de 0, il est égal à 0,36, par contre dans le site d'Ighil Ouguelmim, l'équitabilité se rapproche de 1, elle est égale à 0,64.

IV.5.6. - Station de Béni Zmenzer

IV.5.6.1. - Qualité d'échantillonnage

La qualité d'échantillonnage calculée pour le gîte prospecté au niveau de la station de Béni Zmenzer est rapportée dans le tableau 56.

Tableau 56 - Qualité d'échantillonnage des espèces culicidiennes inventoriées dans la station de Béni Zmenzer durant l'année 2021

Station	Site	Gîte	a	N	Q = a/N
Béni Zmenzer	Ait-Ouaneche	Gîte 1	2	5	0,4

a : nombre d'espèces rencontrées une seule fois dans un relevé, N : nombre total de relevés, Q : qualité d'échantillonnage

La qualité d'échantillonnage calculée pour la station Béni Zmenzer donne une valeur qui tend vers 0, elle est égale à 0,4.

IV.5.6.2. - Richesse spécifique

La richesse spécifique des moustiques inventoriés dans la station de Béni Zmenzer durant la période d'étude est rapportée dans le tableau 57.

Tableau 57 - Richesse spécifique des moustiques inventoriés dans la station de Béni Zmenzer durant l'année 2021

Station de Béni Zmenzer					
Site	Gîte	Espèce/ gîte	S/ gîte	Espèce/ station	S/ station
Ait-Ouaneche	Gîte 1	<i>Cx. pipiens</i> s.l.	3	<i>Cx. pipiens</i> s.l.	3
		<i>Cs. longiareolata</i>		<i>Cs. longiareolata</i>	
		<i>Cx. hortensis</i>		<i>Cx. hortensis</i>	

S : nombre d'espèces

La station de Béni Zmenzer présente trois espèces, il s'agit de *Cx. pipiens* s.l., *Cs. longiareolata* et *Cx. hortensis*.

IV.5.6.3. - Abondance relative

L'abondance relative des espèces culicidiennes inventoriées au niveau de la station de Béni Zmenzer est clarifiée dans la figure 98 et l'annexe 14.

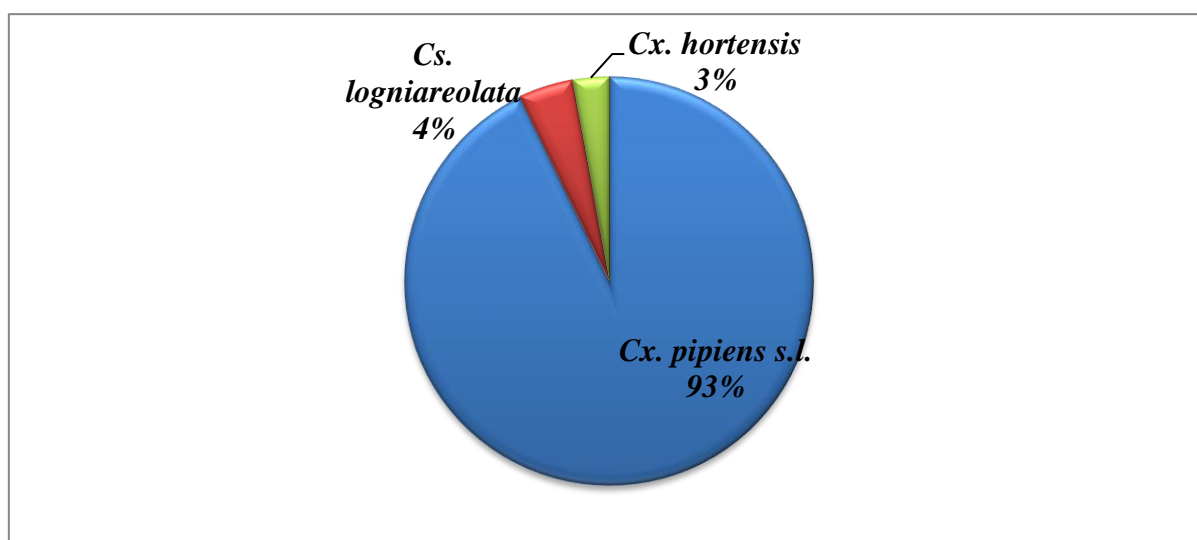


Figure 98 - Abondance relative des espèces culicidiennes inventoriées dans la station de Béni Zmenzer durant l'année 2021

Au niveau de la station de Béni Zmenzer, *Cx. pipiens* s.l. domine avec une abondance relative égale à 92,86%, suivie de *Cs. longiareolata* avec une valeur de 4,29%. La dernière position est représentée par *Cx. hortensis* avec une valeur de 2,85%.

IV.5.6.4. - Fréquences d'occurrence

Les résultats des fréquences d'occurrence des espèces culicidiennes inventoriées au niveau de la station de Béni Zmenzer sont rapportés dans le tableau 58.

Tableau 58 - Fréquences d'occurrence des espèces culicidiennes inventoriées dans la station de Béni Zmenzer durant l'année 2021

Station de Béni Zmenzer				
Site	Espèce	pi	FO (%)	Catégorie
Ait-Ouaneche	<i>Cx. pipiens</i> s.l.	5	100	Constante
	<i>Cx. hortensis</i>	1	20	Accidentelle
	<i>Cs. longiareolata</i>	1	20	Accidentelle
	P	5		

pi : nombre de relevés contenant l'espèce i, P : nombre total de relevés, FO : fréquences d'occurrence

Les résultats des fréquences d'occurrence calculées pour la station de Béni Zmenzer montre que le complexe *Cx. pipiens* s.l. est classé dans la catégorie constante, il présente une fréquence absolue égale à 100%. Les autres espèces sont classées comme des espèces accidentelles, elles présentent une fréquence d'occurrence de 20%.

IV.5.6.5. - Indices de structure

Les résultats des indices de structure calculés pour la station de Béni Zmenzer sont rapportés dans le tableau 59.

Tableau 59 - Indices de structure des espèces culicidiennes inventoriées dans la station de Béni Zmenzer durant l'année 2021

Station de Béni Zmenzer			
Site	H' (bit)	H max (bit)	E
Ath-Ouaneche	0,44	1,58	0,27

H' : indice de Shannon, H max : diversité maximale, E : indice d'équitabilité

L'indice de Shannon calculé pour la station de Béni Zmenzer est égal à 0,44 bits, alors que l'indice d'équitabilité est égal à 0,27, cette valeur est proche de 0.

IV.5.7. - Station d'Azazga

IV.5.7.1. - Qualité d'échantillonnage

La qualité d'échantillonnage calculée pour les différents gîtes prospectés au niveau de la station d'Azazga est rapportée dans le tableau 60.

Tableau 60 - Qualité d'échantillonnage des espèces culicidiennes inventoriées dans la station d'Azazga durant les années 2019, 2020 et 2021

Station	Site	Gîte	a	N	Q = a/N
Azazga	Ville	Gîte 1	3	1	3
		Gîte 2	2	1	2
	Cheurfa	Gîte 3	1	5	0,2
		Gîte 4	1	1	1
		Gîte 5	0	5	0

	Gîte 6	0	3	0
	Gîte 7	2	2	1
	Gîte 8	2	1	2
	Gîte 9	2	4	0,5
	Gîte 10	0	4	0
	Gîte 11	2	1	2

a : nombre d'espèces rencontrées une seule fois dans un relevé, N : nombre total de relevés, Q : qualité d'échantillonnage

La qualité d'échantillonnage calculée pour le site d'Azazga ville donne des valeurs loin de 0, elles égalent à 2 et 3 pour les gîtes larvaires 1 et 2 respectivement. Quant au site de Cheurfa, la valeur de Q égale à 0 dans les gîtes larvaires 5, 6 et 10. Le gîte 3 présente une valeur proche de 0, elle égale à 0,2. Par rapport aux gîtes larvaires 4, 7, 8, 9 et 11, les valeurs de Q s'éloignent de 0, elles sont comprises entre 0,5 et 2.

IV.5.7.2. - Richesse spécifique

La richesse spécifique des moustiques inventoriés dans la station d'Azazga durant la période d'étude est rapportée dans le tableau 61.

Tableau 61 - Richesse spécifique des moustiques inventoriés dans la station d'Azazga durant les années 2019, 2020 et 2021

Station d'Azazga							
Site	Gîte	Espèce/ gîte	S/ gîte	Espèce/ site	S/ site	Espèce/ station	S/ stat
Ville	Gîte 1	<i>Cx. hortensis</i> <i>Cx. pipiens</i> s.l. <i>Cs.</i> <i>longiareolata</i>	3	<i>Cx. hortensis</i> <i>Cx. pipiens</i> s.l. <i>Cs. longiareolata</i>	3	<i>Cx. hortensis</i> <i>Cx. pipiens</i> s.l. <i>Cs. longiareolata</i> <i>Cx. impudicus</i>	4
	Gîte 2	<i>Cx. hortensis</i> <i>Cs.</i> <i>longiareolata</i>	2				
Cheurfa	Gîte 3	<i>Cx. hortensis</i> <i>Cx. pipiens</i> s.l. <i>Cs.</i> <i>longiareolata</i>	3	<i>Cx. hortensis</i> <i>Cx. pipiens</i> s.l. <i>Cs. longiareolata</i> <i>Cx. impudicus</i>	4		
	Gîte 4	<i>Cs.</i> <i>longiareolata</i>	1				
	Gîte 5	<i>Cs.</i> <i>longiareolata</i>	1				
	Gîte 6	<i>Cx. hortensis</i> <i>Cx. pipiens</i> s.l. <i>Cs.</i> <i>longiareolata</i>	3				
	Gîte 7	<i>Cx. hortensis</i> <i>Cx. pipiens</i> s.l.	3				

		<i>Cs. longiareolata</i>					
Gîte 8		<i>Cx. hortensis</i> <i>Cs. longiareolata</i>	2				
Gîte 9		<i>Cx. hortensis</i> <i>Cx. pipiens s.l.</i> <i>Cx. impudicus</i>	3				
Gîte 10		<i>Cx. pipiens s.l.</i> <i>Cx. impudicus</i>	2				
Gîte 11		<i>Cx. pipiens s.l.</i> <i>Cs. longiareolata</i>	2				

S : nombre d'espèces, stat : station

La station d'Azazga présente quatre espèces, il s'agit de *Cx. hortensis*, *Cx. pipiens s.l.*, *Cs. longiareolata* et de *Cx. impudicus*. Le site d'Azazga ville présente trois espèces, alors que celui de Cheurfa présente quatre espèces. Les gîtes 1, 3, 6, 7 et 9 sont les plus riches en espèces, ils présentent trois espèces chacun. Les gîtes 2, 8, 10 et 11 viennent en deuxième position, ils présentent deux espèces pour chaque gîte, alors que les gîtes 4 et 5 sont les plus pauvres en espèces, une espèce représente chacun.

IV.5.7.3. - Abondance relative

Les résultats des abondances relatives des espèces de Culicidae inventoriées au niveau de la station d'Azazga sont clarifiés dans la figure 99 et l'annexe 13.

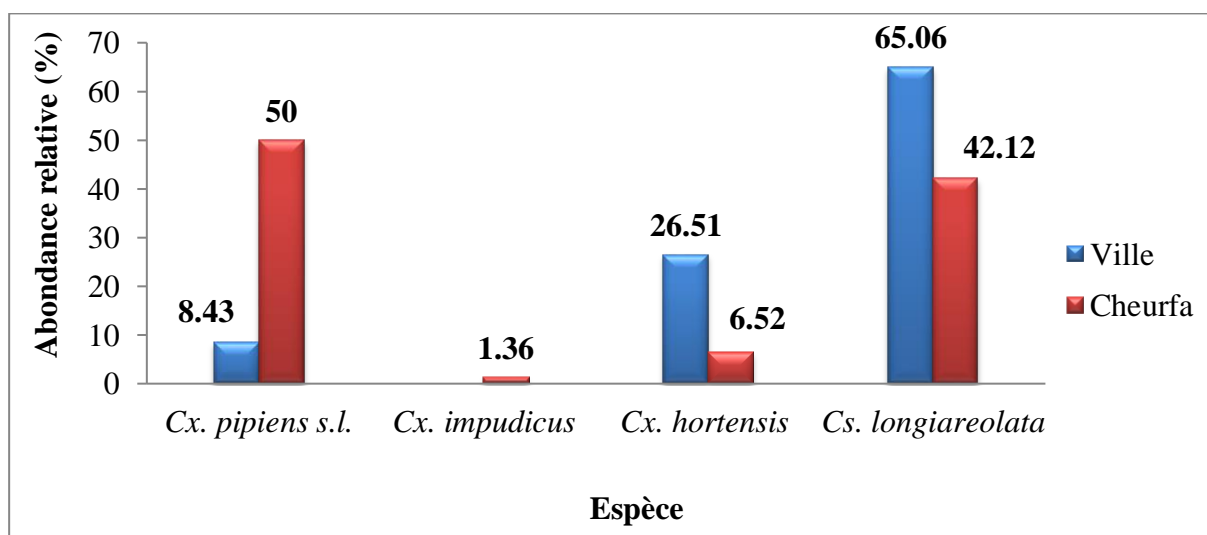


Figure 99 - Abondance relative des espèces culicidiennes inventoriées dans la station d'Azazga durant les années 2019, 2020 et 2021

Il ressort de la figure 99 que l'espèce la plus dominante dans le site d'Azazga ville est *Cs. longiareolata*, soit 65,06%, suivie de *Cx. hortensis* avec une abondance relative de 26,51%. *Cx. pipiens* s.l. vient en dernier rang avec une valeur égale à 8,43%. Alors qu'au niveau du site de Cheurfa, l'espèce la plus abondante est *Cx. pipiens* s.l. avec une valeur égale à 50%, suivie de *Cs. longiareolata* avec 42,12%, le troisième rang est représenté par *Cx. hortensis* avec 6,52%. Quant au dernier rang, il est représenté par *Cx. impudicus* avec une valeur très faible, égale à 1,36%.

IV.5.7.4. - Fréquences d'occurrence

Les fréquences d'occurrence des espèces de Culicidae inventoriées au niveau de la station d'Azazga sont rapportées dans le tableau 62.

Tableau 62 - Fréquences d'occurrence des espèces culicidiennes inventoriées dans la station d'Azazga durant les années 2019, 2020 et 2021

Station d'Azazga						
Site	Ville			Cheurfa		
Espèce	pi	FO (%)	Catégorie	pi	FO (%)	Catégorie
<i>Cx. pipiens</i> s.l.	1	50	Constante	17	65,38	Constante
<i>Cx. impudicus</i>	-	-	-	3	11,53	Accidentelle
<i>Cx. hortensis</i>	2	100	Constante	7	26,92	Accessoire
<i>Cs. longiareolata</i>	2	100	Constante	15	57,69	Constante
P	2			26		

pi : nombre de relevés contenant l'espèce i, P : nombre total de relevés, FO : fréquences d'occurrence, - : espèce absente

Le tableau 62 montre qu'au niveau du site d'Azazga ville, toutes les espèces trouvées sont classées dans la catégorie constante, elles présentent des fréquences d'occurrence comprises entre 50% et 100%. Quant au site de Cheurfa, deux espèces sont classées dans la catégorie constante, il s'agit de *Cx. pipiens* s.l. et *Cs. longiareolata* avec des fréquences respectives de 65,38% et 57,69%, alors qu'une espèce est classée comme accessoire et une autre est classée comme accidentelle, il s'agit respectivement de *Cx. hortensis* avec une fréquence de 26,92% et de *Cx. impudicus* soit 11,53%.

IV.5.7.5. - Indices de structure

Les résultats des indices de structure obtenus pour la station d'Azazga sont clarifiés dans le tableau 63.

Tableau 63 - Indices de structure des espèces culicidiennes inventoriées dans la station d'Azazga durant les années 2019, 2020 et 2021

Station d'Azazga			
Site	H' (bit)	H max (bit)	E
Ville	1,21	1,58	0,76
Cheurfa	1,36	2	0,68

H' : indice de Shannon, H max : diversité maximale, E : indice d'équitabilité

L'indice de Shannon calculé pour le site d'Azazga ville égal à 1,21 bits, quant au site de Cheurfa, la valeur de H' est égale à 1,36 bits.

L'indice d'équitabilité calculé pour les sites d'Azazga ville et Cheurfa se rapproche de 1, il égal à 0,76 et 0,68 respectivement.

IV.5.7.6. - Analyse statistique

Le test de Khi-deux d'indépendance calculé pour le site de Cheurfa donne une p-value = 0,9, cette valeur est supérieure au risque 0,05.

Le résultat de l'analyse factorielle des correspondances de la répartition des moustiques dans le site de Cheurfa est clarifié dans la figure 100 et l'annexe 15.

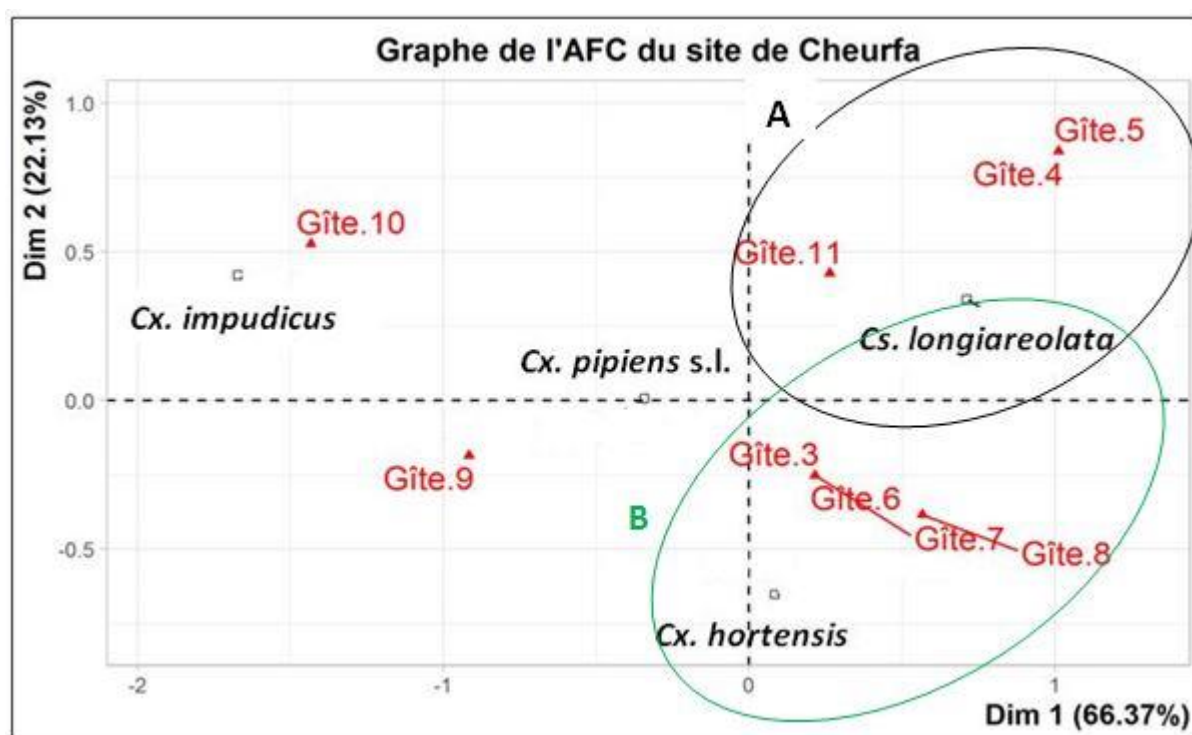


Figure 100 - Analyse factorielle des correspondances de la répartition des espèces culicidiennes dans le site de Cheurfa durant les années 2019, 2020 et 2021

La contribution à l'inertie totale de l'axe Dim 1 est de 66,37%, alors que celle de l'axe Dim 2 est de 22,13%. Leur somme est égale à 88,5%, cette valeur tend vers 100%.

La contribution des gîtes montre que le gîte 10 contribue par 41,64%, suivi du gîte 9 avec 25,5% et les gîtes 4 et 5 avec une valeur de 10,38%. Le gîte 7 représente une contribution faible, elle égale à 6,49%, tandis que les gîtes 3, 6, 7 et 11 contribuent à la réalisation des axes par un pourcentage très faible, il égal à 1,40%. Concernant la contribution des espèces, *Cx. impudicus* représente la contribution la plus élevée, elle égale à 56,66%, suivie de *Cs. longiareolata* avec 35,87%. Les espèces *Cx. pipiens* s.l. et *Cx. hortensis* représentent des contributions très faibles, elles égalent à 7,12% et 0,36%.

IV.5.8. - Station de Makouda

IV.5.8.1. - Qualité d'échantillonnage

La qualité d'échantillonnage calculée pour les différents gîtes prospectés au niveau de la station de Makouda est rapportée dans le tableau 64.

Tableau 64 - Qualité d'échantillonnage des espèces culicidiennes inventoriées dans la station de Makouda durant les années 2019, 2020 et 2021

Station	Site	Gîte	a	N	Q = a/N
Makouda	Zaouia	Gîte 1	1	9	0,11
		Gîte 2	0	9	0
		Gîte 3	1	8	0,12
		Gîte 4	1	5	0,2

a : nombre d'espèces rencontrées une seule fois dans un relevé, N : nombre total de relevés, Q : qualité d'échantillonnage

Le résultat de cette étude montre que la qualité d'échantillonnage obtenue pour le gîte 2 est égale à 0, alors qu'elle tend vers 0 pour les autres gîtes larvaires, elle est comprise entre 0,11 et 0,2.

IV.5.8.2. - Richesse spécifique

La richesse spécifique des moustiques inventoriés dans la station de Makouda durant la période d'étude est rapportée dans le tableau 65.

Tableau 65 - Richesse spécifique des moustiques inventoriés dans la station de Makouda durant les années 2019, 2020 et 2021

Station de Makouda					
Site	Gîte	Espèces/gîte	S/ gîte	Espèces/station	S/ station
Zaouia	Gîte 1	<i>Cx. perexiguus</i> <i>An. claviger</i> <i>An. maculipennis</i> s.l. <i>Cx. pipiens</i> s.l. <i>Cx. territans</i>	5	<i>Cx. perexiguus</i> <i>An. claviger</i> <i>An. maculipennis</i> s.l. <i>Cx. pipiens</i> s.l. <i>Cx. territans</i> <i>Cs. longiareolata</i> <i>Cs. subochrea</i> <i>Ae. caspius</i> <i>Ur. unguiculata</i>	9
	Gîte 2	<i>Cs. longiareolata</i>	1		
	Gîte 3	<i>Cs. subochrea</i> <i>Cx. pipiens</i> s.l. <i>Ae. caspius</i> <i>Ur. unguiculata</i> <i>Cx. territans</i>	5		
	Gîte 4	<i>Cx. perexiguus</i> <i>Cx. pipiens</i> s.l. <i>An. maculipennis</i> s.l. <i>An. claviger</i>	4		

S : nombre d'espèces

La station de Makouda présente neuf espèces, il s'agit de *Cx. pipiens* s.l., *An. maculipennis* s.l., *An. claviger*, *Cs. longiareolata*, *Cs. subochrea*, *Ae. caspius*, *Cx. territans*, *Cx. perexiguus* et *Ur. unguiculata*. Les gîtes 1 et 3 sont les plus riches en espèces, cinq espèces sont recensées dans chacun, suivi du gîte 4 avec quatre espèces. Le gîte 2 vient en dernière position, il présente une seule espèce.

IV.5.8.3. - Abondance relative

Le résultat de l'abondance relative des espèces culicidiennes inventoriées au niveau de la station de Makouda est clarifié dans la figure 101 et l'annexe 9.

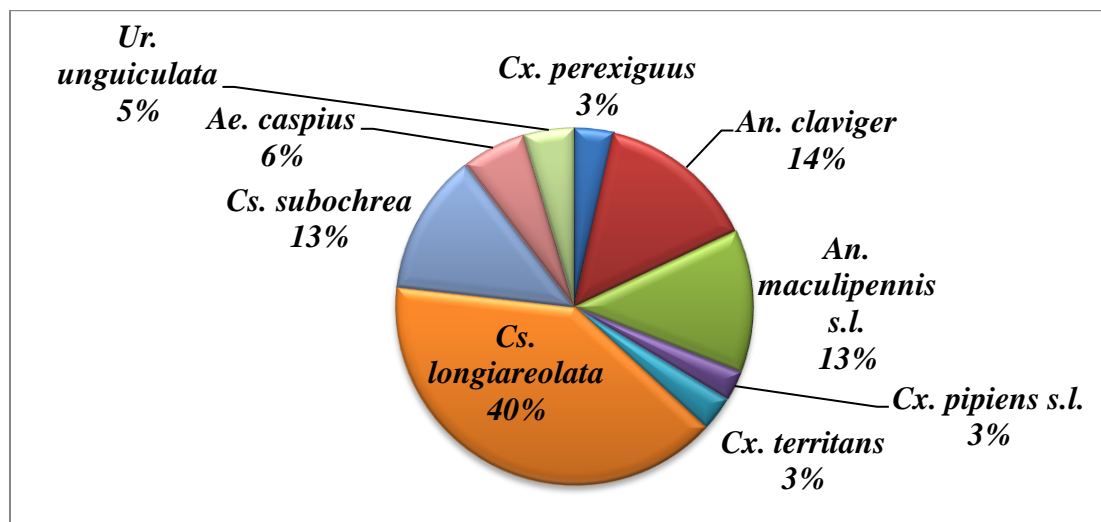


Figure 101 - Abondance relative des espèces culicidiennes inventoriées dans la station de Makouda durant les années 2019, 2020 et 2021

L'abondance relative obtenue pour la station de Makouda montre que l'espèce la plus abondante est *Cs. longiareolata*, elle présente une valeur de 39,96%, suivie d'*An. claviger* avec une valeur égale à 14,44%. *An. maculipennis s.l.* et *Cs. subochrea* sont représentées par des valeurs plus ou moins élevées, il s'agit de 12,97% et 12,76% respectivement. Les autres espèces sont représentées par des abondances relatives très faibles, elles sont comprises entre 2,72% et 5,86%.

IV.5.8.4. - Fréquences d'occurrence

Les résultats des fréquences d'occurrence des espèces culicidiennes inventoriées au niveau de la station de Makouda sont rapportés dans le tableau 66.

Tableau 66 - Fréquences d'occurrence des espèces culicidiennes inventoriées dans la station de Makouda durant les années 2019, 2020 et 2021

Station de Makouda				
Site	Espèce	Pi	FO (%)	Catégorie
Zaouia	<i>Ur. unguiculata</i>	4	12,9	Accidentelle
	<i>An. claviger</i>	11	35,48	Accessoire
	<i>An. maculipennis s.l.</i>	9	29,03	Accessoire
	<i>Cx. pipiens s.l.</i>	4	12,9	Accidentelle
	<i>Cx. territans</i>	6	19,35	Accidentelle
	<i>Cs. longiareolata</i>	8	25,8	Accessoire
	<i>Cs. subochrea</i>	7	22,58	Accidentelle
	<i>Ae. caspius</i>	7	22,58	Accidentelle
	<i>Cx. perexiguus</i>	5	16,12	Accidentelle
	P		31	

pi : nombre de relevés contenant l'espèce i, P : nombre total de relevés, FO : fréquences d'occurrence

Dans la station de Makouda, trois espèces sont classées dans la catégorie accessoire, il s'agit d'*An. maculipennis* s.l., *Cs. longiareolata* et *An. claviger* avec des fréquences d'occurrence égales à 29,03% ; 25,8% et 35,48% respectivement. Les autres espèces sont classées dans la catégorie accidentelle, elles représentent des valeurs comprises entre 2,72% et 14,44%.

IV.5.8.5. - Indices de structure

Les résultats des indices de structure calculés pour la station de Makouda sont rapportés dans le tableau 67.

Tableau 67 - Indices de structure des espèces culicidiennes inventoriées dans la station de Makouda durant les années 2019, 2020 et 2021

Station de Makouda			
Site	H' (bit)	H max (bit)	E
Zaouia	2,66	3,16	0,84

H' : indice de Shannon, H max : diversité maximale, E : indice d'équitabilité

L'indice de Shannon calculé pour la station de Makouda est égal à 2,66 bits, alors que l'indice d'équitabilité est égal à 0,84, cette valeur tend vers 1.

IV.5.8.6. - Analyse statistique

Le test de Khi-deux d'indépendance calculé pour la station de Makouda donne une p-value = 0,38, cette valeur est supérieure au risque 0,05.

Le résultat de l'analyse factorielle des correspondances de la répartition des moustiques dans le site de Zaouia est clarifié dans la figure 102 et l'annexe 16.

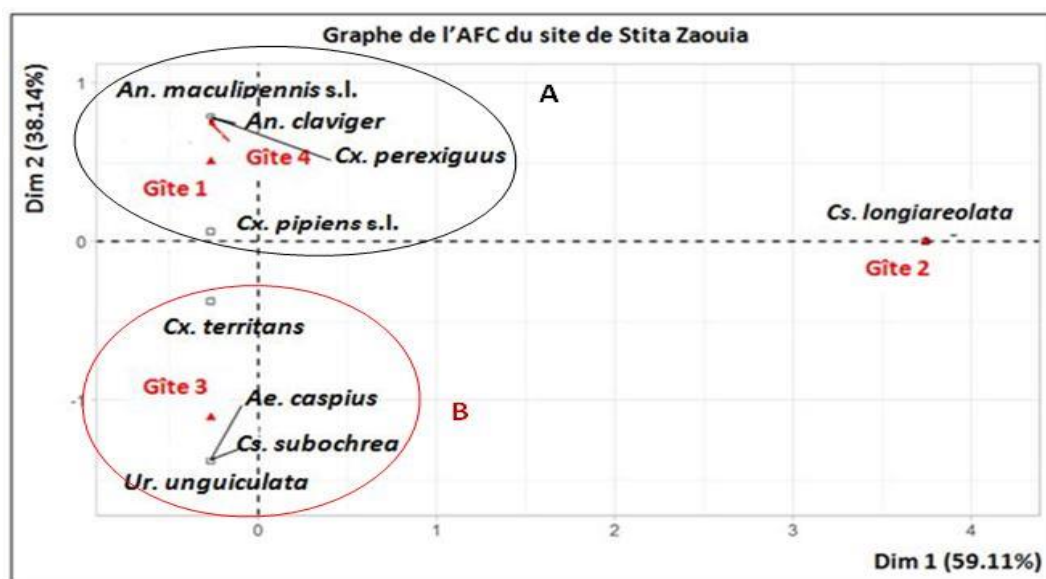


Figure 102 - Analyse factorielle des correspondances de la répartition des espèces culicidiennes dans le site de Zaouia durant les années 2019, 2020 et 2021

La contribution à l'inertie totale de l'axe Dim 1 est de 59,11%, alors que celle de l'axe Dim 2 est de 38,14%. Leur somme est égale à 97,25%, cette valeur tend vers 100%.

La contribution des gîtes montre que le gîte 2 contribue par 93,33%, alors que les autres gîtes représentent des contributions très faibles, il s'agit de 2,38% pour les gîtes 1 et 3, et 1,90% pour le gîte 4. Concernant la contribution des espèces, *Cs. longiareolata* représente la contribution la plus élevée, elle égale à 93,33%, suivie de *Cx. pipiens* s.l. avec 1,43%. Les espèces *Cx. perexiguus*, *An. claviger*, *An. maculipennis* s.l. et *Cx. territans* contribuent par 0,95%. Quant aux espèces *Cs. subochrea*, *Ae. caspius* et *Ur. unguiculata*, elles représentent une contribution très faible, elle égale à 0,48%.

IV.5.9. - Station d'Ait Aissa Mimoun

IV.5.9.1. - Qualité d'échantillonnage

La qualité d'échantillonnage calculée pour les différents gîtes prospectés au niveau de la station d'Ait Aissa Mimoun est rapportée dans le tableau 68.

Tableau 68 - Qualité d'échantillonnage des espèces culicidiennes inventoriées dans la station d'Ait Aissa Mimoun durant les années 2019, 2020 et 2021

Station	Site	Gîte	a	N	Q = a/N
Ait Aissa Mimoun	Akaoudj	Gîte 1	0	8	0
		Gîte 2	0	21	0
		Gîte 3	1	1	1

a : nombre d'espèces rencontrées une seule fois dans un relevé, N : nombre total de relevés, Q : qualité d'échantillonnage

La qualité d'échantillonnage obtenue au niveau des gîtes larvaires 1 et 2 est égale à 0, alors qu'au niveau du gîte 3, elle égale à 1, cette dernière s'éloigne de 0.

IV.5.9.2. - Richesse spécifique

La richesse spécifique des moustiques inventoriés dans la station d'Ait Aissa Mimoun durant la période d'étude est rapportée dans le tableau 69.

Tableau 69 - Richesse spécifique des moustiques recensés dans la station d'Ait Aissa Mimoun durant les années 2019, 2020 et 2021

Station d'Ait Aissa Mimoun					
Site	Gîte	Espèce/ gîte	S/ gîte	Espèces/station	S/ station
Akaoudj	Gîte 1	<i>Cx. hortensis</i> <i>Cx. pipiens</i> s.l.	2	<i>Cx. hortensis</i> <i>Cx. pipiens</i> s.l.	5
	Gîte 2	<i>Cx. deserticola</i> <i>An. maculipennis</i> s.l.	2	<i>Cs. longiareolata</i> <i>Cx. deserticola</i>	
	Gîte 3	<i>Cs. longiareolata</i>	1	<i>An. maculipennis</i> s.l.	

La station d'Ait Aissa Mimoun présente cinq espèces, il s'agit de *Cx. hortensis*, *Cx. pipiens* s.l., *Cs. longiareolata*, *Cx. deserticola* et d'*An. maculipennis* s.l. Les gîtes 1 et 2 présentent deux espèces chacun, alors que le gîte 3 présente une seule espèce.

IV.5.9.3. - Abondance relative

Les résultats des abondances relatives des espèces culicidiennes inventoriées au niveau de la station d'Ait Aissa Mimoun sont clarifiés dans la figure 103 et l'annexe 9.

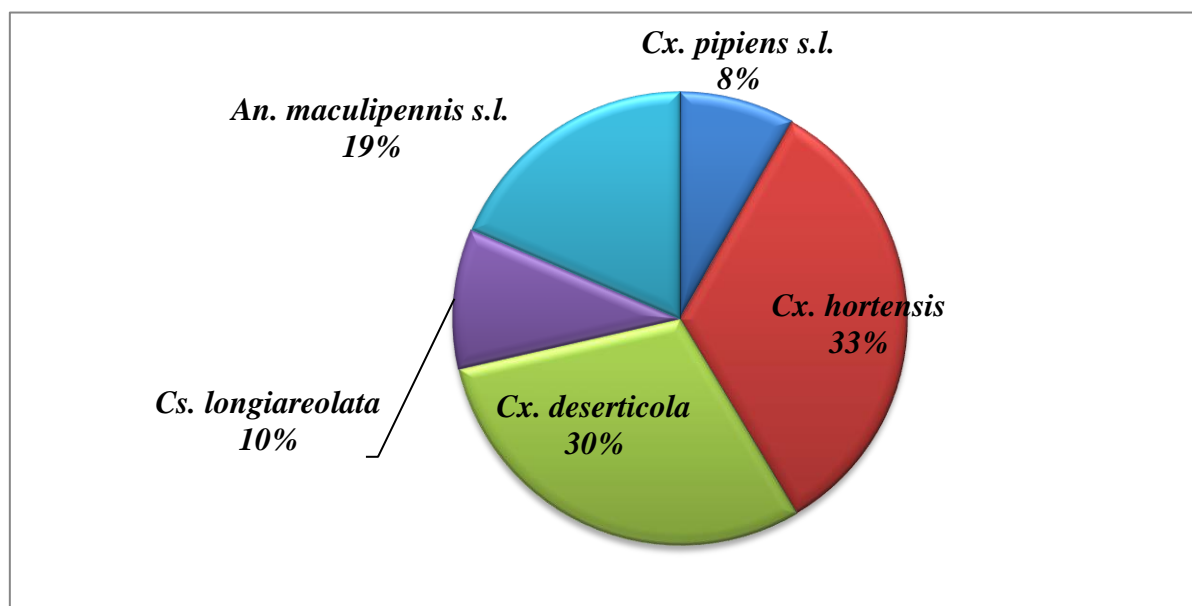


Figure 103 - Abondance relative des espèces culicidiennes inventoriées dans la station d'Ait Aissa Mimoun durant les années 2019, 2020 et 2021

L'abondance relative calculée pour la station d'Ait Aissa Mimoun montre que l'espèce la plus abondante est *Cx. hortensis* avec une valeur égale à 33,22%, suivie de *Cx. deserticola* avec 30%. La troisième position est représentée par *An. maculipennis* s.l. avec une abondance relative égale à 18,57%, alors que la quatrième position est représentée par *Cs. longiareolata*, soit 10%. Quant à la dernière position, elle est représentée par *Cx. pipiens* s.l. avec une abondance relative de 8,21%.

IV.5.9.4. - Fréquences d'occurrence

Les résultats des fréquences d'occurrence des espèces culicidiennes inventoriées au niveau de la station d'Ait Aissa Mimoun sont rapportés dans le tableau 70.

Tableau 70 - Fréquences d'occurrence des espèces culicidiennes inventoriées dans la station d'Ait Aissa Mimoun durant les années 2019, 2020 et 2021

Station d'Ait Aissa Mimoun				
Site	Espèce	pi	FO (%)	Catégorie
Akaoudj	<i>Cx. pipiens</i> s.l.	2	6,66	Accidentelle
	<i>Cx. hortensis</i>	8	26,66	Accessoire
	<i>Cx. deserticola</i>	14	46,66	Accessoire
	<i>Cs. longiareolata</i>	1	3,33	Accidentelle
	<i>An. maculipennis</i> s.l.	7	23,33	Accidentelle
	P	30		

pi : nombre de relevés contenant l'espèce i, P : nombre total de relevés, FO : fréquences d'occurrence

Les résultats des fréquences d'occurrence obtenus pour la station d'Ait Aissa Mimoun montrent que la catégorie accessoire est représentée par deux espèces, ce sont : *Cx. hortensis* et *Cx. deserticola* avec des fréquences égales à 26,66% et 46,66% respectivement. Les autres espèces prennent la catégorie accidentelle avec des fréquences comprises entre 3,33% et 23,33%.

IV.5.9.5. - Indices de structure

Les résultats des indices de structure obtenus pour la station d'Ait Aissa Mimoun sont rapportés dans le tableau 71.

Tableau 71 - Indices de structure des espèces culicidiennes inventoriées dans la station d'Ait Aissa Mimoun durant les années 2019, 2020 et 2021

Station d'Ait Aissa Mimoun			
Site	H' (bit)	H max (bit)	E
Akaoudj	2,12	2,32	0,91

H' : indice de Shannon, H max : diversité maximale, E : indice d'équitabilité

L'indice de Shannon calculé pour la station d'Ait Aissa Mimoun égal à 2,12 bits, alors que l'indice d'équitabilité est égal à 0,91, cette valeur est proche de 1.

IV.5.9.6. - Analyse statistique

Le test de Khi-deux d'indépendance calculé pour le site d'Akaoudj donne une p-value = 0,2, cette valeur est supérieure au risque 0,05.

Le résultat de l'analyse factorielle des correspondances de la répartition des moustiques dans le site d'Akaoudj est clarifié dans la figure 104 et l'annexe 17.

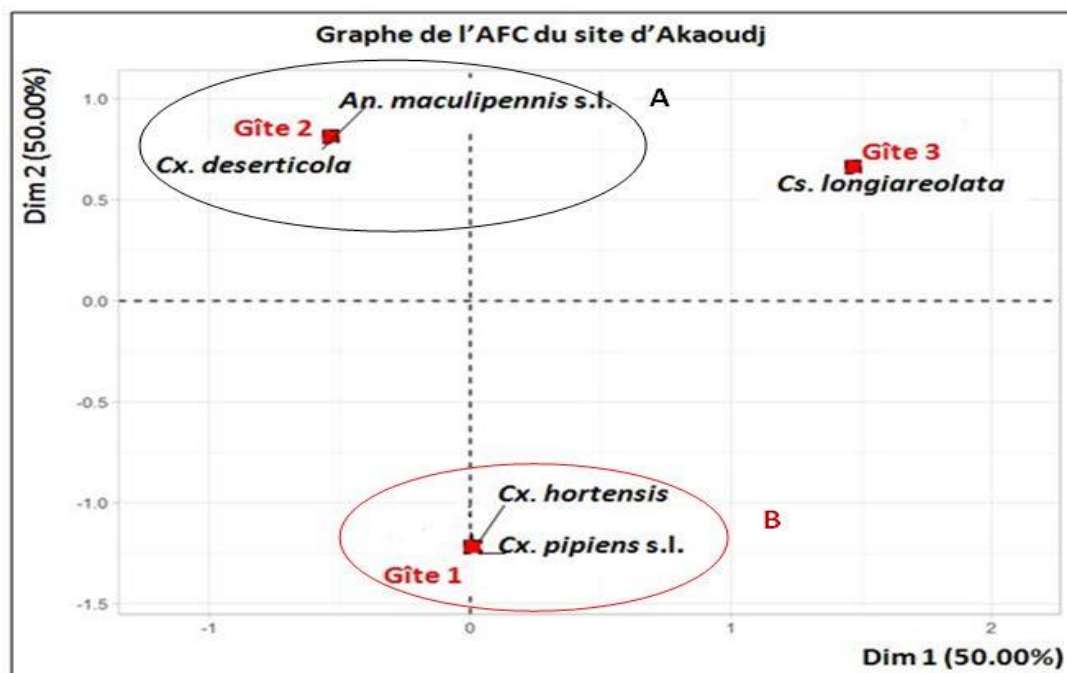


Figure 104 - Analyse factorielle des correspondances de la répartition des espèces culicidiennes dans le site d'Akaoudj durant les années 2019, 2020 et 2021

Le résultat de l'analyse montre que les dimensions 1 et 2 expliquent 50% et 50% de l'inertie totale, cela correspond à un total cumulé de 100%.

La contribution des gîtes montre que le gîte 3 contribue par 66,67%, suivie du gîte 2 avec 33,33%. Quant au gîte 1, il n'est pas contribué à la formation des axes, il est sur l'axe Dim 2. Concernant la contribution des espèces, *Cs. longiareolata* représente la contribution la plus élevée, elle égale à 66,67%, suivie de *Cx. deserticola* et *An. maculipennis s.l.* avec une contribution de 16,67%. Les espèces *Cx. pipiens s.l.* et *Cx. hortensis* ne contribuent pas à la réalisation des deux axes, elles sont sur l'axe Dim 2.

IV.5.10. - Station de Tizirt

IV.5.10.1. - Qualité d'échantillonnage

La qualité d'échantillonnage calculée pour les différents gîtes prospectés au niveau de la station de Tizirt est clarifiée dans le tableau 72.

Tableau 72 - Qualité d'échantillonnage des espèces culicidiennes inventoriées dans la station de Tizirt durant les années 2019, 2020 et 2021

Station	Site	Gîte	a	N	Q = a/N
Tizirt	Ville	Gîte 1	0	18	0
		Gîte 2	0	25	0
		Gîte 3	1	16	0,06
		Gîte 4	0	7	0
		Gîte 5	0	13	0

a : nombre d'espèces rencontrées une seule fois dans un relevé, N : nombre total de relevés, Q : qualité d'échantillonnage

Il ressort du tableau 72 que la qualité d'échantillonnage calculée pour les gîtes larvaires 1, 2, 4 et 5 est égale à 0, alors que pour le gîte 3, elle égale à 0,06, cette dernière tend vers 0.

IV.5.10.2. - Richesse spécifique

La richesse spécifique des moustiques inventoriés dans la station de Tizirt durant la période d'étude est clarifiée dans le tableau 73.

Tableau 73 - Richesse spécifique des moustiques inventoriés dans la station de Tizirt durant les années 2019, 2020 et 2021

Station de Tizirt					
Site	Gîte	Espèces/gîte	S/ gîte	Espèces/station	S/ station
Ville	Gîte 1	<i>Cs. longiareolata</i> <i>Cx. pipiens</i> s.l.	2	<i>Cs. longiareolata</i> <i>Cx. pipiens</i> s.l. <i>Cx. hortensis</i> <i>An. maculipennis</i> s.l.	4
	Gîte 2	<i>Cs. longiareolata</i> <i>Cx. pipiens</i> s.l.	2		
	Gîte 3	<i>Cs. longiareolata</i> <i>Cx. pipiens</i> s.l.	2		
	Gîte 4	<i>Cs. longiareolata</i>	1		
	Gîte 5	<i>Cx. hortensis</i> <i>An. maculipennis</i> s.l. <i>Cs. longiareolata</i>	3		

S : nombre d'espèces

La station de Tizirt présente quatre espèces, il s'agit de *Cx. pipiens* s.l., *An. maculipennis* s.l., *Cs. longiareolata* et *Cx. hortensis*. Le gîte 5 est le plus riche en espèces, trois espèces sont recensées, suivi des gîtes 1, 2, 3 avec deux espèces chacun. Le gîte 4 prend la dernière position, il présente une seule espèce.

IV.5.10.3. - Abondance relative

Le résultat des abondances relatives des espèces culicidiennes inventoriées au niveau de la station de Tizirt est clarifié dans la figure 105 et l'annexe 9.

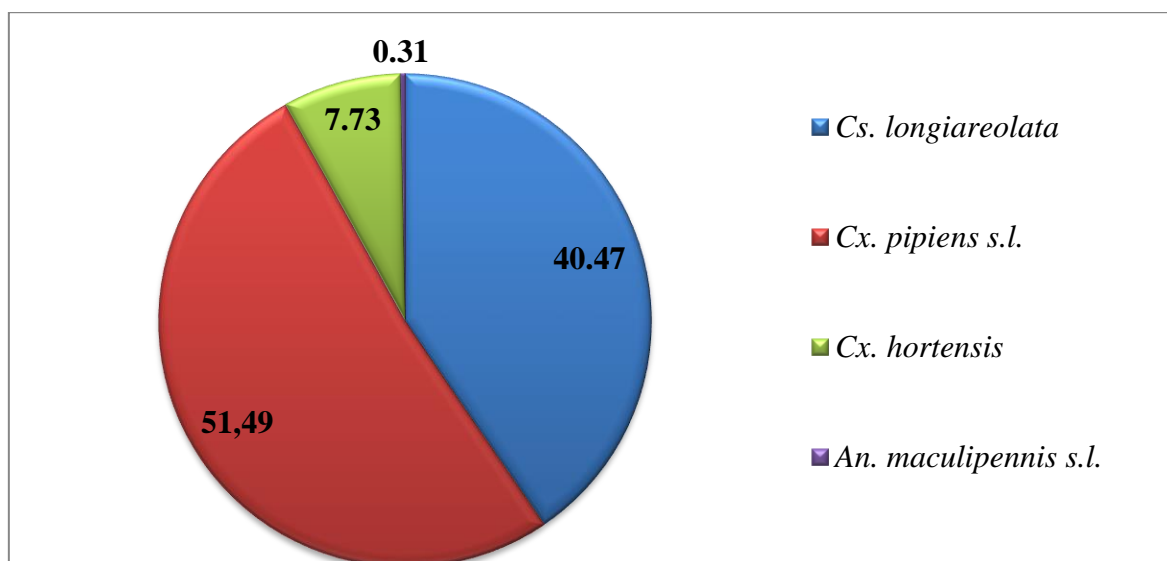


Figure 105 - Abondance relative des espèces culicidiennes inventoriées dans la station de Tizirt durant les années 2019, 2020 et 2021

L'abondance relative calculée pour la station de Tizirt montre que l'espèce la plus abondante est *Cx. pipiens s.l.*, soit 51,49%, suivie de *Cs. longiareolata* avec une valeur égale à 40,47%. La troisième position est représentée par *Cx. hortensis* avec une abondance relative égale à 7,73%, quant à la dernière position, elle est représentée par le complexe *An. maculipennis s.l.* avec une valeur très faible, égale à 0,31%.

IV.5.10.4. - Fréquences d'occurrence

Les résultats des fréquences d'occurrence des espèces culicidiennes inventoriées au niveau de la station de Tizirt sont rapportés dans le tableau 74.

Tableau 74 - Fréquences d'occurrence des espèces culicidiennes inventoriées dans la station de Tizirt durant les années 2019, 2020 et 2021

Station de Tizirt				
Site	Espèce	pi	FO (%)	Catégorie
Ville	<i>Cx. pipiens s.l.</i>	40	50,63	Constante
	<i>Cx. hortensis</i>	11	13,92	Accidentelle
	<i>Cs. longiareolata</i>	46	58,22	Constante
	<i>An. maculipennis s.l.</i>	5	6,32	Accidentelle
	P	79		

pi : nombre de relevés contenant l'espèce i, P : nombre total de relevés, FO : fréquences d'occurrence

Les fréquences d'occurrence calculées pour la station de Tizirt montrent que la catégorie constante est représentée par deux espèces, il s'agit de *Cx. pipiens s.l.* et *Cs. longiareolata* avec des valeurs respectives de 50,63% et 58,22%. Les deux autres espèces sont classées

comme des espèces accidentelles, il s'agit de *Cx. hortensis* et *An. maculipennis* s.l. avec des valeurs respectives de 13,92% et 6,32%.

IV.5.10.5. - Indices de structure

Les résultats des indices de structure calculés pour la station de Tizirt sont rapportés dans le tableau 75.

Tableau 75 - Indices de structure des espèces culicidiennes inventoriées dans la station de Tizirt durant les années 2019, 2020 et 2021

Station de Tizirt			
Site	H' (bit)	H max (bit)	E
Ville	0,29	2	0,14

H' : indice de Shannon, H max : diversité maximale, E : indice d'équitabilité

L'indice de Shannon calculé pour la station de Tizirt est égal à 0,29 bits, alors que l'indice d'équitabilité est égal à 0,14, cette valeur tend vers 0.

IV.5.10.6. - Analyse statistique

Le test de Khi-deux d'indépendance calculé pour le site de Tizirt ville donne une p-value = 0,8, cette valeur est supérieure au risque 0,05.

Le résultat de l'analyse factorielle des correspondances de la répartition des espèces culicidiennes dans le site de Tizirt ville est clarifié dans la figure 106 et l'annexe 18.

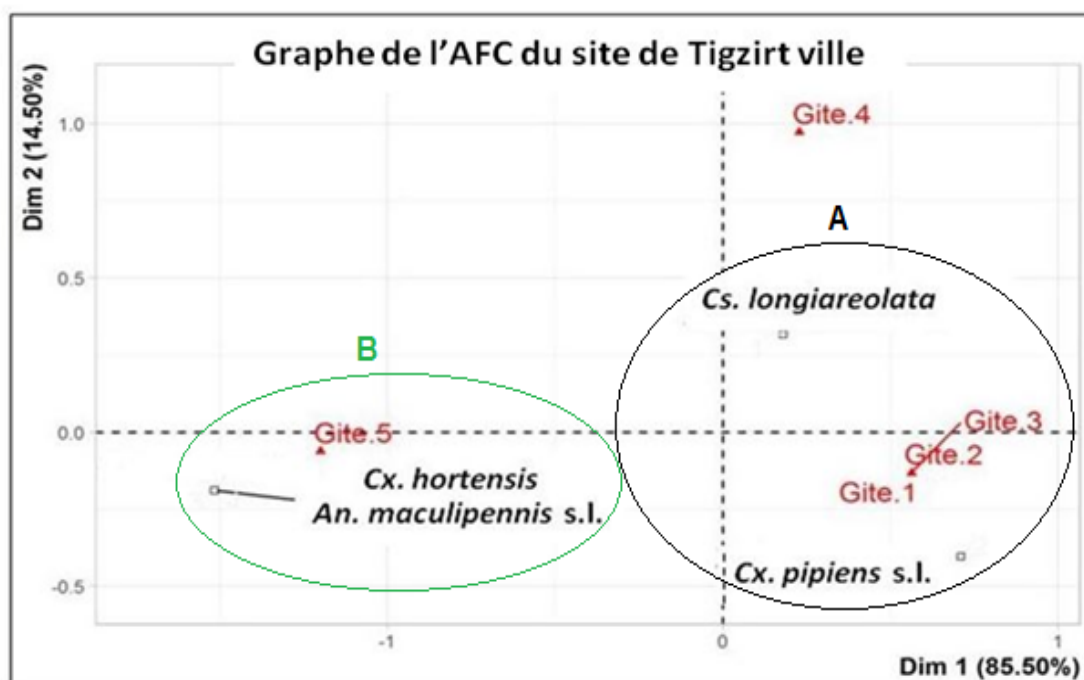


Figure 106 - Analyse factorielle des correspondances de la répartition des espèces culicidiennes dans le site de Tizirt ville durant les années 2019, 2020 et 2021

Le résultat de l'analyse montre que les dimensions 1 et 2 expliquent 85,50% et 14,50% de l'inertie totale, cela correspond à un total cumulé de 100%.

La contribution des gîtes montre que le gîte 5 contribue par 68,93%, suivie des gîtes 1, 2 et 3 avec 10,08%. Quant au gîte 4, il contribue par un faible pourcentage, soit 0,83%. Concernant la contribution des espèces, *Cx. hortensis* et *An. maculipennis* s.l. représentent la contribution la plus élevée, elle égale à 36,64%, suivie de *Cx. pipiens* s.l. avec une contribution de 24,12%. Quant à *Cs. longiareolata*, elle représente une contribution très faible, égale à 2,59%.

IV.5.11. - Station d'Ait Yahia Moussa

IV.5.11.1. - Qualité d'échantillonnage

La qualité d'échantillonnage calculée pour les différents gîtes prospectés au niveau de la station d'Ait Yahia Moussa est rapportée dans le tableau 76.

Tableau 76 - Qualité d'échantillonnage des espèces culicidiennes inventoriées dans les sites de la station d'Ait Yahia Moussa durant les années 2019, 2020 et 2021

Station	Site	Gîte	a	N	Q = a/N
Ait Yahia Moussa	Oued Ksari	Gîte 1	0	18	0
		Gîte 2	0	9	0
	Ighil El Bir	Gîte 3	0	9	0
		Gîte 4	2	1	2

a : nombre d'espèces rencontrées une seule fois dans un relevé, N : nombre total de relevés, Q : qualité d'échantillonnage

La qualité d'échantillonnage calculée pour les gîtes 1, 2 et 3 est égale à 0, alors que dans le gîte 4, la valeur de Q égale à 2, elle s'éloigne de 0.

IV.5.11.2. - Richesse spécifique

La richesse spécifique des moustiques inventoriés dans la station d'Ait Yahia Moussa durant la période d'étude est clarifiée dans le tableau 77.

Tableau 77 - Richesse spécifique des culicides inventoriés dans la station d'Ait Yahia Moussa durant les années 2019, 2020 et 2021

Station d'Ait Yahia Moussa							
Site	Gîte	Espèce/ gîte	S/ gîte	Espèce/ site	S/ site	Espèce/ station	S/ stat
Oued Ksari	Gîte 1	<i>Cs. longiareolata</i> <i>Cx. deserticola</i>	2	<i>Cs. longiareolata</i> <i>Cx. deserticola</i>	3	<i>Cs.</i> <i>longiareolata</i> <i>Cx. pipiens s.l.</i>	3
	Gîte 2	<i>Cx. pipiens s.l.</i>	1	<i>Cx. pipiens s.l.</i>			
Ighil El Bir	Gîte 3	<i>Cs. longiareolata</i>	1	<i>Cs. longiareolata</i>	2	<i>Cx. deserticola</i>	
	Gîte 4	<i>Cs. longiareolata</i> <i>Cx. pipiens s.l.</i>	2	<i>Cx. pipiens s.l.</i>			

La station d'Ait Yahia Moussa présente trois espèces, il s'agit de *Cs. longiareolata*, *Cx. pipiens s.l.* et *Cx. deserticola*. Le site d'Oued Ksari présente trois espèces, alors que celui d'Ighil El Bir présente deux espèces.

IV.5.11.3. - Abondance relative

Les résultats des abondances relatives des espèces culicidiennes inventoriées au niveau de la station d'Ait Yahia Moussa sont clarifiés dans la figure 107 et l'annexe 13.

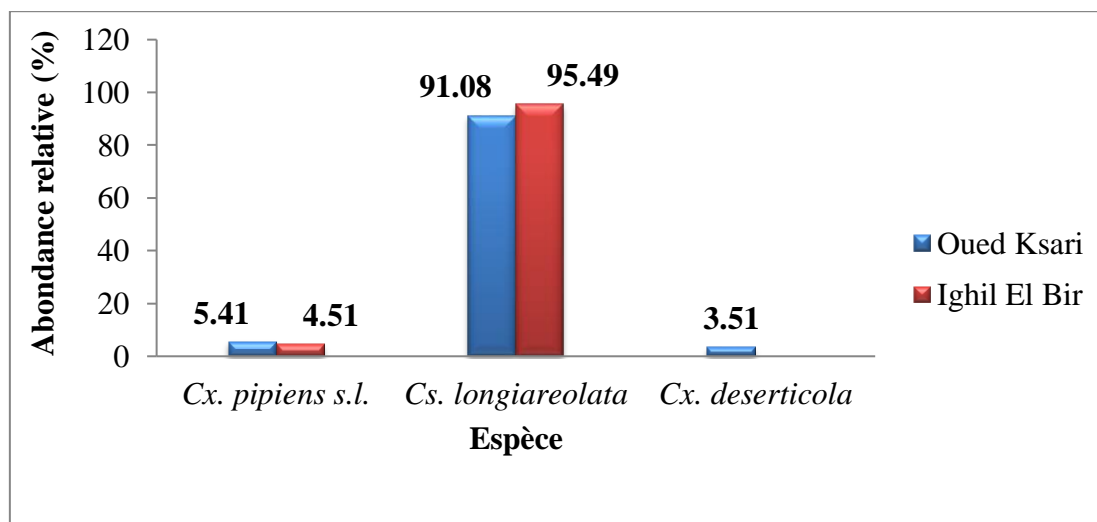


Figure 107 - Abondance relative des espèces culicidiennes inventoriées dans la station d'Ait Yahia Moussa durant les années 2019, 2020 et 2021

Au niveau de la station d'Ait Yahia Moussa, *Cs. longiareolata* domine dans les deux sites prospectés avec des abondances relatives égales à 95,49% pour le site d'Ighil El Bir et à 91,08% pour le site d'Oued Ksari. *Cx. pipiens s.l.* prend la deuxième position dans les deux sites avec des valeurs égales à 4,51% à Ighil El Bir et 5,41% à Oued Ksari, alors que *Cx. deserticola* est représentée seulement dans le site d'Oued Ksari avec une faible abondance, il s'agit de 3,51%.

IV.5.11.4. - Fréquences d'occurrence

Les fréquences d'occurrence des espèces culicidiennes inventoriées au niveau de la station d'Ait Yahia Moussa sont rapportées dans le tableau 78.

Tableau 78 - Fréquences d'occurrence des espèces culicidiennes inventoriées dans la station d'Ait Yahia Moussa durant les années 2019, 2020 et 2021

Station d'Ait Yahia Moussa						
Site	Oued Ksari			Ighil El Bir		
Espèce	pi	FO (%)	Catégorie	pi	FO (%)	Catégorie
<i>Cx. pipiens</i> s.l.	6	22,22	Accidentelle	1	10	Accidentelle
<i>Cs. longiareolata</i>	18	66,66	Constante	10	100	Constante
<i>Cx. deserticola</i>	3	11,11	Accidentelle	-	-	-
P	27			10		

pi : nombre de relevés contenant l'espèce i, P : nombre total de relevés, FO : fréquences d'occurrence, - : espèce absente

Les résultats des fréquences d'occurrence calculées pour la station d'Ait Yahia Moussa montrent que *Cs. longiareolata* est classée dans la catégorie constante dans les deux sites étudiés, elle présente une fréquence égale à 100% dans le site d'Ighil El Bir et 66,66% à Oued Ksari. Les autres espèces sont classées dans la catégorie accidentelle, elles présentent des fréquences comprises entre 10% et 22,22%.

IV.5.11.5. - Indices de structure

Les résultats des indices de structure calculés pour la station d'Ait Yahia Moussa sont rapportés dans le tableau 79.

Tableau 79 - Indices de structure des espèces culicidiennes inventoriées dans la station d'Ait Yahia Moussa durant les années 2019, 2020 et 2021

Station d'Ait Yahia Moussa			
Site	H' (bit)	H max (bit)	E
Oued Ksari	0,52	1,58	0,32
Ighil El Bir	0,26	1	0,26

H' : indice de Shannon, H max : diversité maximale, E : indice d'équitabilité

L'indice de Shannon calculé pour le site d'Ighil El Bir est égal à 0,26 bits, alors que pour le site d'Oued Ksari, il est égal à 0,52 bits. Quant à l'indice d'équitabilité, il est égal à 0,26 pour le site d'Ighil El Bir et 0,32 pour le site d'Oued Ksari, ces valeurs se rapprochent de 0.

IV.5.12. - Station d'Ain Zaouia

IV.5.12.1. - Qualité d'échantillonnage

La qualité d'échantillonnage calculée pour les gîtes prospectés au niveau de la station d'Ain Zaouia est rapportée dans le tableau 80.

Tableau 80 - Qualité d'échantillonnage des espèces culicidiennes inventoriées dans la station d'Ain Zaouia durant les années 2019, 2020 et 2021

Station	Site	Gîte	a	N	Q = a/N
Ain Zaouia	El Bordj	Gîte 1	0	5	0
		Gîte 2	0	4	0

a : nombre d'espèces rencontrées une seule fois dans un relevé, N : nombre total de relevés, Q : qualité d'échantillonnage

La qualité d'échantillonnage calculée pour les deux gîtes larvaires de la station d'Ain Zaouia est égale à 0.

IV.5.12.2. - Richesse spécifique

La richesse spécifique des moustiques inventoriés dans la station d'Ain Zaouia durant la période d'étude est clarifiée dans le tableau 81.

Tableau 81 - Richesse spécifique des espèces culicidiennes inventoriées dans la station d'Ain Zaouia durant les années 2019, 2020 et 2021

Station d'Ain Zaouia					
Site	Gîte	Espèce/gîte	S/ gîte	Espèce/station	S/ station
El Bordj	Gîte 1	<i>Cx. pipiens</i> s.l.	1	<i>Cx. pipiens</i> s.l.	2
	Gîte 2	<i>Ae. geniculatus</i>	1	<i>Ae. geniculatus</i>	

S : nombre d'espèces

La station d'Ain Zaouia présente deux espèces, il s'agit de *Cx. pipiens* s.l. et *Ae. geniculatus*. Les deux gîtes prospectés au niveau de cette station présentent une espèce chacun.

IV.5.12.3. - Abondance relative

Le résultat de l'abondance relative des espèces culicidiennes inventoriées au niveau de la station d'Ain Zaouia est rapporté dans la figure 108 et l'annexe 9.

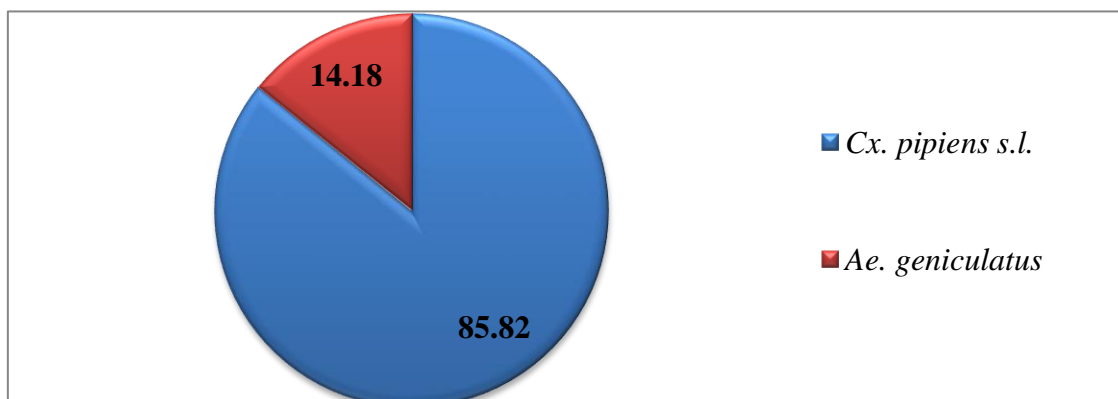


Figure 108 - Abondance relative des espèces culicidiennes inventoriées dans la station d'Ain Zaouia durant les années 2019, 2020 et 2021

Il ressort de la figure 108 que l'espèce la plus dominante dans la station d'Ain Zaouia est *Cx. pipiens* s.l., elle représente une abondance relative de 85,82%, alors qu'*Ae. geniculatus* représente une valeur plus ou moins faible, elle égale à 14,18%.

IV.5.12.4. - Fréquences d'occurrence

Les fréquences d'occurrence des espèces culicidiennes inventoriées au niveau de la station d'Ain Zaouia sont rapportées dans le tableau 82.

Tableau 82 - Fréquences d'occurrence des espèces culicidiennes inventoriées dans la station d'Ain Zaouia durant les années 2019, 2020 et 2021

Station d'Ain Zaouia				
Site	Espèce	pi	FO (%)	Catégorie
El Bordj	<i>Cx. pipiens</i> s.l.	5	55,55	Constante
	<i>Ae. geniculatus</i>	4	44,44	Accessoire
	P	9		

pi : nombre de relevés contenant l'espèce i, P : nombre total de relevés, FO : fréquences d'occurrence

Dans la station d'Ain Zaouia, une espèce est classée dans la catégorie constante, il s'agit de *Cx. pipiens* s.l. avec une fréquence de 55,55%, l'autre espèce est considérée comme une espèce accidentelle, il s'agit d'*Ae. geniculatus* avec une fréquence d'occurrence égale à 44,44%.

IV.5.12.5. - Indices de structure

Les résultats des indices de structure calculés pour la station d'Ain Zaouia sont rapportés dans le tableau 83.

Tableau 83 - Indices de structure des espèces culicidiennes inventoriées dans la station d'Ain Zaouia durant les années 2019, 2020 et 2021

Station d'Ain Zaouia			
Site	H' (bit)	H max (bit)	E
El Bordj	0,58	1	0,58

H' : indice de Shannon, H max : diversité maximale, E : indice d'équitabilité

L'indice de Shannon calculé pour la station d'Ain Zaouia est égal à 0,58 bits, alors que l'indice d'équitabilité est égal à 0,58, cette valeur tend vers 1.

IV.5.13. - Station d'Idjeur

IV.5.13.1. - Qualité d'échantillonnage

La qualité d'échantillonnage obtenue pour les différents gîtes prospectés au niveau de la station d'Idjeur est clarifiée dans le tableau 84.

Tableau 84 - Qualité d'échantillonnage des espèces culicidiennes inventoriées dans la station d'Idjeur durant les années 2019, 2020 et 2021

Station	Site	Gîte	a	N	Q = a/N
Idjeur	Tifrit N'Ath Oumalek	Gîte 1	1	1	1
		Gîte 2	0	3	0
		Gîte 3	2	4	0,5
		Gîte 4	3	5	0,6
		Gîte 5	3	3	1
		Gîte 6	2	2	1
		Gîte 7	4	1	4
		Gîte 8	0	4	0
		Gîte 9	3	1	3
		Gîte 10	3	1	3

a : nombre d'espèces rencontrées une seule fois dans un relevé, N : nombre total de relevés, Q : qualité d'échantillonnage

La qualité d'échantillonnage calculée pour la station d'Idjeur montre qu'il existe trois gîtes larvaires avec des valeurs de Q comprises entre 0 et 0,5, il s'agit des gîtes 2, 3 et 8, ces valeurs tendent vers 0. Par rapport aux autres gîtes larvaires, les valeurs de Q sont comprises entre 0,6 et 4, elles sont loin de 0.

IV.5.13.2. - Richesse spécifique

La richesse spécifique des moustiques inventoriés dans la station d'Idjeur durant la période d'étude est clarifiée dans le tableau 85.

Tableau 85 - Richesse spécifique des moustiques inventoriés dans la station d'Idjeur durant les années 2019, 2020 et 2021

Station d'Idjeur					
Site	Gîte	Espèce/ gîte	S/ gîte	Espèce/ station	S/ station
Tifrit N'Ath Oumalek	Gîte 1	<i>Cx. hortensis</i>	1	<i>Cx. hortensis</i>	8
	Gîte 2	<i>Cx. hortensis</i>	3	<i>Cx. pipiens</i> s.l.	
		<i>Cs. longiareolata</i> <i>An. maculipennis</i> s.l.			
	Gîte 3	<i>Cx. hortensis</i>	3	<i>Cx. mimeticus</i>	
		<i>Cx. pipiens</i> s.l. <i>Cs. longiareolata</i>		<i>An. claviger</i> <i>Cx. territans</i>	
Gîte 4	<i>Cs. longiareolata</i> <i>An. maculipennis</i> s.l. <i>Cx. mimeticus</i> <i>An. claviger</i> <i>Cx. pipiens</i> s.l. <i>Cx. territans</i> <i>Cx. hortensis</i> <i>Cx. laticinctus</i>	8	<i>Cx. laticinctus</i>		
Gîte 5	<i>Cx. hortensis</i>	4			

		<i>Cx. mimeticus</i> <i>Cs. longiareolata</i> <i>Cx. territans</i>			
	Gîte 6	<i>Cx. hortensis</i> <i>Cx. pipiens s.l.</i> <i>Cs. longiareolata</i>	3		
	Gîte 7	<i>Cx. pipiens s.l.</i> <i>Cs. longiareolata</i> <i>Cx. hortensis</i> <i>Cx. territans</i>	4		
	Gîte 8	<i>Cx. pipiens s.l.</i> <i>Cs. longiareolata</i> <i>Cx. hortensis</i> <i>Cx. territans</i>	4		
	Gîte 9	<i>Cx. pipiens s.l.</i> <i>Cs. longiareolata</i> <i>Cx. hortensis</i>	3		
	Gîte 10	<i>Cx. pipiens s.l.</i> <i>Cs. longiareolata</i> <i>Cx. hortensis</i>	3		

S : nombre d'espèces

La station d'Idjeur regroupe huit espèces, il s'agit de *Cx. hortensis*, *Cx. pipiens s.l.*, *Cs. longiareolata*, *An. maculipennis s.l.*, *Cx. mimeticus*, *An. claviger*, *Cx. territans* et *Cx. laticinctus*. Le gîte 4 est le plus riche en espèces, il regroupe seul huit espèces, suivi des gîtes 5, 7, 8 avec quatre espèces chacun. Les gîtes 2, 3, 6, 9 et 10 sont peu diversifiés, ils présentent trois espèces chacun, tandis que le gîte 1 est le plus pauvre, il représente une seule espèce.

IV.5.13.3. - Abondance relative

L'abondance relative des espèces culicidiennes inventoriées au niveau de la station d'Idjeur est clarifiée dans la figure 109 et l'annexe 14.

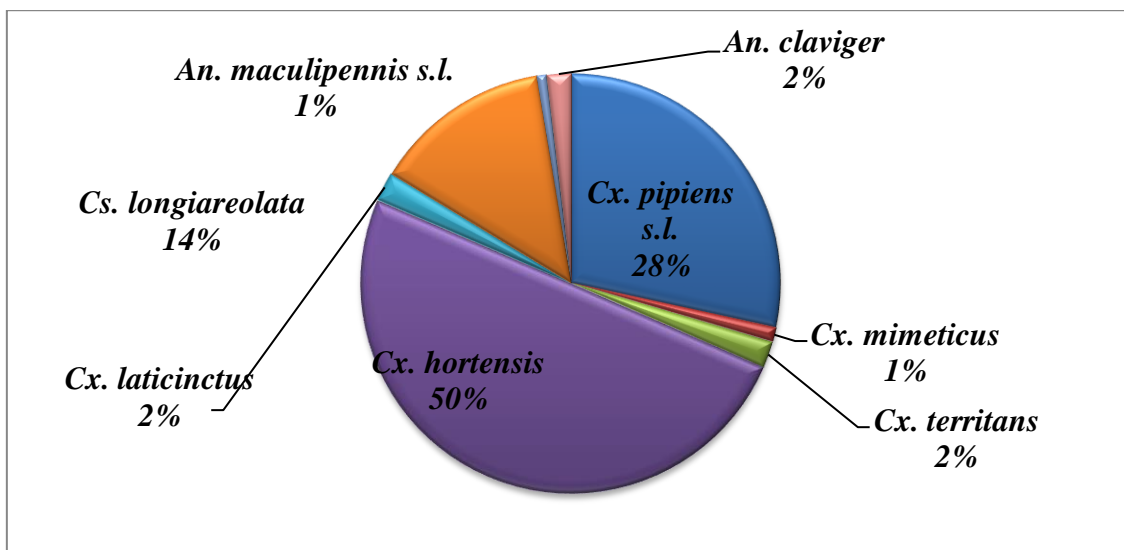


Figure 109 - Abondance relative des culicidés inventoriés dans la station d'Idjeur durant les années 2019, 2020 et 2021

L'espèce la plus abondante dans la station d'Idjeur est *Cx. hortensis* avec une abondance relative égale à 49,91%, suivie de *Cx. pipiens s.l.* avec une valeur de 28,39%, la troisième position est représentée par *Cs. longiareolata* avec 13,72%. Les autres espèces prennent des parts négligeables, elles représentent des valeurs comprises entre 0,74% et 2,23%.

IV.5.13.4. - Fréquences d'occurrence

Les fréquences d'occurrence des moustiques inventoriés dans la station d'Idjeur durant la période d'étude sont rapportées dans le tableau 86.

Tableau 86 - Fréquences d'occurrence des espèces culicidiennes inventoriées dans la station d'Idjeur durant les années 2019, 2020 et 2021

Station d'Idjeur				
Site	Espèce	pi	FO (%)	Catégorie
Tifrit N'Ath Oumalek	<i>Cx. pipiens s.l.</i>	16	66,66	Constante
	<i>Cx. mimeticus</i>	2	8,33	Accidentelle
	<i>Cx. territans</i>	5	20,83	Accidentelle
	<i>Cx. hortensis</i>	18	75	Constante
	<i>Cx. laticinctus</i>	1	4,16	Accidentelle
	<i>Cs. longiareolata</i>	14	58,33	Constante
	<i>An. maculipennis s.l.</i>	2	8,33	Accidentelle
	<i>An. claviger</i>	2	8,33	Accidentelle
	P		24	

pi : nombre de relevés contenant l'espèce i, P : nombre total de relevés, FO : fréquences d'occurrence

Au niveau de la station d'Idjeur, trois espèces sont classées dans la catégorie constante, il s'agit de *Cx. pipiens s.l.*, *Cx. hortensis* et *Cs. longiareolata* avec des fréquences respectives de

66,66% ; 75% et 58,33%. Les autres espèces sont classées dans la catégorie accidentelle, elles présentent des fréquences comprises entre 4,16% et 20,83%.

IV.5.13.5. - Indices de structure

Les résultats des indices de structure calculés pour la station d’Idjeur sont rapportés dans le tableau 87.

Tableau 87 - Indices de structure des espèces culicidiennes inventoriées dans la station d’Idjeur durant les années 2019, 2020 et 2021

Station d’Idjeur			
Site	H’ (bit)	H max (bit)	E
Tifrit N’Ath Oumalek	1,87	3	0,62

H’ : indice de Shannon, H max : diversité maximale, E : indice d’équitabilité

L’indice de Shannon calculé pour la station d’Idjeur égal à 1,87 bits, alors que l’indice d’équitabilité est égal à 0,62, ce dernier se rapproche de 1.

IV.5.13.6. - Analyse statistique

Le test de Khi-deux d’indépendance calculé pour la station d’Idjeur donne une p-value = 0,9, cette valeur est supérieure au risque 0,05.

Le résultat de l’analyse factorielle des correspondances de la répartition des moustiques dans le site de Tifrit N’Ath Oumalek est clarifié dans la figure 110 et l’annexe 19.

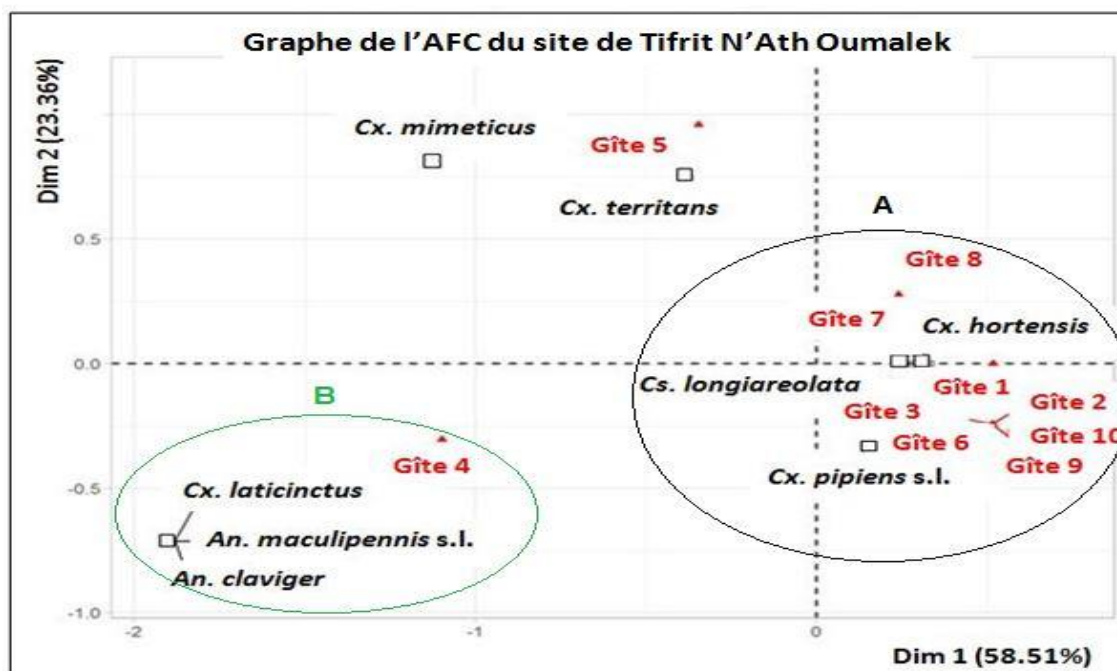


Figure 110 - Analyse factorielle des correspondances de la répartition des espèces culicidiennes dans le site de Tifrit N’Ath Oumalek durant les années 2019, 2020 et 2021

Le résultat de l'analyse montre que les dimensions 1 et 2 expliquent 58,51% et 23,36% de l'inertie totale, cela correspond à un total cumulé de 81,87%, cette valeur tend vers 100%.

La contribution des gîtes montre que le gîte 4 contribue par 65,01%, suivi des gîtes 2, 3, 6, 9 et 10 avec 5,37%. Quant au gîte 5, il contribue par un faible pourcentage, soit 3,23%. Les gîtes 1, 7 et 8 sont les moins contribués à la réalisation des deux axes, ils représentent des valeurs respectives de 1,80% ; 1,56% et 1,56%.

Concernant la contribution des espèces, *An. maculipennis* s.l., *An. claviger* et *Cx. laticinctus* représentent une contribution élevée, elle égale à 19,72%, suivies de *Cx. mimeticus* avec une contribution de 17,06%. Les autres espèces représentent des contributions très faibles, elles sont comprises entre 3,80% et 7,85%.

IV.5.14. - Indice de Jaccard

Nous avons utilisé cet indice pour définir la similitude de la biodiversité des moustiques entre le milieu urbain et le milieu rural, entre le milieu urbain et le milieu semi urbain et entre le milieu rural et le milieu semi urbain (Tab. 88). Nous avons aussi comparé entre la similitude de la biodiversité des moustiques entre les gîtes anthropiques et les gîtes naturels (Tab. 89). Cela a pour but de savoir s'il existe une similitude de la biodiversité des moustiques dans les différentes natures des milieux prospectés et des gîtes larvaires échantillonnés.

Tableau 88 - Comparaison de la similitude entre la biodiversité des moustiques dans les différents milieux d'étude

Indice de Jaccard (%)	Le milieu semi urbain	Le milieu rural	Le milieu urbain
Le milieu urbain	35	40	
Le milieu rural	44		
Le milieu semi urbain			

L'indice de Jaccard obtenu pour le milieu urbain et le milieu semi urbain est égal à 35%, alors qu'entre le milieu urbain et le milieu rural, il est de 40% et entre le milieu rural et le milieu semi urbain, il est égal à 44%, ces valeurs tendent vers 0.

Tableau 89 - Comparaison de la similitude entre la biodiversité des moustiques dans les différents milieux et natures des gîtes prospectés

Indice de Jaccard (%)	GNSU	GASU	GNR	GNU	GAR	GAU
GAU	35	45	38	0	33	
GAR	26	50	40	0		
GNU	0	0	10			
GNR	38	63				
GASU	53					
GNSU						

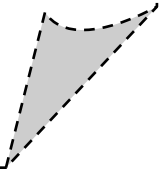
GAU : gîtes anthropiques urbains, GAR : gîtes anthropiques ruraux, GASU : gîtes anthropiques semi urbains, GNU : gîtes naturels urbains, GNR : gîtes naturels ruraux, GNSU : gîtes naturels semi urbains

Il ressort du tableau 89 que les valeurs de l'indice de Jaccard sont égales à 0% entre les gîtes naturels urbains et les gîtes naturels semi urbains (GNU/GNSU), entre les gîtes naturels urbains et les gîtes anthropiques semi urbains (GNU/GASU), entre les gîtes anthropiques urbains et les gîtes naturels urbains (GAU/GNU), entre les gîtes anthropiques ruraux et les gîtes naturels urbains (GAR/GNU). Les valeurs de l'indice de Jaccard sont proches de 0% entre les gîtes anthropiques urbains et les gîtes naturels semi urbains (GAU/GNSU), entre les gîtes anthropiques ruraux et les gîtes naturels semi urbains (GAR/GNSU), entre les gîtes naturels ruraux et les gîtes naturels semi urbains (GNR/GNSU), entre les gîtes anthropiques urbains et les gîtes anthropiques semi urbains (GAU/GASU), entre les gîtes anthropiques urbains et les gîtes naturels ruraux (GAU/GNR), entre les gîtes anthropiques ruraux et les gîtes naturels ruraux (GAR/GNR), entre les gîtes naturels urbains et les gîtes naturels ruraux (GNU/GNR) et entre les gîtes anthropiques urbains et les gîtes anthropiques ruraux (GAU/GAR).

Par contre, elles tendent vers 100% entre les gîtes anthropiques semi urbains et les gîtes naturels semi urbains (GASU/GNSU), entre les gîtes naturels ruraux et les anthropiques semi urbains (GNR/GASU) et entre les gîtes anthropiques ruraux et les gîtes anthropiques semi urbains (GAR/GASU).

Chapitre V

Discussion



Dans ce chapitre, nous allons démontrer les différentes discussions des résultats obtenus dans cette étude.

V.1. - Biodiversité des moustiques

L'inventaire des moustiques réalisé au niveau de la région de Tizi-Ouzou de février 2019 à octobre 2021 a révélé la présence de 21 espèces regroupées en deux sous-familles et six genres. Ce nombre élevé d'espèces trouvées peut être expliqué par le nombre élevé de récoltes réalisées et de prospections faites durant 3 années de recherche, ou par le nombre important de gîtes larvaires échantillonnés (80 gîtes larvaires, 4 espaces ouverts et 2 maisons). Il est à noter que la faune culicidiène d'Afrique méditerranéenne regroupe 67 espèces appartenant à deux sous-familles et à 7 genres (Brunhes et *al.*, 2000). En Algérie, Merabti et *al.* (2021) ont rapporté la présence de 53 espèces culicidiennes appartenant à 7 genres, cela durant la période qui s'étale entre 1903 et 2021, alors qu'au Maroc, Trari et *al.* (2002) ont enregistré 43 espèces de Culicidae appartenant à 7 genres, durant la période déroulée entre 1916 et 2016. En Tunisie, Tabbabi et *al.* (2017) ont rapporté aussi la présence de 43 espèces, ces dernières appartiennent à 4 genres et 2 sous-familles entre 1999 et 2017. La faune culicidiène de la Mauritanie regroupe 51 espèces appartenant à 2 sous-familles et 4 genres entre les années 1948 et 2016 (Mint Mohamed Lemine et *al.*, 2017). En Arabie Saoudite, 51 espèces appartenant à 2 sous-familles et 7 genres ont été recensées durant la période qui s'étale entre 1956 et 2017 (Alahmed et *al.*, 2019). L'Espagne regroupe 33 espèces réparties en 5 genres, durant la période étalée entre 1920 et 2020 (Bravo-Barriga et *al.*, 2021), alors que Cambodge regroupe 193 espèces appartenant à 16 genres entre 2016 et 2020 (Maquart et *al.*, 2021).

Nos résultats concordent avec ceux trouvés dans la même région par Lafri et *al.* (2014) de septembre 2010 à juin 2014, toutes les espèces trouvées par ces auteurs sont aussi trouvées dans la présente étude, il s'agit du complexe *An. maculipennis* s.l., *Cx. pipiens*, *Cx. territans*, *Cs. longiareolata* et *Ae. albopictus*. Nos résultats corroborent aussi avec ceux trouvés dans le barrage de Taksebt par Lounaci et *al.* (2016) de mai à août 2014, soit sur une période de 4 mois. Ces auteurs ont trouvé 8 espèces, ce sont : *An. labranchiae*, *Cx. hortensis*, *Cx. impudicus*, *Cx. theileri*, *Cx. perexiguus*, *Cs. longiareolata*, *Ae. caspius* et *Ae. vexans*, dont 7 sont en commun avec notre étude. L'absence d'*Ae. vexans* dans la présente étude peut s'expliquer par l'échantillonnage dans différents gîtes larvaires durant une période différente. Le genre *Culex* domine dans notre étude avec 11 espèces, le même constat a été également rapporté dans les études réalisées par Messai et *al.* (2011) dans la région de Mila, Bouabida et

al. (2012) au niveau de la région de Tébessa, Aïssaoui & Boudjelida (2017) et Benhissen et *al.* (2017) dans la région de Biskra et Hamaidia & Berchi (2018) au niveau de la région de Souk-Ahras. Au Cameroun, Bakwo Fils et *al.* (2010) ont identifié 6740 adultes de moustiques, dont 4035 (59,84%) appartenant au genre *Culex*. De son côté, Visintin et *al.* (2021), ont trouvé dans une étude réalisée en Argentine durant deux périodes, en octobre 2004 et septembre 2006 que le genre *Culex* domine avec une abondance de 61,5%. Au niveau de la province de Lorestan (Iran), Kayedi et *al.* (2020) ont piégés 4211 moustiques, dont 94,68% des individus recensés appartiennent au genre *Culex*. Dans le même pays, Asgarian et *al.* (2021) ont inventorié dans une étude réalisée de mai à décembre 2019, un ensemble de 1756 individus collectés, dont 1621 (92,31%) appartiennent au même genre. Le genre *Aedes* vient en deuxième position, il regroupe 4 espèces. Ce constat est conforme avec le résultat obtenu par Benhissen et *al.* (2017), ces auteurs ont trouvé dans les Oasis de Biskra d'octobre 2015 au mois de mars 2016 que le genre *Culex* est le plus abondant, il regroupe 6 espèces, suivi du genre *Aedes* avec 3 espèces. Plus loin, à l'Arabie Saoudite, Alahmed (2012) a trouvé que le genre *Culex* est le plus dominant (66,41%) suivi du genre *Aedes* (17,46%), durant une période qui s'étale entre mars 2004 et février 2006.

Ce présent travail rapporte la première citation de 11 espèces dans la région de Tizi-Ouzou, il s'agit d'*Ae. berlandi*, *Cq. richiardii*, *Cx. deserticola*, *Ae. geniculatus*, *Cs. subochrea*, *Cx. laticinctus*, *Cx. mimeticus*, *Cx. quinquefasciatus*, *Cx. simpsoni*, *Ur. unguiculata* et *An. claviger*. Cette première citation est due au manque d'études sur les Culicidae dans cette région, ce travail est le premier qui a investigué un nombre élevé de gîtes et de stations au niveau de la région de Tizi-Ouzou. Cette première citation peut s'expliquer aussi par la méthode d'échantillonnage effectuée, cette dernière est basée non seulement sur la récolte des larves, mais aussi sur la capture d'adultes, c'est le cas de la capture d'*Ae. albopictus*, *Ae. berlandi* et *Cq. richiardii*.

La méthode des pièges pondoirs réalisée dans la présente étude n'a pas donné des résultats, aucun œuf d'*Ae. albopictus* n'est trouvé dans les pièges déposés, cela peut s'expliquer par les perturbations anthropiques qui éliminent les pièges déposés, comme il peut être expliqué par le fait que cette espèce est dans sa phase d'installation dans la ville de Tizi-Ouzou, son effectif est faible pour pouvoir coloniser n'importe quel gîte larvaire. L'espèce doit s'adapter aux conditions environnementales du milieu d'accueil pour franchir la barrière reproductive et donner naissance à une population viable à long terme. D'après Bega et *al.* (2021), l'humidité de l'air et la composition floristique de l'environnement sont les principaux facteurs qui influencent sur le développement de cette espèce dans un milieu donné.

V.2. - Inventaire global des espèces culicidiennes

Les résultats de ce présent travail montrent que d'un ensemble de 22580 individus identifiés, le complexe *Cx. pipiens* s.l. est le plus dominant avec un effectif total égal à 13728 individus (60,8%), suivi de *Cs. longiareolata* avec 6763 individus (29,95%). Ces abondances élevées s'expliquent par l'adaptation de ces espèces aux variations des conditions environnementales de la région d'étude. Selon Bouabida et al. (2012), *Cx. pipiens* et *Cs. longiareolata* se développent dans tous types de gîtes, qu'ils soient artificiels ou naturels, leur probabilité de rencontre est élevée et leur pouvoir de dispersion est considérable. L'effectif très élevé de *Cx. pipiens* s.l. par rapport aux autres espèces peut s'expliquer par l'aspect de quelques gîtes larvaires prospectés, qui sont très riches en matière organique, comme les vides sanitaires, les canaux d'évacuation, les regards d'égout, où nous avons collecté ce complexe avec des effectifs très élevés par relevé. Cet effectif élevé se justifie aussi par la nature des gîtes inventoriés, ils sont pour la plupart des gîtes anthropiques, parmi les 80 gîtes larvaires inventoriés, 54 sont des gîtes artificiels. D'après Almeida et al. (2020), les milieux anthropiques assurent des conditions favorables au développement de certaines espèces, alors que Berchi et al. (2012) ont rapporté que *Cx. pipiens* fréquente les gîtes urbains épigés et hypogés, où la pollution organique est importante et la végétation est totalement absente. *Cx. pipiens* s.l. a été trouvée aussi dominante dans l'étude réalisée par Benhissen et al. (2014) dans les Oasis d'Ouled-Djellal à Biskra durant la période étalée entre novembre 2013 et mai 2014, ce complexe a présenté une abondance relative égale à 84,22%. Le même constat a été rapporté par Bakr et al. (2014), ces auteurs ont trouvé cette espèce est la plus dominante à Jazan (Arabie Saoudite), elle a été inventoriée dans 90% de l'ensemble de gîtes échantillonnés de février 2009 à septembre 2010. De même, Nikookar et al. (2017) ont rapporté que *Cx. pipiens* est plus dominante en Iran avec une abondance relative de 56,22%, ces auteurs ont rapporté que cette espèce possède une large distribution.

Par contre, Benhissen et al. (2017) ont recensé dans une étude réalisée à Biskra d'octobre 2015 à mars 2016 un effectif total de 36960 individus, ces auteurs ont rapporté que *Cs. longiareolata* domine avec 13076 individus (51,02%), suivie de *Cx. pipiens* avec 10442 larves (35,38%). De même, Bouabida et al. (2012) ont trouvé dans une étude réalisée à Tébessa de juin 2006 à mai 2007 un ensemble de 32057 individus, dont 19881 (62,01%) appartenant à *Cs. longiareolata* et 10442 (32,57%) sont des larves de *Cx. pipiens*. Cela montre la forte capacité de ces deux espèces de dominer dans plusieurs gîtes larvaires.

Les autres espèces prennent des effectifs très faibles, elles représentent des abondances relatives comprises entre 0,004 et 4,67%. Cela se justifie par la localisation géographique de

leurs gîtes. Ils sont pour la plupart des gîtes semi urbains isolés et loin des mouvements humains, ce qui empêche le contact des moustiques avec l'Homme pour les besoins du sang. Le milieu semi urbain favorise l'installation de plusieurs espèces culicidiennes mais avec de faibles effectifs. Cette faiblesse peut s'expliquer aussi par l'assèchement des gîtes temporaires pendant la période estivale, ce qui a diminué le nombre de récoltes et aussi par les précipitations durant la période pluviale, qui ont causé le lessivage des petites retenues d'eau. Messai et *al.* (2011) rapportent que la faiblesse des effectifs peut être due à de multiples causes, dont les plus courantes sont la qualité de l'eau, l'amoindrissement des pontes (conséquence d'une diminution du nombre d'émergences des femelles), la faible quantité de matières nutritives disponible (l'insuffisance quantitative ou qualitative de l'alimentation), l'assèchement des gîtes larvaires correspondants aux saisons sèches, le lessivage des gîtes par les précipitations, le ralentissement du développement larvaire consécutif à la baisse de température et à la mortalité par des prédateurs invertébrés ou vertébrés.

V.3. - Typologie des gîtes prospectés

L'étude typologique des gîtes inventoriés durant notre étude montre que les gîtes anthropiques sont les plus abondants, cela met en lumière la forte contribution de l'Homme au développement des moustiques par la création des gîtes artificiels. Notre étude corrobore avec celle réalisée par Bakwo Fils et *al.* (2010) à Yaoundé au Cameroun durant l'année 2004, ces auteurs ont rapporté que les étangs piscicoles aménagés favorisent l'augmentation des densités culicidiennes, cela devrait entraîner non seulement une augmentation de la transmission des maladies vectorielles, mais aussi une augmentation de la nuisance due aux moustiques dans ce site. Nos résultats sont conformes aussi à ceux enregistrés par plusieurs auteurs, Koumba et *al.* (2018) ont recensé dans une étude faite à Mouila au Gabon en 2017, durant les mois d'août et octobre 178 gîtes larvaires, dont 47 sont des contenants artificiels, 122 sont des surfaces d'eau artificiels et 9 sont des surfaces d'eau naturels. Dans l'étude réalisée par Mahamane Iro et *al.* (2020) dans un quartier périurbain de la Ville de Niamey à Saga (Niger) de juillet 2007 à mars 2018, les surfaces d'eau artificiels ont été plus abondantes (64,71%). Djègbè et *al.* (2019) ont prospecté 37 gîtes larvaires au Bénin durant l'année 2017, ils ont trouvé un total de 37 gîtes larvaires, dont la plupart sont artificiels et issus des activités anthropiques. Ces auteurs ont rapporté que la dominance des gîtes anthropiques est à cause des activités économiques et industrielles de l'Homme, ainsi que l'urbanisation mal contrôlée et le manque de mesures d'hygiène appropriées dans leurs villes. De même, Queiroz Bastos et *al.* (2021) ont enregistré dans une étude réalisée au Brésil de mai 2014 à juillet 2015 que

58,4% des gîtes échantillonnés sont des récipients artificiels. Ces auteurs ont rapporté que ces récipients favorisent l'augmentation de la densité de la population culicidienne dans cette région d'étude.

Il ressort de l'étude des fréquences d'apparition des gîtes larvaires selon la pérennité de l'eau que les gîtes temporaires dominent par rapport aux gîtes permanents, ce qui influence négativement sur la qualité de notre échantillonnage. Au cours de notre étude, la période sèche s'est déroulée entre le mois mai au mois de septembre durant l'année 2019, alors qu'en 2020, deux périodes sèches sont déroulées, l'une s'est déroulée de la mi-janvier à la mi-mars, l'autre de la mi-avril jusqu'au mois d'octobre. Pour l'année 2021, elle s'est déroulée du mois de juin à la mi-août. Ces périodes sèches ont causé l'assèchement des gîtes temporaires qui constituent la quasi-totalité des gîtes larvaires prospectés durant notre étude.

V.4. - Qualité d'échantillonnage

L'étude de la qualité d'échantillonnage dans la présente étude montre que les valeurs de Q sont égales ou proches de 0 ($0 < Q < 0,4$) dans les gîtes 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 15, 16, 17, 19, 20, 21, l'espace ouvert 1 et la maison de la station de Tizi-Ouzou, dans tous les gîtes des stations de Draâ Ben Khedda, Makouda, Tizgirt et Ain Zaouia, dans les gîtes 2, 3, 4 de la station de Beni Aissi, dans les gîtes 1 et 3 de la station d'Ouaguenoun, dans le gîte 1 de la station d'Ait Khelili, dans le gîte de la station de Béni Zmenzer, dans les gîtes 3, 5, 6, 10 de la station d'Azazga, dans les gîtes 1 et 2 de la station d'Ait Aissa Mimoun, dans les gîtes 1, 3, 4 de la station d'Ait Yahia Moussa et dans les gîtes 2 et 8 de la station d'Idjeur. Cela signifie que l'échantillonnage réalisé dans ces gîtes est de bonne qualité, il est réalisé avec précision. Cette bonne qualité d'échantillonnage peut s'expliquer par la continuité de l'échantillonnage surtout dans les gîtes permanents, cela a permis de retrouver les espèces récoltées dans plusieurs relevés. Par contre, les valeurs de Q s'éloignent de 0 ($0,5 < Q < 4$) dans les gîtes 13, 14, 18, 22, les espaces ouverts 2, 3, 4 de la station de Tizi-Ouzou, dans le gîte 1 de la station de Beni Aissi, dans les gîtes 2 et 4 de la station d'Ouaguenoun, dans les gîtes 2, 3, 4 de la station d'Ait Khelili, dans les gîtes 1, 2, 4, 7, 8, 9, 11 de la station d'Azazga, dans le gîte 3 de la station d'Ait Aissa Mimoun, dans le gîte 2 de la station d'Ait Yahia Moussa et dans les gîtes 1, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10 de la station d'Idjeur, ce qui signifie que l'échantillonnage réalisé dans ces gîtes n'est pas réalisé avec précision. Cela revient à l'assèchement des gîtes temporaires durant la période estivale, ce qui a diminué le nombre de récoltes. C'est le cas du gîte 1 de la station de Beni Aissi (mare), du gîte 4 de la station d'Ait Khelili (réservoir), des gîtes 4 et 7 (bassins) et 11 (baril) de la station d'Azazga, du gîte 4 de la station d'Ait Yahia

Moussa (jarre), des gîtes 1 (canal d'eau), 4 (mare), 5 (bassin), 6 (retenue d'eau), 7 (fosse), 9 et 10 (tonneau) de la station d'Idjeur. Cette mauvaise qualité d'échantillonnage peut s'expliquer aussi par l'écoulement des eaux, ce qui nous a empêché de refaire d'autres prélèvements, c'est le cas du gîte 2 de la station d'Azazga, c'est un effluent liquide écoulé, conduisant à l'élimination des larves de Culicidae. Ces dernières sont très sensibles à la vibration de l'eau, elles ne se développent pas dans les eaux lotiques. Elle s'explique aussi par les perturbations anthropiques qui éliminent certains gîtes larvaires, comme la fermeture du gîte 1 (fosse) de la station d'Azazga, le gîte 3 de la station d'Ait Aissa Mimoun (baril) et le gîte 13 de la station de Tizi-Ouzou (seau), ces gîtes sont vidés par les propriétaires suite au manque d'eau. Comme elle peut s'expliquer par la capture d'adultes accidentellement, c'est le cas des espaces ouverts 2, 3 et 4 de la station de Tizi-Ouzou, où nous avons capturé des adultes au repos sur mur ou sur happât humain accidentellement.

V.5. - Richesse spécifique

L'étude de la richesse spécifique des moustiques dans la région d'étude montre que la station de Tizi-Ouzou est la plus riche en espèces, elle représente 15 espèces. Ce nombre élevé d'espèces obtenu dans la station de Tizi-Ouzou s'explique par le nombre élevé de sites prospectés et de gîtes échantillonnés (22 gîtes larvaires, quatre espaces ouverts et une maison répartis en 7 sites). Cette richesse peut s'expliquer aussi par la variété de gîtes larvaires échantillonnés (anthropiques et naturels), comme elle peut être due à la capture par deux méthodes d'échantillonnage (coup de louche et la capture directe). Parmi les sites prospectés au niveau de la station de Tizi-Ouzou, deux sites sont très riches en espèces, il s'agit des sites de la Nouvelle ville et Oued Aissi avec 8 espèces chacun. Parmi les gîtes larvaires prospectés au niveau de la station de Tizi-Ouzou, trois gîtes sont plus riches en espèces, 5 espèces sont recensées dans chacun, il s'agit du gîte larvaire de Boukhalfa (réservoir d'une fontaine) et des gîtes 2 et 5 d'Oued Aissi (retenue d'eau et une buse en béton). Cela peut s'expliquer par leur localisation géographique, ils se trouvent dans des zones semi urbaines isolées de l'Homme, ce qui empêche les perturbations humaines. Selon Dajoz (1975), la coexistence de diverses espèces dans un même relevé montre que le milieu satisfait à leurs exigences.

D'autres gîtes sont très pauvres en espèces, ils présentent une espèce chacun, il s'agit du gîte 5 (trou d'arbre), les quatre espaces ouverts et la maison du site de la Nouvelle ville, le gîte 2 des sites de Sikh Oumeddour (oued) et Ihesnaouen (baril). Cela peut s'expliquer par la faible quantité d'eau dans les gîtes larvaires qui s'est terminée par s'assécher comme le trou d'arbre, ou par l'écoulement d'eau qui empêche l'installation d'autres espèces (oued), ou même par

les perturbations humaines (le baril est vidé par le propriétaire). Par rapport aux espaces ouverts et la maison du site de la Nouvelle ville, nous avons capturé quelques adultes d'*Ae. albopictus* et *Cq. richiardii* accidentellement sur appât humain. Dans notre prospection au niveau des points de collectes, les gîtes larvaires qui correspondent à ces espèces ne sont pas trouvés.

La richesse spécifique trouvée dans les stations de Beni Aissi, Makouda, Ouaguenoun et Idjeur est plus ou moins élevée, elle peut être due à la présence d'un couvert végétal très important aux alentours des gîtes larvaires. C'est le cas de l'échantillonnage dans le gîte 4 de la station d'Idjeur, c'est une mare située dans un endroit à couvert végétal très important qui regroupe 8 espèces. Selon Bouabida et *al.* (2012), la structure de la végétation assure un microclimat thermique et lumineux favorables au développement des moustiques. Dans la station de Beni Aissi, le gîte 4 est le plus riche en espèces, il possède 6 espèces, cela est peut-être due à la nature de ce gîte, c'est un canal d'eau permanent se trouve à proximité des gîtes temporaires asséchés (mare et retenue d'eau). En effet, les gîtes permanents assurent des endroits favorables à l'installation d'espèces culicidiennes durant la période sèche. Les gîtes 1 (retenue collinaire) et 3 (mare) de la station de Makouda et le gîte 4 (fosse) de la station d'Ouaguenoun sont les plus riches en espèces, ils représentent 5 espèces chacun, cela peut s'expliquer par leur situation géographique, ils se trouvent dans des endroits semi urbains avec un couvert végétal très important. Les gîtes larvaires situés dans des sites semi urbains favorisent l'installation de plusieurs espèces, car d'un côté, ils sont proches de l'Homme, ce qui assure le repas sanguin des moustiques, d'un autre côté, ils se trouvent dans des endroits isolés et loin des perturbations anthropiques, ce qui assure leur pérennité s'il s'agit des gîtes permanents. Nos résultats corroborent avec ceux trouvés par Handaq & Blenzar (2017) dans une étude réalisée dans la ville de Meknès (Maroc), ces auteurs ont trouvé une biodiversité importante (11 espèces) dans les gîtes périurbains. Ces auteurs ont rapporté que la nature du gîte larvaire favorise la présence de certaines espèces et non d'autres, selon la présence ou l'absence du couvert végétal et de la pollution organique.

La richesse spécifique moyenne obtenue dans la station Draâ Ben Khedda s'explique d'un côté par la continuité de l'échantillonnage, d'un autre côté par le nombre élevé de gîtes larvaires prospectés (5 gîtes), ce qui augmente la chance de trouver plusieurs espèces. Celle trouvée dans la station d'Ait Aissa Mimoun peut s'expliquer par le couvert végétal très important que possède le site et sa localisation géographique. Le site se situe dans un endroit rural loin des perturbations humaines. L'espèce la plus abondante dans cette station est *Cx. hortensis*, suivie de *Cx. deserticola* et le complexe *An. maculipennis* s.l. Ce dernier

préfère les gîtes larvaires naturels à eau douce, avec une végétation qui flotte à la surface de l'eau. Dans l'étude réalisée par El Ouali Lalami et *al.* (2009) au Maroc, *An. labranchiae* a été inventoriée dans les gîtes d'eau claire. La présence du complexe *An. maculipennis* s.l. dans la région de Tizi-Ouzou est un problème majeur, il est inventorié dans 11 gîtes larvaires répartis en 7 stations (Draâ Ben Khedda, Idjeur, Beni Aissi, Ouaguenoun, Ait Aissa Mimoun, Tizirt et Makouda). Ce complexe est composé d'espèces morphologiquement semblables, qui ne peuvent être identifiées que par des techniques moléculaires. *An. labranchiae* est le seul représentant de ce complexe en Afrique méditerranéenne (Brunhes et *al.*, 1999), en particulièrement en Algérie (Laboudi et *al.*, 2011 ; Nabti & Bounechada, 2020) et Maroc (Laboudi et *al.*, 2011, 2014). White (1978) in Nabti (2020) a recensé un liste d'espèces appartenant à ce complexe, il a cité 13 espèces, dont 9 sont paléarctiques, ce sont : *An. atroparvus*, *An. bekilemishevi*, *An. labranchiae*, *An. maculipennis* s.s., *An. martinius*, *An. melanoon*, *An. messeae*, *An. sacharovi*, *An. sicaulti* et 4 sont néarctiques, il s'agit d'*An. aztecus*, *An. earlei*, *An. freeborni* et *An. occidentalis*. Ce complexe a été signalé aussi à Mila par Messai et *al.* (2011), El Tarf au niveau du lac Tonga par Amara Korba et *al.* (2015), Souk-Ahras par Hamaidia & Berchi (2018), Sétif par Nabti & Bounechada (2020). Au Maroc par Trari et *al.* (2002), EL Ouali Lalami et *al.* (2010), Aouinty et *al.* (2017), Handaq & Blenzar (2017) et Ouattar et *al.* (2018), en Espagne par Bueno Marí & Jiménez-Peydró (2011) et Paulis et *al.* (2020), en Iran par Khoshdel-Nezamiha et *al.* (2013) et Nikookar et *al.* (2017). Ce complexe est le vecteur principal de la Malaria en Europe et dans la région paléarctique (Ghavami, 2005), en plus particulièrement au Maghreb (Brunhes et *al.*, 1999).

La richesse spécifique diminue dans la station de Tizirt, cela peut s'expliquer par la localisation géographique du site d'étude, ce dernier se trouve dans une zone littorale touristique, où les perturbations anthropiques sont très élevées. Ce site se traite chaque année par les insecticides au début de la période estivale pour recevoir les touristes, le traitement se fait surtout dans le port, où se trouvent les gîtes larvaires prospectés durant la présente étude.

La richesse spécifique obtenue dans la station d'Azazga diminue, cela s'explique par le nombre élevé de gîtes échantillonnés, mais qui sont tous des gîtes anthropiques. La richesse spécifique diminue encore dans la station d'Ait Yahia Moussa, cela est possible dû à la nature des gîtes échantillonnés. Le site d'Ighil El Bir présente des gîtes anthropiques situés dans un jardin d'une maison, il s'agit d'un baril et d'une jarre vidés par le propriétaire suite au manque d'eau, alors que les gîtes larvaires d'Oued Ksari portent sur une fosse creusée et une retenue d'eau situées au milieu d'une forêt. Ces gîtes sont très loin de l'Homme, ce qui empêche les

moustiques de prendre un repas sanguin, cet isolement n'est pas favorable à l'installation de plusieurs espèces.

Le faible nombre d'espèces inventoriées dans la station de Béni Zmenzer s'explique par le faible nombre de gîtes larvaires échantillonnés. Un seul gîte larvaire est prospecté, il s'agit d'un puits. Quant aux stations d'Ait Khelili et Ain Zaouia, le faible nombre d'espèces obtenu est lié à l'assèchement des gîtes temporaires, ce qui a diminué le nombre de collectes. Les gîtes prospectés dans la station d'Ain Zaouia sont des pneus situés au milieu de la forêt d'El Bordj, ils sont temporaires et très isolés de l'Homme. La station de Mekla est la plus pauvre en espèces, elle présente une seule espèce, cela se justifie par la capture d'un adulte occasionnellement pendant son repas sanguin sur appât humain.

V.6. - Abondance relative

L'étude de l'abondance relative des espèces culicidiennes recensées dans la région de Tizi-Ouzou durant la période d'étude montre que le complexe *Cx. pipiens* s.l. domine dans les stations de Draâ Ben Khedda, Beni Aissi, Béni Zmenzer, Tigzirt, Ain Zaouia et dans les sites de Cheurfa, la Nouvelle ville, la ville de Tizi-Ouzou, Oued Aissi et Sikh Oumeddour avec des valeurs respectives de 88,97 ; 32,32 ; 92,86 ; 51,49 ; 85,82 ; 50 ; 88,09 ; 64,35 ; 68,78 et 73,86%. Cette forte dominance par rapport aux autres espèces s'explique par la nature des gîtes larvaires échantillonnés, ils sont des gîtes anthropiques riches en matières organiques, c'est le cas des vides sanitaires, des canaux d'évacuation, des puisards et du fossé de drainage d'eau usées riche en matière organique (gîte 2 de la station de Tigzirt), dans lesquels ce complexe est collecté avec des effectifs très élevés durant toutes les sorties de prélèvement. Selon Brunhes et *al.* (1999), *Cx. pipiens* se développe dans des eaux très polluées par les matières organiques. Cette dominance s'explique aussi par la forte capacité de ce complexe de se retrouver dans différents milieux. Filali Mouatassef et *al.* (2019) ont collecté les larves de *Cx. pipiens* dans la majorité des gîtes prospectés et dans différents types de milieux, dans une étude réalisée à Fès (Maroc) durant la période qui s'étale d'octobre 2015 à décembre 2016. D'après Brunhes et *al.* (1999), *Cx. pipiens* est une nuisance de première importance dans certaines agglomérations gérant mal les eaux usées. Ce complexe est collecté avec des effectifs élevés même dans les gîtes naturels (cas de la station d'Oued Aissi), ce qui montre sa forte aptitude à coloniser différents gîtes. Cette dominance peut être expliquée aussi par la durabilité des gîtes larvaires permanents, où ce complexe est collecté durant toute l'année. El Ouali Lalami et *al.* (2009) ont rapporté dans une étude réalisée au Maroc que *Cx. pipiens* a été présente dans tous les gîtes durant toute l'année. Notre résultat est conforme avec l'étude

réalisée par Nchoutpouen et *al.* (2019) au Cameroun de mars à décembre 2017, ces auteurs ont trouvé ce complexe dans différents types de gîtes larvaires y compris les eaux polluées et non polluées. *Cx. pipiens* s.l. a pris aussi la première position dans l'étude réalisée à Souk-Ahras par Hafsi et *al.* (2021), ce complexe a présenté une abondance relative de 69,63%. De même, Arroussi et *al.* (2021) ont rapporté que ce complexe est plus dominant à Annaba avec une abondance relative de 55,23%, suivie de *Cs. longiareolata* avec une fréquence de 20,21%.

Par contre, dans les stations d'Ouaguenoun, Makouda, dans les sites de Megheira et d'Ighil Ouguelmim de la station d'Ait Khelili, dans le site d'Azazga ville, dans les sites d'Ighil El Bir et d'Oued Ksari *Cs. longiareolata* domine avec des abondances relatives de 74,43 ; 39,96 ; 58,97 ; 88,46 ; 83,74 ; 65,06 ; 95,49 et 91,08% respectivement. Cette espèce a représenté la deuxième position dans les sites de Boukhalfa, Ihesnaouen et Betrouna, Cheurfa et dans les stations de Draâ Ben Khedda, Béni Zmenzer, Tizgirt avec des abondances relatives égales à 86,77 ; 85,48 ; 59,57 ; 42,12 ; 9,72 ; 4,29 et 40,27% respectivement. *Cs. longiareolata* est aussi recensée dans les gîtes riches en matière organique mais en faibles effectifs, cela montre la faible résistance de cette espèce à la pollution organique ou aux traitements d'insecticides par rapport à *Cx. pipiens* s.l. L'espèce *Cs. longiareolata* est cosmopolite (Khaligh et *al.*, 2020), elle présente une grande capacité de coloniser différents gîtes. Le même constat est rapporté par Al-Azab et *al.* (2019), ces auteurs ont trouvé dans une étude réalisée à Sna'a (Yemen) dans des sites semi urbains, durant les années 2015 et 2016 que cette espèce domine avec une abondance relative de 47,71%. Les abondances élevées de *Cx. pipiens* s.l. et *Cs. longiareolata* s'expliquent par leur adaptation aux variations des conditions environnementales de la région d'étude. Selon Aïssaoui & Boudjelida (2014), ces espèces représentent les moustiques les plus abondants en Algérie.

Dans le présent travail, le complexe *Cx. pipiens* s.l. est inventorié dans 58 gîtes larvaires répartis en 14 stations. Notre étude corrobore avec celle de Messai et *al.* (2011), ces auteurs ont rapporté que *Cx. pipiens* a été recueillie dans presque tous les gîtes prospectés, dans une étude réalisée dans la région de Mila durant une période de 10 mois (de décembre 2004 à septembre 2005). C'est l'espèce la plus abondante en Algérie (Benallal et *al.*, 2015 ; Kharoubi et *al.*, 2020), elle a été signalée également à Tébessa par Bouabida et *al.* (2012), au niveau du lac Tonga par Amara Korba et *al.* (2015), à Biskra par Benhissen et *al.* (2017), à Souk-Ahras par Hamaidia & Berchi (2018), à Boussaâda par Benhissen et *al.* (2018) et à Sétif par Nabti & Bounechada (2020). *Cx. pipiens* est l'une des espèces de moustiques communs avec une distribution globale dans toutes les régions tempérées (Weitzel et *al.*, 2009). Elle a été

signalée aussi au Maroc par Trari et *al.* (2002), EL Ouali Lalami et *al.* (2010), Aouinty et *al.* (2017) et Ouattar et *al.* (2018), en Tunisie (Krida et *al.*, 2010), en Égypte par Elhawary et *al.* (2020), en Espagne par Bueno Marí & Jiménez-Peydró (2011) et Paulis et *al.* (2020), à l'Arabie Saoudite, dans la région d'Al Madinah Al Munawwarah (Alahmadi et *al.*, 2020) et Jazan (Nourelidine et *al.*, 2021), en Iran par Moosa-Kazemi et *al.* (2010), Khoshdel-Nezamiha et *al.* (2013) et Nikookar et *al.* (2017). C'est un vecteur majeur de la filariose de Bancroft et de West Nile dans le monde (Benallal et *al.*, 2015), ce moustique est connu par sa transmission de la fièvre de la Vallée du Rift en Egypte (Brunhes et *al.*, 1999) et même du virus Usutu en Allemagne (Holicki et *al.*, 2020). Au cours de l'été 2010, *Cx. pipiens* a été trouvée infectée par les virus West Nile et la Vallée du Rift dans la région du Maghreb par Amraoui et *al.* (2012).

Cs. longiareolata est représentée dans 59 gîtes larvaires répartis en 14 stations, cette espèce a tendance à dominer surtout dans les stations rurales et semi urbaines. Elle est recensée également à Mila par Messai et *al.* (2011), à Tébessa par Bouabida et *al.* (2012), au lac Tonga par Amara Korba et *al.* (2015), à Biskra par Benhissen et *al.* (2017), à Souk-Ahras par Hamaidia & Berchi (2018), à Boussaâda par Benhissen et *al.* (2018), à Sétif par Nabti & Bounechada (2020), au Maroc par Trari et *al.* (2002), Aouinty et *al.* (2017), Handaq & Blenzar (2017) et Ouattar et *al.* (2018), en Égypte par Elhawary et *al.* (2020). Elle a été trouvée en Allemagne par Becker & Hoffmann (2011), à Malta par Schaffner et *al.* (2010), en Belgique et aux Pays-Bas par Deblauwe et *al.* (2021), à Croatie par Merdić et *al.* (2020). Elle a été citée en Espagne par Bueno Marí & Jiménez-Peydró (2011) et Paulis et *al.* (2020), en Iran par Moosa-Kazemi et *al.* (2010), Khoshdel-Nezamiha et *al.* (2013), Keshavarzi et *al.* (2017) et Nikookar et *al.* (2017). *Cs. longiareolata* est considérée comme un vecteur important de plusieurs maladies, telles que la Brucellose, la grippe aviaire et l'Encéphalite du Nil Occidental (Brunhes et *al.*, 1999). C'est un hôte intermédiaire de *Plasmodium* aviaire qui peut transmettre la fièvre de Malte (Hazratian et *al.*, 2019), comme elle peut provoquer de la Tularémie et des maladies arboviroses (Soltanbeiglu et *al.*, 2020).

Cx. perexiguus est recensée dans 4 gîtes larvaires répartis en 3 stations (Tizi-Ouzou, Ouaguenoun et Makouda). Plusieurs auteurs ont trouvé cette espèce en Algérie, notamment Bouabida et *al.* (2012) à Tébessa, Amara Korba et *al.* (2015) au lac Tonga, Hamaidia & Berchi (2018) à Souk-Ahras, Benhissen et *al.* (2018) à Boussaâda et Benbetka et *al.* (2018) dans les Oasis du Sahara, où cette espèce a été trouvée porteuse du virus West Nile. Elle a été signalée aussi au Maroc par Trari et *al.* (2002), en Égypte par Elhawary et *al.* (2020) et en

Iran par Nikookar et *al.* (2017). Selon Brunhes et *al.* (1999), cette espèce a transmis les virus West Nile et Sindbis en Egypte et dans plusieurs pays du Moyen-Orient.

Cx. hortensis domine dans les stations d'Ait Aissa Mimoun et Idjeur avec des valeurs égales à 33,22 et 49,91%. Il ressort des résultats de la présente étude que cette espèce est inventoriée dans 29 gîtes larvaires répartis en 9 stations (Tizi-Ouzou, Draâ Ben Khedda, Azazga, Idjeur, Beni Aissi, Béni Zmenzer, Ait Aissa Mimoun et Tigzirt). Cette espèce a été signalée aussi à Mila par Messai et *al.* (2011), à Tébessa par Bouabida et *al.* (2012), à Biskra par Benhissen et *al.* (2017), à Souk-Ahras par Hamaidia & Berchi (2018), à Sétif par Nabti & Bounechada (2020) et même au Maroc par Trari et *al.* (2002), EL Ouali Lalami et *al.* (2010), Handaq & Blenzar (2017) et Ouattar et *al.* (2018), en Espagne par Bueno Marí & Jiménez-Peydró (2011), en Iran par Moosa-Kazemi et *al.* (2010), Khoshdel-Nezamiha et *al.* (2013) et Nikookar et *al.* (2017). Cette espèce est sans intérêt médical (Brunhes et *al.*, 1999).

Le complexe *An. maculipennis* s.l. est représenté avec des abondances faibles dans les stations de Draâ Ben Khedda, Beni Aissi, Ouaguenoun, Ait Aissa Mimoun, Tigzirt et Idjeur, soit 0,7 ; 9,51 ; 0,6 ; 8,21 ; 0,31 et 0,74% respectivement. Par contre, il est représenté avec un effectif plus ou moins élevé par rapport aux autres espèces dans la station de Makouda avec une abondance égale à 12,97%. La présence de ce complexe dans la station de Draâ Ben Khedda est accidentelle, il est représenté dans un canal d'évacuation exposé au soleil dans quelques points de capture avec une végétation moyenne. Les espèces appartenant à ce complexe préfèrent les gîtes à eau propre, d'un aspect clair, où la végétation est abondante. El Ouali Lalami et *al.* (2009) ont trouvé *An. labranchiae* dans les gîtes d'eau claire. D'après Khalin et *al.*, (2021), la distribution de certaines espèces de moustiques peut être limitée par la présence de plans d'eau favorables à leurs larves.

V.7. - Fréquences d'occurrence

L'étude des fréquences d'occurrence des espèces culicidiennes recensées dans la région de Tizi-Ouzou durant la période d'étude montre que la catégorie constante est représentée par trois espèces, il s'agit de *Cx. pipiens* s.l., *Cs. longiareolata*, *Cx. hortensis*.

Le complexe *Cx. pipiens* s.l. est constant dans 12 sites répartis en 6 stations, il s'agit des sites de la Nouvelle ville, la ville, Oued Aissi, Betrouna, Sikh Oumeddour de la station de Tizi-Ouzou, des deux sites des stations d'Ait Khelili et d'Azazga, des stations de Béni Zmenzer, Tigzirt et Idjeur. *Cs. longiareolata* est constante dans 10 sites répartis en 7 stations, il s'agit des stations d'Ouaguenoun, Tigzirt, Ain Zaouia, Idjeur, dans les deux sites des stations d'Ait Khelili, Azazga et d'Ait Yahia Moussa. *Cx. hortensis* est constante dans 2

sites répartis en 2 stations, il s'agit du site d'Azazga ville et de la station d'Idjeur. L'occurrence de *Cx. pipiens* s.l. et *Cs. longiareolata* dans plusieurs stations comme des espèces constantes peut s'expliquer par la forte capacité de ces deux espèces à s'adapter aux différentes conditions de vie. Dans l'étude de Bouabida et al. (2012) réalisée à Tébessa de juin 2006 à mai 2007, ces deux espèces ont été classées dans la catégorie accessoire.

Le site de la Nouvelle ville renferme sept espèces accidentelles, parmi ces dernières, *Ae. albopictus*, *Cx. quinquefasciatus* et *Cq. richiardii*, leur présence dans ce site est très inquiétante, car ces espèces sont connues par leur rôle pathogène.

Ae. albopictus est capturée occasionnellement au repos dans une maison et sur happât humain dans trois espaces ouverts situés dans le site de la Nouvelle ville. La présence du moustique tigre en ville de la région de Tizi-Ouzou est un problème majeur, car cette espèce est capable de transmettre 26 virus (Boubidi, 2016), comme elle se caractérise par son comportement très agressif et son activité diurne (Unlu et al., 2021). C'est une espèce hautement invasive (Paupy et al., 2009 ; Günay et al., 2020 ; Balatsos et al., 2021 ; López-Mercadal et al., 2021 ; Al-Amin et al., 2022), qui a été inventoriée dans la même région dans des endroits ruraux, notamment à Larbaa Nath Irathen en 2010 par Izri et al. (2011) et Illoula Oumalou durant la période qui s'étale entre septembre 2010 et juin 2014 par Lafri et al. (2014), pour ensuite envahir d'autres régions. Elle a été signalée à Oran en 2015 (Benallal et al., 2016), au capitale Alger en 2016 (Benallal et al., 2019), Jijel et Skikda en 2019 (Chahed et al., 2021b), Annaba durant la période qui s'étale entre mars 2018 et février 2019 (Arroussi et al., 2021), Souk-Ahras en 2020 (Hamaidia & Soltani, 2021). Cette espèce a été aussi signalée au Maroc en 2015 (Amraoui et al., 2019) et en Tunisie en 2018 (Bouattour et al., 2019). *Ae. albopictus* a été introduite il y a plus de vingt ans dans la région orientale du bassin méditerranéen (Haddad et al., 2022), elle a été signalée au Liban en 2003 (Haddad et al., 2012), en Palestine en 2012 (Adawi, 2012) et en Jordanie en 2016 (Kanani et al., 2017). *Ae. albopictus* a été recensée également dans d'autres pays, au Gabon (Coffinet et al., 2007), au Congo par Mariën et al. (2021). Elle a été introduite en Europe en 1979 (Hendrichs et al., 2021), elle a été détectée en France métropolitaine en 1999 par Schaffner & Karch (2000), dans les Alpes-Maritimes, le Var, la Haute-Corse, la Corse-du-Sud, les Bouches-du-Rhône, les Alpes-de-Haute-Provence, le Gard et l'Hérault durant la période qui s'étale entre 2004 et 2010 (Delaunay et al., 2011), en Croatie (Klobucar et al., 2006), en Slovaquie (Bocková et al., 2013), dans les îles méditerranéennes sud d'Italie et d'Europe en 2015 par Di Luca et al. (2017), à Guerrero au Mexique (Gonzalez-Acosta et al., 2019), en Espagne, à Minorque en 2019 par Paulis et al. (2020) et La Rioja en 2020 par Ruiz-Arrondo et al. (2021). A Moldavie

et à Vienne (Autriche) en 2020 par Şuleşco et *al.* (2021) et Bakran-Leb et *al.* (2021) respectivement. Dans la même année, *Ae. albopictus* est signalée dans la république de Kosovo par Muja-Bajraktari et *al.* (2022). Ce moustique a été signalé aussi en Inde à Haryana par Kaur & Kriti (2003) et Pendjab par Kirti & Sadeura (2018). À Pakistan par Attaullah et *al.* (2021), à Malaisie par Wan Najdah et *al.* (2021) et en Amérique du sud : en Équateur par Ponce et *al.* (2017) et Talbot et *al.* (2021), à Venezuela par Berti et *al.* (2019), en Argentine et en Colombie par Talbot et *al.* (2021), cette large distribution mondiale a augmenté son rôle vectoriel (Rezza, 2012). La présence de cette espèce peut engendrer un risque réel, lié à l'apparition de plusieurs épidémies (Delaunay et *al.*, 2009), l'espèce peut transmettre plusieurs virus qui causent de graves maladies humaines (Schaffner & Mathieu, 2020 ; Wang et *al.*, 2021), en particulier la dengue, le chikungunya (Delaunay et *al.*, 2009 ; Paupy et *al.*, 2009 ; Schaffner & Mathieu, 2020), la fièvre jaune et la fièvre Zika (Bouree et *al.*, 2015 ; Ducheyne et *al.*, 2018 ; Moo-Llanes et *al.*, 2021). Selon Bocková et *al.* (2013), cette espèce est capable de transmettre trois Flavivirus (Dengue, Nil occidental et Encéphalite japonaise), six Bunyavirus (Jamestown Canyon, Keystone, La Crosse, Potosi, Cache Valley et Tensaw) et un Alphavirus (Encéphalite équine de l'Est) dans les conditions naturelles.

Ae. berlandi est capturée occasionnellement sur happât humain dans une maison située dans la station de Mekla. Elle a été recensée également au lac Tonga (El Tarf) par Amara Korba et *al.* (2015), au Maroc par Trari et *al.* (2002), en Tunisie par Ben Ayed et *al.* (2019) et en Espagne par Bueno Marí & Jiménez-Peydró (2011). Cette espèce est sans intérêt médical (Brunhes et *al.*, 1999).

Cx. quinquefasciatus est inventoriée dans un seul gîte larvaire situé dans un environnement urbain, il s'agit du site de la Nouvelle ville au niveau de la station de Tizi-Ouzo, ce gîte larvaire est un canal d'évacuation des eaux usées, localisé entre les bâtiments étatiques de la cité 2000. Ce résultat corrobore avec l'étude réalisée par Nchoutpouen et *al.* (2019) au Cameroun, durant la période étalée entre mars et décembre 2017, ces auteurs ont rapporté que *Cq. quinquefasciatus* est adaptée à l'environnement urbain. D'après Brunhes et *al.* (1999) et Duvallet & de Gentile (2012), cette espèce est la plus généralement agressive dans le milieu urbain. Elle a été trouvée aussi l'Arabie Saoudite, à Jazan par Alahmed et *al.* (2010) et la Macque par Khater et *al.* (2013), à Qatar par Farag et *al.* (2021), en Égypte par Elhawary et *al.* (2020) et au Cameroun, dans la ville de Douala par Akono-Ntonga et *al.* (2020). En Inde, cette espèce est trouvée à Haryana par Kaur & Kriti (2003) et à Pendjab par Kirti & Sadeura (2018). A Pakistan par Attaullah et *al.* (2021). Elle a été recensée également au Brésil par Alencar et *al.* (2011) et Silva et *al.* (2018). Ce moustique joue un rôle très important dans la

transmission de la filariose de Bancroft, chikungunya et West Nile (Brunhes et al., 1999 ; Duvallet & de Gentile, 2012). Il transmet aussi la fièvre de la Vallée du Rift et la malaria des oiseaux (Negi & Verma, 2018), il peut transmettre aussi des nématodes comme *Saurofilaria sp.* et *Oswaldofilaria sp.* C'est est un vecteur potentiel du virus de l'encéphalite de Saint-Louis (SLEV) aux États-Unis et le virus de l'encéphalite japonaise (JEV) en Asie (Bhattacharya & Basu, 2016).

Cq. richiardi est capturée occasionnellement sur happât humain dans un espace ouvert situé dans le site de la Nouvelle ville. Cette espèce a été trouvée aussi à Sétif par Nabti & Bounechada (2020), au Maroc par Trari et al. (2002), en Russie par Khalin et al. (2021). Elle cause une forte nuisance à proximité des gîtes, mais elle n'est pas impliquée dans la transmission de parasitoses humaines (Brunhes et al., 1999).

Cx. deserticola est collectée uniquement dans 2 gîtes larvaires situés dans 2 stations (Ait Aissa Mimoun et Ait Yahia Moussa). D'après Brunhes et al. (1999), cette espèce est présente dans toute l'Afrique méditerranéenne et en particulier, dans les régions sahariennes et subsahariennes. En Algérie, cette espèce a été signalée à Mila par Messai et al. (2011), Biskra par Benhissen et al. (2017) et à Boussaâda par Benhissen et al. (2018). Au Maroc Trari et al. (2002) et Handaq & Blenzar (2017) ont signalé aussi sa présence. Quant à *Ae. geniculatus*, elle est inventoriée aussi dans 2 gîtes larvaires (trou d'arbre et pneu) localisés dans 2 stations (Tizi-Ouzou et Ain Zaouia). Selon Brunhes et al. (1999), cette espèce se développe essentiellement dans les trous d'arbres et aussi dans les petites collections d'eau. Elle a été signalée aussi au Maroc par Trari et al. (2002), en Tunisie par (Ben Ayed et al., 2019), en Espagne par Bueno Marí & Jiménez-Peydró (2011) et en Iran par Khoshdel-Nezamiha et al. (2013).

Concernant *Cs. subochrea*, elle est inventoriée dans un seul gîte larvaire situé dans la station de Makouda, le gîte larvaire (gîte 3) est une petite retenue d'eau située dans un endroit très ombragé, au milieu d'une végétation très importante. Brunhes et al. (1999) ont rapporté que cette espèce affectionne les fossés bordant les routes et les mares sous ombrage forestier. Elle a été signalée aussi à Tébessa par Bouabida et al. (2012), à Souk-Ahras par Hamaidia & Berchi (2018), à Boussaâda par Benhissen et al. (2018), au Maroc par Trari et al. (2002) et Aouinty et al. (2017), en Espagne par Bueno Marí & Jiménez-Peydró (2011) et Bravo-Barriga et al. (2021), en Iran par Moosa-Kazemi et al. (2010). *Cx. deserticola*, *Ae. geniculatus* et *Cs. subochrea* ne jouent aucun rôle dans la transmission de parasitoses humaines (Brunhes et al., 1999). La présente étude montre qu'*Ae. caspius*, *Cx. laticinctus*, *Cx. theileri*,

Cx. perexiguus et *Cs. subochrea* sont classées dans la catégorie accidentelle dans toutes les stations qui les comportent, le même constat est rapporté par Bouabida et al. (2012).

Il ressort de cette étude que *Cx. laticinctus* est inventoriée dans 2 gîtes larvaires répartis en 2 stations (Idjeur et Ouaguenoun), elle a été signalée aussi à Mila par Messai et al. (2011), à Tébessa par Bouabida et al. (2012), à Biskra par Benhissen et al. (2017), à Souk-Ahras par Hamaidia & Berchi (2018), à Boussaâda par Benhissen et al. (2018) et même au Maroc par Trari et al. (2002) et à Jazan (Arabie Saoudite) par Alahmed et al. (2010). En Espagne par Bueno Marí & Jiménez-Peydró (2011) et Paulis et al. (2020), alors que *Cx. mimeticus* est recensée dans 4 gîtes larvaires répartis en 2 stations (Tizi-Ouzou et Idjeur), elle a été trouvée également à Souk-Ahras par Hamaidia & Berchi (2018), au Maroc (Trari et al., 2002), en Espagne par Bueno Marí & Jiménez-Peydró (2011) et Bravo-Barriga et al. (2021), en Inde par Kirti & Sadeura (2018), en Iran par Moosa-Kazemi et al. (2010), Khoshdel-Nezamiha et al. (2013) et Nikookar et al. (2017). Ces espèces sont sans intérêt médical (Brunhes et al., 1999). *Cx. simpsoni* est recensée dans 4 gîtes larvaires répartis en 2 stations (Tizi-Ouzou et Beni Aissi), elle a été trouvée aussi à Sétif par Nabti & Bounechada (2020) et à Jazan (Arabie Saoudite) par Alahmed et al. (2010). Cette espèce ne pique qu'essentiellement l'homme, son rôle dans la transmission de parasitoses humaines est réduit (Brunhes et al., 1999).

Ur. unguiculata est recensée dans 3 gîtes larvaires répartis en 2 stations (Tizi-Ouzou (puits : gîte 1 de la Nouvelle ville, retenue d'eau : Gîte 2 d'Oued Aissi) et Makouda (retenue d'eau : Gîte 3)). D'après Brunhes et al. (1999), les larves d'*Ur. unguiculata* se trouvent dans les plans d'eau peu profonds qui comportent une végétation dressée. C'est un moustique méditerranéen (Brunhes et al., 1999), il a été trouvé également à Mila par Messai et al. (2011), au lac Tonga par Amara Korba et al. (2015), à Boussaâda par Benhissen et al. (2018), au Maroc (Trari et al., 2002), en Espagne par Bueno Marí & Jiménez-Peydró (2011) et Bravo-Barriga et al. (2021) et même en Iran par Khoshdel-Nezamiha et al. (2013). Cette espèce peut transmettre des parasites aux reptiles et aux batraciens (Brunhes et al., 1999).

Durant cette étude, *An. claviger* est prélevée dans 9 gîtes larvaires répartis en 5 stations (Tizi-Ouzou, Idjeur, Beni Aissi, Ouaguenoun et Makouda). Cette espèce se développe généralement dans les eaux fraîches et ombragées (Brunhes et al., 2000). Elle a été signalée aussi au Maroc par Trari et al. (2002) et Handaq & Blenzar (2017), en Iran par Khoshdel-Nezamiha et al. (2013) et Nikookar et al. (2017), en Espagne par Bueno Marí & Jiménez-Peydró (2011). C'est un vecteur du paludisme au Maroc, dans le Haut Atlas (Carnevale & Robert, 2009).

Cx. theileri est inventoriée dans 2 gîtes larvaires répartis en 2 stations (Tizi-Ouzou et Ouaguenoun), elle a été signalée également à Mila par Messai et al. (2011), à Tébessa par Bouabida et al. (2012), au lac Tonga par Amara Korba et al. (2015), à Boussaâda par Benhissen et al. (2018), à Souk-Ahras par Hamaidia & Berchi (2018), à Sétif par Nabti & Bounechada (2020), au Maroc par Trari et al. (2002), Aouinty et al. (2017), Handaq & Blenzar (2017) et Ouattar et al. (2018), à l'Arabie Saoudite dans la ville d'Al Bahah par Khater et al. (2013), en Espagne par Bueno Marí & Jiménez-Peydró (2011), en Iran par Moosa-Kazemi et al. (2010) et Khoshdel-Nezamiha et al. (2013). Cette espèce a été trouvée naturellement infectée par les virus West Nile et Sindbis (Brunhes et al., 1999).

Les résultats de ce travail montrent que *Cx. territans* est représentée dans 19 gîtes larvaires répartis en 7 stations (Tizi-Ouzou, Draâ Ben Khedda, Ait Khelili, Idjeur, Beni Aissi, Ouaguenoun et Makouda), elle a été signalée aussi en Espagne par Bueno Marí & Jiménez-Peydró (2011) et en Iran par Nikookar et al. (2017). Cette espèce transmet des filaires de batraciens, mais elle est sans intérêt médical (Brunhes et al., 1999). Alors que *Cx. impudicus* est recensée dans 6 gîtes larvaires répartis en 3 stations (Tizi-Ouzou, Azazga et Beni Aissi), elle a été signalée également au lac Tonga par Amara Korba et al. (2015), à Souk-Ahras par Hamaidia & Berchi (2018), au Maroc par Trari et al. (2002), en Espagne par Bueno Marí & Jiménez-Peydró (2011). Cette espèce est essentiellement batracophile et ne joue aucun rôle dans la transmission de parasitoses humaines (Brunhes et al., 1999).

Ae. caspius est inventoriée dans 2 gîtes larvaires répartis en 2 stations (Beni Aissi et Makouda). Le gîte de Beni Aissi est une mare (gîte 1), alors que celui de Makouda est une retenue d'eau (gîte 3). Brunhes et al. (1999) ont rapporté que les larves de cette espèce se trouvent dans les mares, marais et les puits abandonnés, où la végétation est abondante. Cette espèce a été signalée aussi à Tébessa par Bouabida et al. (2012), à Sétif par Nabti & Bounechada (2020), au Maroc par Trari et al. (2002), Aouinty et al. (2017), Handaq & Blenzar (2017) et Ouattar et al. (2018), en Tunisie (Ben Ayed et al., 2019), en Espagne par Bueno Marí & Jiménez-Peydró (2011) et Paulis et al. (2020), en Iran par Moosa-Kazemi et al. (2010) et Khoshdel-Nezamiha et al. (2013). C'est une espèce nuisible à caractère anthropophile et exophile, elle est considérée comme vecteur de filaires animales et d'arbovirus (Tahyna et virus de la myxomatose) (Brunhes et al., 1999).

D'après Brunhes et al. (2000), *Cx. pipiens*, *Cs. longiareolata*, *Ur. unguiculata*, *Cx. theileri* et *Ae. caspius* sont présentes partout, elles sont capables de se développer dans une grande variété de gîtes, par contre *Ae. berlandi* et *Ae. geniculatus* sont inféodées à un type de gîtes larvaires bien particulier, comme les trous d'arbres.

V.8. - Indices de structure

L'indice de Shannon calculé pour les différentes stations prospectées au niveau de la région de Tizi-Ouzou donne des valeurs proches de la diversité maximale dans les stations de Beni Aissi, Azazga, Makouda, Ait Aissa Mimoun, Ain Zaouia, elles fluctuent entre 0,58 et 2,66 bits, ce qui signifie que les milieux sont moyennement diversifiés. Par contre, il donne des valeurs loin de la diversité maximale dans l'ensemble de sites de la station de Tizi-Ouzou et d'Ait Khelili, dans les stations de Draâ Ben Khedda, Ouaguenoun, Béni Zmenzer, Tigzirt, dans les deux sites de la station d'Ait Yahia Moussa et Idjeur, avec des valeurs comprises entre 0 et 1,87 bits, ce qui signifie que ces milieux sont défavorables à l'installation d'espèces culicidiennes. Nos résultats concordent avec ceux trouvés par Lounaci et *al.* (2016), ces auteurs ont trouvé au niveau du barrage de Taksebt que l'indice de Shannon est loin de la diversité maximale. Bueno Marí et *al.* (2011) ont trouvé dans une étude réalisée en Espagne entre 2005 et 2008 un indice de Shannon qui varie entre 1,14 et 2,46 bits dans les différentes stations prospectées, ces valeurs sont loin de la diversité maximale obtenue dans l'ensemble de stations étudiées.

L'indice d'équitabilité est proche de 1 dans les stations de Beni Aissi, Makouda, Ain Zaouia, Ait Aissa Mimoun, Idjeur et dans les sites d'Ighil Ouguelmim, Azazga ville, Cheurfa, Sikh Oumeddour et Oued Aissi avec des valeurs comprises entre 0,52 et 0,91, ce qui signifie que les espèces inventoriées dans ces sites présentent des effectifs proches. Par contre, il tend vers 0 dans le site de la Nouvelle ville, la ville, Boukhalfa, Ihesnaouen, Betrouna, Megheira, Oued Ksari et Ighil El Bir, dans les stations de Draâ Ben Khedda, Ouaguenoun, Béni Zmenzer et Tigzirt avec des valeurs comprises entre 0 et 0,47, ce qui signifie qu'une espèce domine largement les autres. Lounaci et *al.* (2016) ont rapporté que l'indice d'équitabilité est proche de 1 dans deux stations et loin de 1 dans une seule station.

V.9. - Analyse statistique

L'analyse statistique des données montre que le test de Khi-deux d'indépendance est supérieur au risque 5% dans l'ensemble de sites étudiés, il a donné des p-value qui varient entre 0,2 et 0,9, ce qui nous a empêché de rejeter l'hypothèse nulle. Cela signifie qu'il n'y a pas une liaison significative entre les variables étudiées, car nous ne possédons pas suffisamment de preuves pour conclure que les variables sont associées. Nous justifions cela par notre travail sur une seule famille (Culicidae) et le faible nombre d'espèces dans chaque gîte.

L'analyse factorielle des correspondances montre que la contribution de l'inertie totale des deux axes est égale à 100% dans les sites de la ville de Tizi-Ouzou, du barrage de Taksebt (station de Beni Aissi), d'Akaoudj (station d'Ait Aissa Mimoun) et de Tizirt ville. Cela signifie les deux dimensions conservent toute l'inertie contenue dans les données. Quant aux autres sites, le total de la contribution des deux axes est proche de 100%, ce qui signifie que l'essentiel des informations est contenu dans le plan fait par les deux axes. Les tableaux de contingence sont très bien représentés dans un espace de faibles dimensions en utilisant l'AFC.

V.9.1. - Site de la Nouvelle ville

L'AFC appliquée pour le site de la Nouvelle ville montre 3 groupements opposés, le groupement A regroupe le gîte 5 et l'espace ouvert 4 avec *Cq. richiardii* et *Ae. geniculatus*, ce qui signifie que ces gîtes et ces espèces ont des profils similaires, cela se justifie par le fait que chacun des gîtes représente une seule espèce qui ne se trouve pas dans les autres gîtes, *Cq. richiardii* dans l'espace ouvert 4 et *Ae. geniculatus* dans le gîte 5. Le groupement B regroupe les espaces ouverts 1, 2, 3 et la maison avec *Ae. albopictus*, ces gîtes sont des points de captures similaires qui portent sur la présence d'une même espèce, il s'agit d'*Ae. albopictus*. Par rapport au groupement C, il regroupe les gîtes larvaires 1, 2, 3 et 4 avec *Cq. quinquefasciatus*, *Cx. pipiens s.l.*, *Cx. simpsoni*, *Ur. unguiculata* et *Cs. longiareolata*, cela signifie que chacun des gîtes comporte plusieurs espèces.

V.9.2. - Site de la ville de Tizi-Ouzou

L'AFC appliquée pour le site de la ville montre que l'axe Dim 2 est principalement défini par l'opposition du gîte 8 (pôle positif) avec le gîte 6 (pôle négatif), ce qui signifie que ces gîtes sont différents, chacun comporte une espèce différente par rapport aux autres. Le gîte 8 présente uniquement *Cx. territans*, tandis que le gîte 6 présente *Cx. simpsoni*. Le gîte 7 n'est pas bien représenté, il est positionné directement sur l'axe Dim 2. *Cx. pipiens s.l.* et *Cx. hortensis* sont positionnées sur le quadrant négatif de l'axe Dim 1, ces espèces sont présentes dans deux gîtes larvaires, *Cx. pipiens s.l.* dans les gîtes 6 et 7 alors que *Cx. hortensis* dans les gîtes 7 et 8. *Cs. longiareolata* est positionnée directement sur l'origine, ce qui signifie qu'elle n'est pas bien représentée, cette espèce est présente dans tous les gîtes prospectés.

V.9.3. - Site d'Ihesnaouen

L'AFC appliquée pour le site d'Ihesnaouen montre que l'axe Dim 1 est principalement défini par l'opposition du gîte 20 (pôle positif) avec le gîte 21 (pôle négatif), ce qui signifie que ces gîtes sont différents. Le gîte 20 comporte une seule espèce, tandis que le gîte 21 représente toutes les espèces trouvées. Les gîtes 19 et 22 sont regroupés dans le quadrant négatif de l'axe Dim 1, ce qui signifie que ces gîtes comportent les mêmes espèces, ce sont *Cx. pipiens* s.l. et *Cs. longiareolata*. Le complexe *Cx. pipiens* s.l. est positionné directement sur l'axe Dim 2, car ce complexe est présent dans tous les gîtes prospectés.

V.9.4. - Site d'Oued Aissi

L'AFC appliquée pour le site d'Oued Aissi montre 3 regroupements opposés, le regroupement A regroupe les gîtes 12 et 13 avec *Cs. longiareolata*, tandis que le groupement B regroupe *Cx. hortensis* et *Cx. mimeticus* avec les gîtes 10 et 14. Quant au groupement C, il regroupe *Cx. theileri*, *Ur. unguiculata* et *Cx. perexiguus* avec le gîte 11, cela se justifie par le fait que ces regroupement comportent des espèces ayant des profils similaires. Les espèces de chaque regroupement sont collectées dans les mêmes gîtes, *Cx. hortensis* et *Cx. mimeticus* se trouvent dans les gîtes 10 et 14, alors que *Cx. theileri*, *Ur. unguiculata* et *Cx. perexiguus* sont collectées dans le gîte 11. Les espèces *Cx. pipiens* s.l. et *Cx. territans* sont positionnées proches de l'origine, ce qui signifie qu'elles ne sont pas bien représentées, cela s'explique par leur collecte dans plusieurs gîtes larvaires.

V.9.5. - Site de Draâ Ben Khedda ville

L'AFC appliquée pour le site de Draâ Ben Khedda ville montre que l'axe Dim 1 oppose les gîtes 2 et 3 des autres gîtes, ces deux gîtes sont regroupés dans le pôle positif du graphe, ce qui signifie qu'ils ont un profil similaire. Ces deux gîtes portent les mêmes espèces, il s'agit de *Cx. pipiens* s.l. et *Cs. longiareolata*. Les gîtes 1 et 4 sont proches de l'axe Dim 1, ces gîtes sont les plus riches en espèces. Concernant le complexe *An. maculipennis* s.l. et *Cx. hortensis*, elles sont positionnées sur le même point dans le quadrant négatif du graphe, ces espèces sont trouvées dans les mêmes gîtes (gîte 1 et 4).

V.9.6. - Site du barrage de Taksebt

L'AFC appliquée pour le site du barrage de Taksebt (station de Beni Aissi) montre la présence de 3 groupements opposés, le groupement A regroupe les gîtes 2 et 3 avec les espèces *Cx. pipiens* s.l., *An. maculipennis* s.l., *Cx. territans*, *An. claviger*, et *Cx. impudicus*, ce qui signifie que ces espèces possèdent des profils similaires et comportent les mêmes espèces.

Le groupement B regroupe *Cs. longiareolata* et *Cx. hortensis*, ce qui signifie que ces espèces possèdent un même profil, elles sont collectées les deux dans le gîte 4. Le groupement C regroupe deux espèces avec des profils similaires, il s'agit de *Cx. simpsoni* et *Ae. caspius*, car ces espèces se trouvent uniquement dans le gîte 1.

V.9.7. - Site de Tamda

L'AFC appliquée pour le site de Tamda montre que les gîtes 2 et 3 opposent les gîtes 1 et 4, par rapport à l'axe Dim 1, ils sont sur le quadrant positif du graphe, cela se justifie par le fait qu'ils représentent chacun 2 espèces, il s'agit de *Cs. longiareolata* et *Cx. territans* dans le gîte 2 et de *Cx. pipiens* s.l. et *Cs. longiareolata* dans le gîte 3. Les gîtes 1 et 4 sont corrélés négativement par rapport à l'axe Dim 2, ce qui signifie qu'ils sont différents. Le gîte 1 contient 3 espèces, ce sont : *Cs. longiareolata*, *Cx. pipiens* s.l. et *An. claviger*, alors que le gîte 4 porte sur 5 espèces regroupées dans le groupement A, il s'agit de *Cx. territans*, *An. maculipennis* s.l., *Cx. laticinctus*, *Cx. theileri* et *Cx. perexiguus*.

V.9.8. - Site de Cheurfa

L'AFC appliquée pour le site de Cheurfa (station d'Azazga) montre deux groupements, le groupement A regroupe les gîtes 4, 5 et 11, ces gîtes ont des profils similaires, ils portent sur la présence d'une espèce commune, il s'agit de *Cs. longiareolata*, alors que le groupement B regroupe les gîtes 3, 6, 7 et 8, ce qui signifie aussi que ces gîtes ont un profil similaire, ils contiennent deux espèces en commun, ce sont *Cx. hortensis* et *Cs. longiareolata*. L'axe Dim 2 oppose *Cs. longiareolata* de *Cx. impudicus*, ce qui signifie que ces espèces sont corrélées négativement, cela s'explique par leur présence dans des gîtes différents.

V.9.9. - Site de Zaouia

L'AFC appliquée pour le site de Zaouia montre deux groupements opposés par rapport à l'axe Dim 1, le groupement A regroupe les gîtes 1 et 4 avec les espèces *Cx. perexiguus*, *An. claviger* et *An. maculipennis* s.l., tandis que le groupement B regroupe le gîte 3 avec les espèces *Cs. subochrea*, *Ur. unguiculata* et *Ae. caspius*. Cela se justifie par le fait que les espèces trouvées regroupées dans le groupement A sont collectées uniquement dans les gîtes 1 et 4, alors que celles regroupées dans le groupement B, se trouvent uniquement dans le gîte 3. Concernant le gîte 2 et *Cs. longiareolata*, ils sont positionnés directement sur l'axe Dim 1, ce qui signifie qu'ils ne sont pas bien représentés, cela montre

que le gîte 2 présente uniquement *Cs. longiareolata* et que cette espèce est absente dans les autres gîtes.

V.9.10. - Site d'Akaoudj

Le graphe de l'AFC du site d'Akaoudj montre 2 groupements opposés, le groupement A englobe *An. maculipennis* s.l. et *Cx. deserticola* avec le gîte 2, tandis que le groupement B englobe *Cx. pipiens* s.l. et *Cx. hortensis* avec le gîte 1, cela montre que les espèces de chaque groupement possèdent un profil similaire, celles du groupement A se trouvent uniquement dans le gîte 2, alors que celles du groupement B sont collectées uniquement dans le gîte 1. Concernant *Cs. longiareolata*, elle est positionnée sur le côté positif de l'axe Dim 1, cette espèce est trouvée seule dans le gîte 3.

V.9.11. - Site de Tizirt ville

Le graphe de l'AFC appliqué pour le site de Tizirt ville montre deux groupements opposés par rapport à l'axe Dim 2, ce qui signifie qu'ils sont corrélés négativement. Le groupement A englobe les gîtes 1, 2 et 3 avec les espèces *Cx. pipiens* s.l. et *Cs. longiareolata*, cela se justifie par le fait que ces gîtes ont un profil similaire, ils portent uniquement sur la présence de ces espèces, alors que le groupement B englobe *Cx. hortensis* et *An. maculipennis* s.l. avec le gîte 5, cela se justifie aussi par le profil similaire de ces espèces, elles sont collectées uniquement dans le gîte 5. Concernant le gîte 4, il est positionné proche de l'axe Dim 2, ce qui signifie qu'il est différent des autres gîtes, cela s'explique par le fait que ce gîte représente une seule espèce, il s'agit de *Cs. longiareolata*.

V.9.12. - Site de Tifrit N'Ath Oumalek

Le graphe de l'AFC de ce site montre que l'axe Dim 2 oppose deux groupements, le groupement A est proche de l'origine, ce qui signifie qu'il n'est pas bien représenté, il englobe les gîtes 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10 avec les espèces *Cx. hortensis*, *Cs. longiareolata* et *Cx. pipiens* s.l., cela montre que ces gîtes ont des profils similaires. Par contre le groupement B regroupe *Cx. laticinctus*, *An. maculipennis* s.l. et *An. claviger*, cela se justifie par le fait que ces espèces sont collectées uniquement dans le gîte 5. Concernant *Cx. mimeticus*, elle est positionnée très loin des autres, sur le côté négatif de l'axe Dim 2, cela s'explique par le fait qu'elle est collectée uniquement dans les gîtes 4 et 5.

L'analyse factorielle des correspondances de la répartition des espèces culicidiennes dans les différents gîtes étudiés au niveau de la région de Tizi-Ouzou durant le période d'étude montre que chaque site possède des espèces particulières adaptées aux différents types de

gîtes, d'après Bouabida et al. (2012), chaque milieu possède une particularité faunistique. Les graphes de l'AFC montrent aussi plusieurs groupements d'espèces, ce qui signifie que les espèces regroupées possèdent des profils similaires, la plupart se trouve regroupée dans un gîte donné. Hamaidia & Berchi (2018) ont rapporté qu'on trouve beaucoup d'espèces dans un milieu donné lorsque les conditions de vie dans celui-ci sont favorables. Le complexe *Cx. pipiens* s.l. se trouve très souvent regroupé avec *Cs. longiareolata* dans les mêmes gîtes larvaires. Ces espèces sont trouvées aussi positionnées directement sur l'origine dans plusieurs sites, ce qui montre leur présence dans plusieurs gîtes larvaires. Selon Bouabida et al. (2012) et Benhissen et al. (2017), ces espèces se développent dans tous types de gîtes qu'ils soient artificiels ou naturels, leur probabilité de rencontre est élevée et leur pouvoir de dispersion est considérable. L'espèce *Cx. hortensis* est trouvée regroupée avec plusieurs espèces, cela montre la forte capacité de cette espèce de cohabiter avec plusieurs espèces différentes.

V.10. - Indice de Jaccard

Les valeurs de l'indice de Jaccard calculé pour les différents milieux tendent vers 0%, ce qui signifie qu'il n'existe pas de similitude entre la biodiversité culicidiène dans les milieux prospectés.

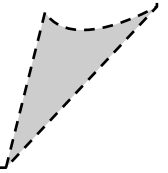
L'indice représente des valeurs égales à 0% entre les gîtes naturels urbains et les gîtes naturels ruraux (GAU/GNR), entre les gîtes anthropiques urbains et les gîtes anthropiques ruraux (GAU/GAR), entre les gîtes naturels urbains et les gîtes anthropiques urbains (GNU/GAU), entre les gîtes naturels urbains et les gîtes anthropiques ruraux (GNU/GAR), entre les gîtes naturels urbains et les gîtes anthropiques semi urbains (GNU/GASU) et entre les gîtes naturels urbains et les gîtes naturels semi urbains (GNU/GNSU). Cela montre qu'il n'existe pas de similitude entre les espèces des gîtes urbains et des gîtes ruraux, des gîtes urbains et des gîtes semi urbains et des gîtes naturels et des gîtes anthropiques. D'après Bello et al. (2007), lorsque l'indice de Jaccard diminue, seul un faible nombre d'espèces sera présent dans les deux habitats et les espèces sont totalement différentes dans les deux milieux comparés.

Par contre, les valeurs de cet indice tendent vers 100% entre les gîtes anthropiques semi urbains et les gîtes naturels semi urbains (GASU/GNSU), entre les gîtes naturels ruraux et les anthropiques semi urbains (GNR/GASU) et entre les gîtes anthropiques semi urbains et les gîtes anthropiques ruraux (GASU/GAR). Nous constatons qu'il existe une similitude de la biodiversité dans le milieu semi urbain, qu'elle soit la nature du gîte larvaire (naturelle ou anthropique) et dans les gîtes anthropiques qu'elle soit leur localisation (rurale ou semi

urbaine), donc la biodiversité peut dépendre de la nature du gîte larvaire et de l'environnement dans lequel il se trouve. Le Houerou (1995) a affirmé que lorsque l'indice augmente, un nombre important d'espèces se rencontre dans les deux habitats.

Les espèces qui se trouvent dans le milieu urbain diffèrent de celles du milieu rural. Cette différence dépend de la nature des gîtes larvaires, il n'y a pas de ressemblance d'espèces entre les gîtes anthropiques et les gîtes ruraux.

Conclusion



Conclusion et perspectives

Au terme du travail réalisé sur la biodiversité des moustiques dans la région de Tizi-Ouzou de février 2019 à octobre 2021, dans 80 gîtes larvaires, quatre espaces ouverts et deux maisons distribués dans 15 stations, 21 espèces culicidiennes ont été recensées, appartenant à deux sous-familles (Anophelinae et Culicinae) et six genres (*Aedes*, *Anopheles*, *Culex*, *Culiseta*, *Uranotaenia* et *Coquillettidia*). Le genre *Culex* a été le plus dominant avec 11 espèces, suivi du genre *Aedes* avec 4 espèces. Les genres *Culiseta* et *Anopheles* ont été présentés par deux espèces chacun, alors que les genres *Uranotaenia* et *Coquillettidia* ont été présentés par une seule espèce pour chaque genre. Notre étude montre la forte dominance du complexe *Cx. pipiens* s.l. (AR = 60,8%) dans la région de Tizi-Ouzou par rapport aux autres espèces, ce complexe a été collecté avec un effectif très élevé par relevé dans les gîtes très riches en matières organiques, comme les vides sanitaires, les puisards et les canaux d'évacuation. *Cs. longiareolata* a pris la 2^{ème} position (AR = 29,95%), cette espèce a été trouvée dans une grande gamme de gîtes larvaires qu'ils soient naturels ou anthropiques. Les autres espèces ont été représentées par des abondances relatives très faibles. La présente étude confirme la présence du moustique tigre *Ae. albopictus* en ville de la région de Tizi-Ouzou.

L'étude typologique des gîtes larvaires prospectés a montré que la présence des moustiques dépend de la pérennité des gîtes et de leur nature. Les gîtes larvaires temporaires et anthropiques sont plus représentés dans notre étude par rapport aux gîtes permanents et naturels, ce qui montre la forte contribution de l'Homme au développement des moustiques par la création des gîtes anthropiques.

La qualité d'échantillonnage obtenue dans la présente étude varie entre 0 et 4, les valeurs proches de zéro indiquent un échantillonnage réalisé dans des bonnes conditions, suite à la pérennité des gîtes, alors que les valeurs loin de zéro montrent un échantillonnage réalisé dans des conditions défavorables, comme l'assèchement des gîtes larvaires durant les périodes sèches et les perturbations anthropiques qui ont éliminé certains gîtes larvaires.

L'étude de la richesse spécifique des moustiques dans la région de Tizi-Ouzou montre que la station de Tizi-Ouzou est la plus riche en espèces, elle a regroupé 15 espèces, suivie des stations de Beni Aissi et Makouda avec 9 espèces chacune. La troisième position est représentée par les stations d'Idjeur et Ouaguenoun avec 8 espèces. La station d'Ait Aissa Mimoun porte sur la présence de 5 espèces, suivie des stations d'Azazga et Tigzirt avec 4 espèces chacune. Les stations d'Ait Yahia Moussa, Ait Khelili et Béni Zmenzer présentent 3 espèces, alors que la station d'Ain Zaouia regroupe seulement deux espèces. La richesse spécifique dépend du nombre de gîtes échantillonnés et de la présence d'une végétation importante aux alentours.

Conclusion et perspectives

L'exploitation des résultats par l'abondance relative des espèces inventoriées au niveau de la région de Tizi-Ouzou durant les années 2019, 2020 et 2021 a montré que *Cx. pipiens* s.l. domine dans les sites de la Nouvelle ville, Sikh Oumeddour, la ville de Tizi-Ouzou, Oued Aissi, Draâ Ben Khedda ville, Barrage de Taksebt, Ait-Ouaneche, Tizirt ville, El Bordj et Cheurfa avec valeurs comprises entre 32,32 et 92,86%. Par contre, *Cs. longiareolata* a dominé dans les sites de Tamda, Zaouia, Megheira, Ighil Ouguelmim, Azazga ville, Oued Ksari et Ighil El Bir avec des abondances relatives comprises entre 39,96 et 95,49%.

Cx. hortensis a été inventoriée dans deux sites, ce sont Akaoudj et Tifrit N'Ath Oumalek soit 33,22 et 49,91% respectivement. L'analyse des fréquences d'occurrence des espèces culicidiennes inventoriées dans la région de Tizi-Ouzou a montré que la catégorie constante est représentée par 4 espèces, il s'agit de *Cx. pipiens* s.l. dans les sites de la Nouvelle ville, Tizi-Ouzou ville, Oued Aissi, Betrouna, Sikh Oumeddour, Draâ Ben Khedda ville, Tamda, Ait-Ouaneche, El Bordj, Megheira, Ighil Ouguelmim, Cheurfa, Azazga ville, Tizirt ville et Tifrit N'Ath Oumalek avec des fréquences d'occurrence comprises entre 50 et 100%. *Cs. longiareolata* dans les sites de la ville, Boukhalfa, Betrouna, Ihesnaouen, Sikh Oumeddour, Megheira, Ighil Ouguelmim, Cheurfa, Tizirt ville, Ighil El Bir, Oued Ksari, Azazga ville et Tifrit N'Ath Oumalek avec des valeurs comprises aussi entre 50 et 100%. *Cx. hortensis* dans les sites d'Azazga ville, Tifrit N'Ath Oumalek avec des valeurs comprises entre 75 et 100%. Cela montre la forte capacité du complexe *Cx. pipiens* s.l. et *Cs. longiareolata* de dominer dans différents sites.

L'indice de Shannon est faible par rapport à la diversité maximale dans les sites de Tifrit N'Ath Oumalek, Draâ Ben Khedda ville, Megheira, Ighil Ouguelmim, Ait-Ouaneche, Tizirt ville, Oued Ksari et Ighil El Bir avec des valeurs comprises entre 0,29 et 1,87 bits. Ces valeurs faibles traduisent des conditions de vie défavorables et les milieux prospectés sont pauvres en espèces. Par contre, il est proche de la diversité maximale dans les sites d'El Bordj, Azazga ville, Cheurfa, Zaouia et Akaoudj avec des valeurs comprises entre 0,58 et 2,66 bits. Ces valeurs élevées montrent que le milieu est moyennement diversifié. Quant à l'indice d'équitabilité, les valeurs sont proches de 0 dans les sites de la Nouvelle ville, la ville de Tizi-Ouzou, Boukhalfa, Ihesnaouen, Betrouna, Megheira, Oued Ksari, Ighil El Bir, Draâ Ben Khedda ville, Ait-Ouaneche et Tizirt ville avec des valeurs comprises entre 0,04 et 0,47, cela montre qu'une espèce domine ces milieux. Cet indice est proche de 1 dans les sites de Tifrit N'Ath Oumalek, Zaouia, Akaoudj, Oued Aissi, Sikh Oumeddour et Ighil Ouguelmim avec des fréquences comprises entre 0,52 et 0,91, ce qui montre que les espèces inventoriées dans ces milieux possèdent des abondances proches.

Conclusion et perspectives

L'étude du test de Khi-deux d'indépendance appliqué pour les différents sites étudiés a montré qu'il n'existe pas une liaison significative entre les deux variables étudiées, alors que l'analyse factorielle des correspondances de la répartition des espèces selon les gîtes prospectés a montré plusieurs groupements d'espèces, *Cs longiareolata* a été trouvée souvent regroupée avec le complexe *Cx. pipiens* s.l., alors que *Cx. hortensis* a été trouvée regroupée avec plusieurs espèces, notamment *Cx. pipiens* s.l., *Cs. longiareolata* et *An. maculipennis* s.l. Les valeurs de l'indice de Jaccard calculé pour les différents milieux tendent vers 0%, ce qui signifie qu'il n'existe pas de similitude de la biodiversité culicidiène dans les milieux prospectés. La biodiversité dépend de l'environnement et de la nature des gîtes larvaires prospectés, la biodiversité des moustiques dans les gîtes urbains diffère de celle des gîtes semi urbains, elle diffère aussi entre les gîtes naturels et les gîtes anthropiques. Par contre, les valeurs de cet indice sont proches de 100% entre les gîtes anthropiques semi urbains et les gîtes naturels semi urbains (GASU/GNSU), entre les gîtes naturels ruraux et les gîtes anthropiques semi urbains (GNR/GASU) et entre les gîtes anthropiques ruraux et les gîtes anthropiques semi urbains (GAR/GASU). Cela montre qu'au niveau du milieu semi urbain, les espèces qui se trouvent dans les gîtes anthropiques et les gîtes naturels sont pratiquement les mêmes, ainsi que les gîtes anthropiques comportent les mêmes espèces qu'il soit leur localisation (rurale ou semi urbaine).

Malgré le manque de moyens dans cette étude, ainsi que les périodes sèches et les perturbations anthropiques qui ont éliminé certains gîtes larvaires, nous avons pu dresser une liste plus élargie d'espèces culicidiennes et nous avons capturé des espèces nouvelles pour la région de Tizi-Ouzou. L'échantillonnage sur le terrain a été fait par des moyens simples qui nécessitent plus de temps et de patience, alors que l'identification a été basée uniquement sur les critères morphologiques. Cette étude bien que préliminaire nécessite d'être améliorée, l'échantillonnage doit être réalisé par des moyens plus développés, comme les pièges CDC et les pièges sentinelles, alors que l'identification nécessite une confirmation par des techniques moléculaires, comme l'utilisation de la PCR pour caractériser les complexes trouvés (*Culex pipiens* s.l. et *Anopheles maculipennis* s.l.). Nous comptons approfondir cette recherche par évaluer l'impact des facteurs climatiques sur le développement des moustiques et faire des essais de lutte contre les espèces vectrices d'agents pathogènes pour des travaux ultérieurs. Il est souhaitable de réaliser une enquête épidémiologique sur les maladies transmises par les moustiques et de faire des études moléculaires qui permettent d'isoler les agents pathogènes.

Références bibliographiques

1. **Aardema M.L., VonHoldt B.M., Fritz M.L. & Davis S.R., (2020).** Global evaluation of taxonomic relationships and admixture within the *Culex pipiens* complex of mosquitoes. *Parasites & Vectors*, 13(8), 1-17.
2. **Adawi S.H.A.A., (2012).** Presence of *Aedes albopictus* in Palestine West Bank. *International journal of tropical disease & health*, 2(4), 301-310.
3. **Aïssaoui L. & Boudjelida H., (2014).** Larvicidal activity and influence of *Bacillus thuringiensis* (Vectobac G), on longevity and fecundity of mosquito species. *European journal of experimental biology*, 4(1), 104-109.
4. **Aïssaoui L. & Boudjelida H., (2017).** Diversity and distribution of culicinae fauna in Tebessa district (North-East of Algeria). *International journal of mosquito research*, 4(1), 07-12.
5. **Ait Amar S. & Benoufella-Kitous K., (2020).** Diversity of aphids (Hemiptera: Aphididae) associated with potato crop in Tizi-Ouzou (North of Algeria), with new records. *Acta agriculturae slovenica*, 117(1), 1-9.
6. **Akono-Ntonga P., Bakwo E.M., Belong P., Kekeunou S., Foko G. & Messi J., (2009).** Abondance et diversité de la faune culicidienne à Yaoundé, Cameroun. *Entomologie faunistique*, 62(3), 115-124.
7. **Akono-Ntonga P., Peka-Nsangou M.F., Kekeunou S., Kojom-Fozie-Kamga R., Tonga C., Ngo-Hondt E. & Mbida J.A., (2020).** Diversité et agressivité de la culicidofaune dans la ville de Douala, Cameroun. *Entomologie faunistique*, 73, 26-35.
8. **Alahmadi S., Ibrahim R., Messali M. & Ali M., (2020).** Effect of aminopyridinium-based ionic liquids against larvae of *Culex pipiens* (Diptera : Culicidae). *Journal of Taibah University for science*, 14(1), 863-872.
9. **Alahmed A.M., (2012).** Mosquito fauna (Diptera : Culicidae) of the Eastern region of Saudi Arabia and their seasonal abundance. *Journal of king Saud University-Science*, 24, 55-62.
10. **Alahmed A.M., Al Kuriji M.A., Kheir S.M., Al Haqawi H.M. & Sultan E.A.A., (2010).** Mosquitoes (Diptera : Culicidae) and their seasonal activity in Jazan region, Saudi Arabia. *Journal of the Saudi society of agricultural sciences*, 9(2a), 136-138.
11. **Alahmed A.M., Munawar K., Khalil S.M.S. & Harbach R.E., (2019).** Assessment and an updated list of the mosquitoes of Saudi Arabia. *Parasites & Vectors*, 12(356), 1-9.

Références bibliographiques

12. **Al Ashry H.A., Kenawy M.A. & Shobrak M., (2014).** Fauna of mosquito larvae (Diptera : Culicidae) in Asir province, Kingdom of Saudi Arabia. *Journal of the Egyptian society of parasitology*, 44(1), 171-184.
13. **Alencar J., Ferreira Z.M., Lopes C.M., Serra-Freire N.M., De Mello R.P., Silva J.D.S. & Guimaraes A.E., (2011).** Biodiversity and Times of Activity of Mosquitoes (Diptera : Culicidae) in the Biome of the Atlantic Forest in the State of Rio de Janeiro, Brazil. *Journal of medical entomology*, 48(2), 223-231.
14. **Al-Amin H.M., Irish S., Lenhart A. & Alam M.S., (2022).** Preliminary report of the insecticide susceptibility status of *Aedes albopictus* in Bangladesh. *The American journal of tropical medicine and hygiene*, 106(1), 332-333.
15. **Al-Azab A., Shaalan E. & Al-Elmani S., (2019).** Surveillance of mosquito vectors in Sana'a: Yemen. *International journal of mosquito research*, 6(1), 124-131.
16. **Almeida J.F., Belchior H.C.M., Rios-Velasquez C.M. & Pessoa F.A.C., (2020).** Diversity of mosquitoes (Diptera : Culicidae) collected in different types of larvitrap in an Amazon rural settlement. *Plos One*, 15(10), 1-15.
17. **Amara Korba R., Alayat M.S., Bouiba L., Boudrissa A., Bouslama Z., Boukraa S., Francis F., Failloux A.B. & Boubidi S.C., (2016).** Ecological differentiation of members of the *Culex pipiens* complex, potential vectors of West Nile virus and Rift Valley fever virus in Algeria. *Parasites & Vectors*, 9(455), 1-11.
18. **Amara Korba R., Boukraa S., Alayat M.S., Bendjeddou M.A., Francis F., Boubidi S.C. & Bouslama Z., (2015).** Preliminary report of mosquitoes survey at Tonga lake (North-east Algeria). *Advances in environmental biology*, 9(27), 288-294.
19. **Amraoui F., Ben Ayed W., Madec Y., Faraj C., Himmi O., Btissam A., Sarih M. & Failloux A.B., (2019).** Potential of *Aedes albopictus* to cause the emergence of arboviruses in Morocco. *PLoS Neglected tropical diseases*, 13(2), 1-12.
20. **Amraoui F., Krida G., Bouattour A., Rhim A., Daaboub J., Harrat Z., Boubidi S.C., Tijane M., Sarih M. & Failloux A.B., (2012).** *Culex pipiens*, an experimental efficient vector of West Nile and Rift Valley fever viruses in the Maghreb region. *Plos One*, 7(5), 1-8.
21. **Amrouche-Larabi L., Denys C., Boukhemza M., Bensidhoum M., Hamani A., Nicolas V., Khifer L. & Mamou R., (2015).** Inventaire des petits vertébrés terrestres de quelques localités du Nord Algérien. *Travaux de l'Institut Scientifique, Série Générale*, 8, 85-95.

Références bibliographiques

22. **Amroun M., Giraudoux P. & Delattre P., (2006).** Etude comparative des régimes alimentaires de deux carnivores - le chacal dorée (*Canis aureus*) et la genette commune (*Genetta genetta*) - en Kabylie, Algérie. *Mammalia*, 247-254.
23. **Aouinty B., Ouafara S., Mellouki F. & Mahari S., (2006).** Évaluation préliminaire de l'activité larvicide des extraits aqueux des feuilles du ricin (*Ricinus communis* L.) et du bois de thuya (*Tetraclinis articulata* (Vahl) Mast.) sur les larves de quatre moustiques culicidés : *Culex pipiens* (Linné), *Aedes caspius* (Pallas), *Culiseta longiareolata* (Aitken) et *Anopheles maculipennis* (Meigen). *Biotechnologie, agronomie, société et environnement*, 10(2), 67-71.
24. **Aouinty B., Rihane A., Chennaoui M. & Mellouki F., (2017).** Etude des gîtes larvaires de moustiques culicidés de la région de Mohammedia, littoral atlantique Marocain. *Afrique science*, 13(2), 120-129.
25. **ArcGis (2019).** Logiciel topographique, Version 10.7.
26. **Arroussi J.E.R., Bouaziz A. & Boudjelida H., (2021).** Mosquito survey reveals the first record of *Aedes* (Diptera : Culicidae) species in urban area, Annaba district, Northeastern Algeria. *Polish journal of entomology*, 90(1), 14-26.
27. **Asgarian T.S., Moosa-Kazemi S.H. & Sedaghat M.M., (2021).** Impact of meteorological parameters on mosquito population abundance and distribution in a former malaria endemic area, central Iran. *Heliyon*, 7, 1-7.
28. **Asloum A.Y., Benhissen S., Habbachi W., Habbachi S., Hedjouli Z., Bouselama Z. & Tahraoui A., (2021).** Preliminary inventory and general aspect of the distribution of Culicidae species in the Steppe region (M'Sila, Algeria). *Journal of bioresource management*, 8(3),79-88.
29. **Attaullah M., Gul S., Bibi D., Andaleeb A., Ilahi I., Siraj M., Ahmad M., Ullah I., Ali M., Ahmad S. & Ullah Z., (2021).** Diversity, distribution and relative abundance of the mosquito fauna (Diptera : Culicidae) of Malakand and Dir Lower, Pakistan. *Brazilian journal of biology*, 83, 1-9.
30. **Azari-Hamidian S., Norouzi B. & Harbach R.E., (2019).** A detailed review of the mosquitoes (Diptera : Culicidae) of Iran and their medical and veterinary importance. *Acta tropica*, 194, 106-122.
31. **Bakr R.F.A., Nassar M.I., El-Barky N.M., Kotb T.F., Badrawy H. & Abdeldayem M.S., (2014).** Prevalence of mosquitoes in Jazan Province, Saudi Arabia. *Egyptian academic journal of biological sciences*, 7(2), 15-27.

32. **Bakran-Leb K., Zित्रा C., Harl J., Shahi-Barogh B., Grätzl A., Ebmer D., Schaffner F. & Fuehrer H.P., (2021).** Arrival of the Asian tiger mosquito, *Aedes albopictus* (Skuse, 1895) in Vienna, Austria and initial monitoring activities. *Transboundary and emerging diseases*, 1-6.
33. **Bakwo Fils E.M., Akono P.N., Belong P. & Messi J., (2010).** Impact des aménagements piscicoles sur le pullulement culicidien à Yaoundé, Cameroun. *Entomologie faunistique*, 62(3), 109-114.
34. **Balatsos G., Puggioli A., Karras V., Lytra I., Mastronikolos G., Carrieri M., Papachristos D.P., Malfacini M., Stefopoulou A., Ioannou C.S. et al., (2021).** Reduction in Egg Fertility of *Aedes albopictus* Mosquitoes in Greece Following Releases of Imported Sterile Males. *Insects*, 12(110), 1-11.
35. **Bawin T., Seye F., Boukraa S., Zimmer J.Y., Delvigne F. & Francis F., (2014).** La lutte contre les moustiques (Diptera : Culicidae): diversité des approches et application du contrôle biologique. *The Canadian entomologist*, 00, 1-25.
36. **Becker N. & Hoffmann D., (2011).** First record of *Culiseta longiareolata* (Macquart) for Germany. *European mosquito bulletin*, 29, 143-150.
37. **Becker N., (2008).** Influence of climate change on mosquito development and mosquito-borne diseases in Europe. *Parasitology research : Springer-Verlag*, 103, S19-S28.
38. **Becker N., Petric D., Zgomba M., Boase C., Dahl C., Lane J. & Kaiser A., (2003).** *Mosquitoes and Their Control*. Springer Sciences + Business Media, 1st edition, New York : 497p.
39. **Becker N., Petric D., Zgomba M., Boase C., Madon M., Dahl C. & Kaiser A., (2010).** *Mosquitoes and Their Control*. Springer : Heidelberg, Dordrecht, 2^{ed} edition, New York : 577p.
40. **Becker N., Petric D., Zgomba M., Boase C., Madon M., Dahl C. & Kaiser A., (2020).** *Mosquitoes Identification, Ecology and Control*. Springer Nature, 3^{ed} edition, Swetzerland : 570p.
41. **Bega A.G., Moskaev A.V. & Gordeev M.I., (2021).** Ecology and Distribution of the Invasive Mosquito Species *Aedes albopictus* (Skuse, 1895) in the South of the European Part of Russia. *Russian journal of biological invasions*, 12(2), 148-156.
42. **Beji M., Rhim A., Roiz D. & Bouattour A., (2017).** Ecophysiological characterization and molecular differentiation of *Culex pipiens* forms (Diptera : Culicidae) in Tunisia. *Parasites & Vectors*, 10(327), 1-10.

Références bibliographiques

43. **Belkhiri N., Habbachi W., Benhissen S., Frah N., Asloum A.Y. & Aberkane N., (2021).** Inventory and distribution of Mosquitoes (Diptera, Culicidae) in the Aures region (Batna, Algeria). *Journal of bioresource management*, 8(4), 55-66.
44. **Bello F., Leps J. & Sebastia M.T., (2007).** Grazing effects on the species-area relationship : variation along a climatic gradient in the NE Spain. *Journal of végétation science*, 18, 25-34.
45. **Ben Ayed W., Amraoui F., M'ghirbi Y., Schaffner F., Rhaim A., Failloux A.B. & Bouattour A., (2019).** A Survey of *Aedes* (Diptera : Culicidae) Mosquitoes in Tunisia and the Potential Role of *Aedes detritus* and *Aedes caspius* in the Transmission of Zika Virus. *Journal of medical entomology*, XX(X), 1-7.
46. **Benallal K., Allal-Ikhlef A., Benhamouda K., Schaffner F. & Harrat Z., (2016).** First report of *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Diptera : Culicidae) in Oran, West of Algeria. *Acta tropica*, 164, 411-413.
47. **Benallal K., Benbetka S., Tail G. & Harrat Z., (2015).** Molecular characterization of *Culex pipiens* (Diptera, Culicidae) in Reghaïa lake, Algeria. *Annals of biological sciences*, 3(1), 20-24.
48. **Benallal K.E., Garni R., Bouiba L. & Harrat Z., (2019).** First Detection of *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Diptera : Culicidae) in Algiers, the Capital City of Algeria. *Journal of arthropod-borne diseases*, 13(4), 420-425.
49. **Benbetka S., Hachid A., Benallal K.E., Benbetka C., Khaldi A., Bitam I. & Harrat Z., (2018).** First field evidence infection of *Culex perexiguus* by West Nile virus in Sahara Oasis of Algeria. *Journal of vector borne diseases*, 55, 305-309.
50. **Benhissen S., Habbachi W. & Ouakid M.L., (2017).** Biodiversité et répartition des moustiques (Diptera : Culicidae) dans les Oasis de la région de Biskra (Sud-est algérien). *Algerian journal of arid environment*, 7(1), 96-101.
51. **Benhissen S., Habbachi W., Masna F., Mecheri H., Ouakid M.L. & Bairi A., (2014).** Inventory Culicidae dry lands : The case of Oasis Ouled-Djellal (Biskra, Algeria). *Revue ElWahat pour les recherches et les études*, 7(2), 86-91.
52. **Benhissen S., Habbachi W., Rebbas K. & Masna F., (2018).** Etude entomologique et typologiques des gîtes larvaires des moustiques (Diptera : Culicidae) dans la région de Boussaâda (Algérie). *Bulletin de la société royale des sciences de Liège*, 87, 112-120.
53. **Benoufella-Kitous K., Mehalli-Ouldkadi N. & Temzi K., (2021).** A life cycle study of *Coccinella algerica* Kovar, 1977 (Coleoptera, Coccinellidae): Census of a new larval

Références bibliographiques

- stage in this lady beetle from Béni-Douala area (Tizi-Ouzou). *Journal of plant protection research*, 61(1), 41-46.
54. **Berchi S., (2000a).** *Bio écologie de Culex pipiens L. (Diptera : Culicidae) dans la région de Constantine et perspectives de lutte.* Thèse de Doctorat, Université Mentouri de Constantine, Algérie : 223p.
55. **Berchi S., (2000b).** Résistance de certaines populations de *Culex pipiens pipiens L.* au malathion à Constantine (Algérie) (Diptera, Culicidae). *Bulletin de la Société entomologique de France*, 105(2), 125-129.
56. **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), 5-16.
57. **Berti J., Rangel Y., Guzman H. & Estrada Y., (2019).** Inventario de especies de mosquitos (Diptera : Culicidae) del Municipio Casacoima, estado Delta Amacuro, Venezuela. *Boletín de malariología Y Salud Ambiental*, LVIX(1), 68-83.
58. **Bhattacharya S. & Basu P., (2016).** The Southern House Mosquito, *Culex quinquefasciatus* : profile of a smart vector. *Journal of entomology and zoology studies*, 4(2), 73-81.
59. **Blondel J., (1979).** *Biogéographie et écologie.* Massonédition, Paris : 173p.
60. **Bocková E., Kočíšová A. & Letková V., (2013).** First record of *Aedes albopictus* in Slovakia. *Acta parasitologica*, 58(4), 000-000.
61. **Bouabida H., Djebbar F. & Soltani N., (2012).** Etude systématique et écologique des moustiques (Diptera : Culicidae) dans la région de Tébessa (Algérie). *Entomologie faunistique*, 65, 99-103.
62. **Bouattour A., Khrouf F., Rhim A. & M'ghirbi Y., (2019).** First detection of the Asian tiger mosquito, *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Diptera : Culicidae), in Tunisia. *Journal of medical entomology*, XX(X), 1-4.
63. **Boubidi S.C., (2016).** *Surveillance et contrôle du moustique tigre, Aedes albopictus (Skuse, 1894) à Nice, sud de la France.* Thèse de Doctorat, UniversitéMontpellier, France : 139p.
64. **Boudemagh N., Bendali-Saoudi F. & Soltani N., (2013).** Inventory of Culicidae (Diptera : Nematocera) in the region of Collo (North-East Algeria). *Annals of biological research*, 4(2), 94-99.

Références bibliographiques

65. **Boukhemza M., Doumandji S., Voisin C. & Voisin J.F., (2000).** Disponibilités des ressources alimentaires et leur utilisation par le Héron garde-bœufs *Bubulcus ibis* en Kabylie, Algérie. *Revue d'écologie (Terre Vie)*, 55, 361-381.
66. **Bouree P., Zambon P. & Ensaf A., (2015).** *Aedes albopictus* : un moustique multifonction. *OptionBio*, 519, 13-16.
67. **Boussès P., Le Goff G. & Robert V., (2018).** Inventaire des moustiques (Diptera : Culicidae) des îles du sud-ouest de l'océan Indien, Madagascar excepté - Une revue critique. *Annales de la société entomologique de France (N.S)*, 1-22.
68. **Boyer S., (2006).** *Résistance Métabolique des Larves de Moustiques aux Insecticides : Conséquences Environnementales*. Thèse de Doctorat, Université Joseph Fourier, Grenoble I: 78p.
69. **Brahmi K., (2005).** *Place des insectes dans le régime alimentaire des mammifères dans la montagne de Bouzeguène (Grande Kabylie)*. Thèse de Magister, Institut national d'agronomie, El Harrach, Algérie : 297p.
70. **Brahmi K., Ouelhadj A., Bouaziz N. & Doumandji S., (2014).** Écologie trophique de la Genette commune *Genetta genetta*, montagne de Bouzeguène (Grande Kabylie, Algérie). *Lebanese science journal*, 15(1), 27-39.
71. **Bravo-Barriga D., Almeida A.P.G.D.d., Delacour-Estrella S., Peña R.E., Lucientes J., Sánchez-Murillo J.M. & Frontera E., (2021).** Mosquito fauna in Extremadura (western Spain) : Updated catalog with new records, distribution maps, and medical relevance. *Journal of vector ecology*, 46(1), 70-82.
72. **Brunhes J., (1999).** Culicidae du Maghreb. Description d'*Aedes (Ochlerotatus) biskraensis* n. sp. d'Algérie (Diptera, Nematocera). *Bulletin de la société entomologique de France*, 104(1), 25-30.
73. **Brunhes J., Hassaine K., Rhaim A. & Hervy J.P., (2000).** Les Culicides de l'Afrique méditerranéenne : espèces présentes et répartition (Diptera, Nematocera). *Bulletin de la société entomologique de France*, 105(2), 195-204.
74. **Brunhes J., Rhaim A., Geoffroy B., Angel G. & Hervy J.P., (1999).** *Les Culicidae de l'Afrique méditerranéenne*. Programme d'identification et d'enseignement, Institut de recherche pour le développement édition.
75. **Bueno Marí R. & Jiménez-Peydró R., (2011).** Differences in mosquito (Diptera : Culicidae) biodiversity across varying climates and land-use categories in Eastern Spain. *Entomologica fennica*, 22, 190-198.

Références bibliographiques

76. **Carnevale P. & Robert V., (2009).** *Les anophèles Biologie, transmission du Plasmodium et lutte antivectorielle.* Institut de recherche pour le développement édition, Marseille : 391p.
77. **Carricano M., Pujol F. & Bertrandias L., (2010).** *Analyse de données avec SPSS.* 2^e édition PEARSON, Paris : 235 p.
78. **Chahed S., Brahmi K. & Djouaher T., (2021a).** Étude sur la faune culicidiène (Diptera : Culicidae) de la région de Tizi-Ouzou (Nord d'Algérie) : Biodiversité, abondance et répartition. *Entomologie faunistique*, 74, 1-12.
79. **Chahed S., Djouaher T. & Brahmi K., (2021c).** Presence of the Asian tiger mosquito *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse, 1894) (Diptera : Culicidae) in the city of Tizi-Ouzou (Algeria Northern). *Bulletin of pure and applied sciences (Zoology)*, 40A(2), 250-256.
80. **Chahed S., Nabti I., Brahmi K. & Djouaher T., (2021b).** Confirmation de la présence de l'*Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse 1894) dans deux régions littorales : Jijel et Skikda (Nord-est d'Algérie). *Entomologie faunistique*, 74, 66-72.
81. **Chahed S., Belkacem H., Boukhari L. & Brahmi K., (2022).** Mosquito Survey in Tizi-Ouzou (Algeria Northern) : Updated Inventory with New Reports. *Journal of bioresource management*, 9(1), 41-55.
82. **Chebini F., (1987).** *Inventaire ornithologique et recherches sur la reproduction des mésanges du genre Parus dans trois stations de la forêt de l'Akfadou.* Thèse de Magister, Institut national d'agronomie, El-Harrach, Algérie : 70 p.
83. **Coffinet T., Mourou J.R., Pradines B., Toto J.C., Jarjaval F., Amalvict R., Kombila M. & Pagès F., (2007).** First record of *Aedes albopictus* in Gabon. *Journal of the American mosquito control association*, 23(4), 471-472.
84. **Cordellier R. & Geoffroy B., (1976).** *Les moustiques de république centrafricaine. Distribution, abondance et fréquence des Culicinés dans l'ouest du pays. Les arbovirus isolés.* ORSTOM édition, Paris : 11p.
85. **Couret J. & Benedict M.Q., (2014).** A meta-analysis of the factors influencing development rate variation in *Aedes aegypti* (Diptera : Culicidae). *BMC Ecology*, 14(3), 1-15.
86. **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, 251-256.

Références bibliographiques

87. **Cunze S., Kochmann J., Koch L.K. & Klimpel S., (2016).** *Aedes albopictus* and its environmental limits in Europe. *PLoS ONE*, 11(9), 1-14.
88. **Dajoz R., (1975).** *Précis d'écologie*. 3^e édition Gauthier-villars, Paris : 549p.
89. **Dajoz R., (2003).** *Précis d'écologie*. 7^eédition Dunod. Paris : 615p.
90. **Dajoz R., (2006).** *Précis d'écologie*. 8^e édition Dunod. Paris : 631 p.
91. **Darnis E., (2012).** *Aedes albopictus représente-t-il un risque pour les animaux domestiques ou sauvages en France ?*.Thèse de Doctorat vétérinaire, École nationale vétérinaire d'Alfort, France : 89p.
92. **Darriet F., (2007).** *Moustiquaires imprégnées et résistance des moustiques aux insecticides*. Institut de recherche pour le développementédition, Paris : 116p.
93. **Darriet F., (2014).** *Des moustiques et des hommes, chronique d'une pullulation annoncée*. Institut de recherche pour le développement édition, Marseille :136p.
94. **Darriet F., (2016).** Development of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera : Culicidae) Larvae Feeding on the Plant Material Contained in the Water.*Annals of community medicine and practice*, 2(1), 1-4.
95. **Darriet F., (2019).** Le moustique tigre : Le conquérant. *Espèces*, 34, 14-21.
96. **Deblauwe I., Ibáñez-Justicia A., De Wolf K., Smitz N., Schneider A., Stroo A., Jacobs F., Vanslebrouck A., Gombeer S., Dekoninck W. et al., (2021).** First Detections of *Culiseta longiareolata* (Diptera : Culicidae) in Belgium and the Netherlands. *Journal of medical entomology*, XX(X), 1-9.
97. **Dehghan H., Sadraei J., Moosa-Kazemi M.S.H., Abolghasemi E., Solimani H., Nodoshane A.J. & Najafi M.H., (2016).** A pictorial key for *Culex pipens* complex (Diptera : Culicidae) in Iran. *Journal of arthropod-borne diseases*, 10(3), 292-304.
98. **Delaunay P., Hubiche T., Blanc V., Perrin Y., Marty P. & Del Giudice P., (2011).** *Aedes albopictus* en France métropolitaine. *Annales de dermatologie et de vénéréologie*, 139, 396-401.
99. **Delaunay P., Jeannin C., Schaffner F. & Marty P., (2009).** Actualités 2008 sur la présence du moustique tigre *Aedes albopictus* en France métropolitaine. *24es journées annuelles du GPIP : Science direct*, 66-71.
100. **Di Luca M., Toma L., Severini F., Boccolini D., D'Avola S., Todaro D., Stancanelli A., Antoci F., La Russa F., Casano S. et al., (2017).** First record of the invasive mosquito species *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Diptera : Culicidae) on the southernmost Mediterranean islands of Italy and Europe. *Parasites & Vectors*, 10(543), 1-9.

Références bibliographiques

101. **Djègbè I., Toponon F., Gbankoto A., Tchigossou G., Djossou-Hessou D., Dossou C., Yessoufou A., Akogbéto M., Djogbéno L. & Djouaka R., (2019).** Typologie des gîtes larvaires et résistance des vecteurs du paludisme à la Deltaméthrine dans le milieu urbain et rural du département de l'Atlantique au sud du Bénin : données préliminaires. *European scientific journal*, 15(33), 171-191.
102. **Djenoune D., Marniche F., Amroun M. & Boulay R., (2018).** Comparative diet of hedgehogs (*Atelerix algirus*) in two localities in Kabylia, Algeria. *Turkish journal of zoology*, 42, 207-217.
103. **Dris D. & Bouabida H., (2020).** Larvicidal Activity of an Algerian *Ruta Graveolens* Essential Oil on Mosquito Species *Culex pipiens*. *Transylvanian review*, XXVII(47), 14717-14723.
104. **Ducheyne E., Minh N.N.T., Haddad N., Bryssinckx W., Buliva E., Simard F., Malik M.R., Charlier J., De Waele V., Mahmoud O. et al., (2018).** Current and future distribution of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera : Culicidae) in WHO Eastern Mediterranean Region. *International journal of health geographics*, 17(4), 2-13.
105. **Duvallet G. & Chabasse D., (2020).** Moustiques et pathogènes. *Revue francophone des laboratoires*, 524, 57-67.
106. **Duvallet G. & de Gentile L., (2012).** *Protection personnelle antivectorielle*. Institut de recherche pour le développement édition, Marseille : 352p.
107. **Duvallet G., Fontenille D. & Robert V., (2017).** *Entomologie médicale et vétérinaire*. Institut de recherche pour le développement/QUAE édition, Marseille : 688p.
108. **El Ouali Lalami A., El Hilali O., Benlamlih M., Merzouki M., Raiss N., Ibensouda Koraichi S. & Himmi O., (2010).** Etude entomologique, physicochimique et bactériologique des gîtes larvaires de localités 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.
109. **El Ouali Lalami A., Hindi T., Azzouzi A., Elghadraoui L., Maniar S., Faraj C., Adlaoui E.B., Ameer I. & Ibensouda Koraichi S., (2009).** Inventaire et répartition saisonnière des Culicidae dans le centre du Maroc. *Entomologie faunistique*, 62(4), 131-138.
110. **El-Akhal F., Maniar S., El Bachir A., Chafiq F., Badoc A. & El Ouali Lalami A., (2016).** Resistance of *Culex pipiens* (Diptera : Culicidae) to Organophosphate Insecticides in Central Morocco. *International Journal of Toxicological and Pharmacological research*, 8(4), 263-568.

Références bibliographiques

111. Elhawary N.A., Soliman M.A., Seif A.I. & Meshrif W.S., (2020). Culicine mosquitoes (Diptera : Culicidae) communities and their relation to physicochemical characteristics in three breeding sites in Egypt. *Egyptian journal of zoology (EJZ)*, 1-13.
112. Eyraud-Griffet A., Pradel J., Chalvet-Monfray K. & Bicout D.J., (2009). Conditions climatiques et probabilités de présence de moustiques, vecteurs de maladies. *Epidémiologie et santé animale*, 56, 161-174.
113. Farag E.A.B.A., Bansal D., Mardini K., Sultan A.A., Al-Thani M.H.J., Al-Marri S.A., Al-Hajri M., Al-Romaihi H. & Schaffner F., (2021). Identification and characterisation of mosquitoes from different locations of Qatar in 2017-2019. *Parasite*, 28(84), 1-12.
114. Filali Mouatassef T., Faraj C., Guemmouh R. & El Ouali Lalami A., (2019). Quantitative Inventory of Mosquito Larvae (Diptera : Culicidae) and Physicochemical Analysis of Aquatic Habitats in the Region of Fez, Morocco. *Bulletin de la société pathologique exotique*, 112, 105-113.
115. Ghavami M.B., (2005). Estimation and comparison of *Anopheles maculipennis* s.l. (Diptera : Culicidae) survival rates with light-trap and indoor resting data. *Iranian journal of public health*, 34(2), 48-57.
116. Gilka W., Harbach R.E. & Perkovsky E.E., (2021). Mosquitoes (Diptera : Culicidae) in Eocene amber from the Rovno region, Ukraine. *Zootaxa*, 5016(2), 257-270.
117. Gindre E. & Raulin A.D., (2020). *La biodiversité partagée*. L'Harmattan édition, Paris : 223p.
118. Glöer P. & Ramdini R., (2019). *Hippeutis complanatus* Linnaeus, 1758 in Algeria, re-found after more than 150 years. *Ecologica montenegrina*, 22, 226-227.
119. Godron M., (2012). *Ecologie et évolution du monde vivant*. L'Harmattan édition. Volume 2, Paris : 387p.
120. Gonzalez-Acosta C., Correa-Morales F., Canche-Aguilar I., Silva-Dominguez R., Salgado-Alonzo M.C., Munoz-Urias R., Salazar-Bueyes V.M. & Moreno-Garcia M., (2019). First report of *Aedes albopictus* in Guerrero state, Mexico. *Journal of the American mosquito control association*, 35(4), 285-287.
121. Günay F., Picard M. & Robert V., (2020). *MosKeyTool*. An interactive identification key for mosquitoes of Euro-Mediterranean. Version 2.2, <http://medilabsecure.com/moskeytool>, (30/07/2020).

122. **Haddad N., Mousson L., Vazeille M., Chamat S., Tayeh J., Abboud Ostaand M. Failloux A.B., (2012).** *Aedes albopictus* in Lebanon, a potential risk of arboviruses outbreak. *BMC Infectious diseases*, 12(300), 1-9.
123. **Haddad N., Omran H., Amraoui F., Zakhia R., Mousson L. & Failloux A.B., (2022).** The tiger mosquito in Lebanon two decades after its introduction : A growing health concern. *PLOS Neglected tropical diseases*, 16(2), 1-13.
124. **Hafsi N.E.H., Hamaidia K., Barour C. & Soltani N., (2021).** A survey of Culicidae (Insecta Diptera) in some habitats in Souk-Ahras province (Northeast Algeria). *Biodiversity journal*, 12(1), 3-16.
125. **Hamaidia H. & Berchi S., (2018).** Etude systématique et écologique des moustiques (Diptera : Culicidae) dans la région de Souk-Ahras (Algérie). *Entomologie faunistique*, 71, 1-8.
126. **Hamaidia H. & Berchi S., (2020).** 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). *Bulletin de la société zoologique de France*, 145(3), 181-197.
127. **Hamaidia K. & Soltani N., (2021).** New report of *Aedes albopictus* in Souk Ahras. Northeast Algeria. *Biodiversitas*, 22(7), 2901-2906.
128. **Hanafi-Bojrd A.A., Vatandoost H., Oshaghi M.A., Charrahy Z., Haghdoost A.A., Sedaghat M.M., Abedi F., Soltani M. & Raeisi A., (2012).** Larval habitats and biodiversity of anopheline mosquitoes (Diptera : Culicidae) in a malarious area of southern Iran. *Journal of vector borne diseases*, 49, 91-100.
129. **Handaq N. & Blenzar A., (2017).** Impact des eaux usées et des aménagements urbains sur la répartition des espèces de Culicidae (Diptera Nematocera) dans la ville de Meknès (Maroc). *European scientific journal*, 13(27), 184-200.
130. **Haouchine S. & Lounaci A., (2012).** Les macroinvertébrés benthiques des cours d'eau de Kabylie (Algérie) : faunistique, écologie et répartition géographique. *Bulletin de la société zoologique de France*, 137(1-4), 133-156.
131. **Haubruge E. & Amichot M., (1998).** Les mécanismes responsables de la résistance aux insecticides chez les insectes et les acariens. *Biotechnologie, agronomie, société et environnement*, 2(3), 161-174.
132. **Hazratian T., Paksa A., Sedaghat M.M., Vatandoost H., Moosa-Kazemi S.H., Sanei-Dehkordi A., Salim-Abadi Y., Pirmohammadi M., Yousefi S., Amin M. et al., (2019).** Baseline susceptibility of *Culiseta longiareolata* (Diptera : Culicidae) to

Références bibliographiques

- different imagicides, in Eastern Azerbaijan, Iran. *Journal of arthropod-borne diseases*, 13(4), 407-415.
133. **Hendrichs J., Pereira R. & Vreysen M.J.B., (2021).** *Area-Wide Integrated Pest Management : Development and Field Application*. CRC Press, Boca Raton edition, Florida, USA : pp 729-745.
134. **Heusser S. & Dupuy H.G., (2008).** *Atlas Biologie animale*. Dunod, 3e édition, Paris : 138p.
135. **Himmi O., (2007).** *Les Culicidés (Insectes, Diptères) du Maroc : Systématique, écologie et études épidémiologiques pilotes*. Thèse de Doctorat, Université Mohammed V- Agdal, Rabat, Maroc : 334 p.
136. **Holicki C.M., Scheuch D.E., Zeigler U., Lettow J., Kampen H., Werner D. & Groschup M.H., (2020).** German *Culex pipiens* biotype *molestus* and *Culex torrentium* are vector-competent for Usutu virus. *Parasites & Vectors*, 13(625), 1-10.
137. **Houmani M., Bendali-Saoudi F. & Soltani N., (2017).** Inventory of Culicidae in the region of El Taref (North-east Algeria). *Journal of entomology and zoology studies*, 5(6), 263-267.
138. <https://www.eid-med.org/> Accès le 28/06/2022
139. <https://pdfprof.com/> Accès le 31/01/2022.
140. **Izri A., Bitam I. & Charrel R.N., (2011).** First entomological documentation of *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse, 1894) in Algeria. *Clinical microbiology and infection*, 17, 7.
141. **Jourdain F. & Paty M.C., (2019).** Impact des changements climatiques sur les vecteurs et les maladies à transmission vectorielle en France. *Les tribunes de la santé*, 61, 41-51.
142. **Joyce A.L., Melese E., Ha P.T. & Inman A., (2018).** Population genetic structure of the *Culex pipiens* (Diptera : Culicidae) complex, vectors of West Nile virus, in five habitats. *Parasites & Vectors*, 11(10), 1-15.
143. **Kanani K., Amr Z., Katebeh-Bader A. & Arbaji M., (2017).** First record of *Aedes albopictus* in Jordan. *Journal of the Americanmosquito control association*, 33(2), 134-135.
144. **Kaur J. & Kriti J.S., (2003).** An inventory of Culicidae diversity in Haryana state. *Journal of vector borne Diseases*, 40, 112-114.
145. **Kayedi M.H., Sepahvand F., Mostafavi E., Chinikar S., Mokhayeri H., Sharafi A.C., Wong G., Shahhosseini N. & Moosa-Kazemi S.H.M., (2020).** Morphological

- and molecular identification of Culicidae mosquitoes (Diptera : Culicidae) in Lorestan province, Western Iran. *Heliyon*, 6, 1-5.
146. **Keshavarzi D., Soltani Z., Ebrahimi M., Soltani A., Nutifafa G.G., Soltani F., Faramarzi H., Amraee K. & Hassanzadeh A., (2017).** Monthly prevalence and diversity of mosquitoes (Diptera : Culicidae) in Fars Province, Southern Iran. *Asian pacific journal of tropical disease*, 7(2), 112-120.
147. **Khaligh F.G., Naghian A., Soltanbeiglou S. & Gholizadeh S., (2020).** Autogeny in *Culiseta longiareolata* (Culicidae : Diptera) mosquitoes in laboratory conditions in Iran. *BMC Res notes*, 13(81), 1-5.
148. **Khalin A.V., Aibulatov S.V. & Filonenko I.V., (2021).** Mosquito Distribution in Northwestern Russia : Species of the Genera *Anopheles* Meigen, *Coquillettidia* Dyar, *Culex* L., and *Culiseta* Felt (Diptera, Culicidae). *Entomological review*, 101(3), 308-330.
149. **Khammes N. & Aulagnier., (2007).** Diet of the wood mouse, *Apodemus sylvaticus* in three biotopes of Kabylie of Djurdjura (Algeria). *Folia zoologica*, 56(3), 243-252.
150. **Khammes N., Lek S. & Aulagnier S., (2006).** Identification biométrique des deux espèces sympatriques de souris *Mus musculus domesticus* et *Mus spretus* en Kabylie du Djurdjura (Algérie). *Revue Suisse de zoologie*, 113(2), 411-419.
151. **Khammes-El Homsy N. & Aulagnier S., (2010).** Unexpected morphometric differentiation of the Algerian mouse, *Mus spretus* (Rodentia : Muridae) from Kabylie of Djurdjura (Algeria). *Mammalia*, 74. 199-207.
152. **Kharoubi R., Rehimy N. & Soltani N., (2020).** Essential Oil from *Mentha Rotundifolia* Harvested in Northeast Algeria : Chemical Composition, Larvicidal and Enzymatic Activities on *Culex Pipiens* Larvae. *Transylvanian review*, XXVII(47), 14724-14732.
153. **Khater E.I., Sowilem M.M., Sallam M.F. & Alahmed A.M., (2013).** Ecology and habitat characterization of mosquitoes in Saudi Arabia. *Tropical biomedicine*, 30(3), 409-427.
154. **Khidas K., (1997).** *Distributions et normes de sélection de l'habitat chez les Mammifères terrestres de la Kabylie du Djurdjura*. Thèse de Doctorat, Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, Algérie : 235 p.
155. **Khoshdel-Nezamiha F., Vatandoost H., Azari-Hamidian S., Mohammadi-Bavani M., Dabiri F., Entezar-Mahdi R. & Chavshin A.R., (2013).** Fauna and larval habitats of Mosquitoes (Diptera : Culicidae) of West Azerbaijan province, Northwestern Iran. *Journal of arthropod-borne diseases*, 1-11.

Références bibliographiques

156. **Kirti J.S. & Sadeura J.K., (2018).** Inventory of Culicinae fauna of Punjab (Culicidae : Diptera). *International journal of zoology studies*, 3(2), 25-28.
157. **Klobucar A., Merdic E., Benic N., Baklaic Z. & Krcmar S., (2006).** First record of *Aedes albopictus* in Croatia. *Journal of the American mosquito control association*, 22(1), 147-148.
158. **Köppen W., Volken E. & Brönnimann S., (2011).** The thermal zones of the earth according to the duration of hot, moderate and cold periods and to the impact of heat on the organic world (Translated from: Die Wärmezonen der Erde, nach der Dauer der heissen, gemässigten und kalten Zeit und nach der Wirkung der Wärme auf die organische Welt betrachtet. *Meteorol Z*, 1884(1), 215-226. *Meteorologische zeitschrift*. 20(3), 351-360.
159. **Kothera L., Godsey M., Mutbel J.P. & Savage H.M., (2010).** A comparison of aboveground and belowground populations of *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae) mosquitoes in Chicago, Illinois and New York city, New York, using microsatellites. *Journal of medical entomology*, 47(5), 805-813.
160. **Koumba A.A., Zinga Koumba C.R., Mintsu Nguema R., Djogbenou L.S., Obame Ondo P., Ketoh G.K., Comlan P., M'Batchi B. & Mavoungou J.F., (2018).** Distribution spatiale et saisonnière des gîtes larvaires des moustiques dans les espaces agricoles de la zone de Mouila, Gabon. *International journal of biological and chemical sciences*, 12(4), 1754-1769.
161. **Krida G., Daoud-Bouattour A., Mahmoudi E., Rhim A., Ghrabi-Gammar Z., Chermiti B., Failloux A.B. & Bouattour A., (2012).** Relation entre facteurs environnementaux et densités larvaires d'*Ochlerotatus caspius* Pallas 1771 et *Ochlerotatus detritus* Haliday 1833 (Diptera : Culicidae) en Tunisie. *Annales de la société entomologique de France*, 48(1-2), 18-28.
162. **Krida G., Diancourt L., Bouattour A., Rhim A., Chermiti B. & Failloux A.B., (2010).** Estimation du risque d'introduction du virus de la fièvre de la Vallée du Rift en Tunisie par le moustique *Culex pipiens*. *Bulletin de la société de pathologie exotique*, 1-10.
163. **Krupa E., Schaffner F., Bender C. & Mathieu B., (2020).** Progression du moustique tigre en France : surveillance transfrontalière dans le Grand-Est. *Revue francophone des laboratoires*, 524, 53-61.
164. **Laboudi M., Faraj C., Sadak A., Harrat Z., Boubidi S.C., Harbach R.E., El Aouad R. & Linton Y.M., (2011).** DNA barcodes confirm the presence of a single member of

Références bibliographiques

- the *Anopheles maculipennis* group in Morocco and Algeria : *An. sicaulti* is conspecific with *An. labranchiae*. *Acta tropica*, 18(1), 6-13.
165. **Laboudi M., Sadak A., Ouahabi S., Boccolini D. & Faraj C., (2014).** Molecular characterization of *Anopheles maculipennis* complex (Diptera : Culicidae) in Northern Morocco. *Entomologie faunistique*, 67, 37-42.
166. **Lafri I., Bitam I., Beneldjouzi A. & Ben Mahdi M.H., (2014).** An inventory of mosquitoes (Diptera : Culicidae) in Algeria. *Bulletin de la société zoologique de France*, 139(1-4), 255-261.
167. **Lamine S., (2021).** *Recherche sur la faunistique, l'écologie et la biogéographie des Epheméroptères, Plécoptères, Trichoptères et Coléoptères Hydraenidae et Elmidae des cours d'eau de la Kabylie du Djurdjura.* Thèse de Doctorat, Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, Algérie : 228p.
168. **Laven H., (1971).** Génétique formelle, lutte génétique et structures des populations de moustiques. *Annales de parasitologie*, 46(3), 103-115.
169. **Le Houerou H.N., (1995).** *Bioclimatologie et biogéographie des steppes arides du Nord de l'Afrique. Diversité biologique, développement durable et désertisation.* Options méditerranéennes, série B : études et recherches. Montpellier : 397 p.
170. **Lew K., (2010).** *Mosquito-Borne Illnesses.* Marshall Cavendish Benchmark edition, New York : 62p.
171. **Lille F., Hazemann J. & Debeauvais R., (1994).** *Echanges maritimes mondiaux au XXI^{ème} siècle.* PROSMAR édition, Volume 4, Paris : 80p.
172. **Lim A.Y., Cheong H.K., Chung Y., Sim K. & Kim J.H., (2021).** Mosquito abundance in relation to extremely high temperatures in urban and rural areas of Incheon Metropolitan City, South Korea from 2015 to 2020 : an observational study. *Parasites & Vectors*, 14(559), 1-10.
173. **Lopes R.P., Lima J.B.P. & Martins A.J., (2019).** Insecticide resistance in *Culex quinquefasciatus* Say, 1823 in Brazil : a review. *Parasites & Vectors*, 12(519), 1-12.
174. **López-Mercadal J., Wilke A.B.B., Barceló C. & Miranda M.A., (2021).** Evidence of Wing Shape Sexual Dimorphism in *Aedes (Stegomyia) albopictus* in Mallorca, Spain. *Frontiers in ecology and evolution*, 9(569034), 1-9.
175. **Lounaci Z., Doumandji S., Doumandji-Mitiche B. & Taguemout M., (2016).** Bioecology of Culicidae (Diptera ; Nematocera) of Taksebt dam of Tizi-Ouzou (Algeria). *Advances in environmental biology*, 10(9), 20-29.

Références bibliographiques

- 176. Lounaci-Daoudi D., Lounaci A. & Arab A., (2016).** Freshwater fish fauna of Algeria. The fish fauna of inland waters of Great-Kabylia. *Advances in environmental biology*, 10(12), 74-83.
- 177. Mahamane Iro S., Alpha Seydou Y. & Doumma A., (2020).** Mesures des indicateurs de prolifération des larves de moustiques au niveau des mares permanentes et semi permanentes de Saga, Niger. *International journal of biological and chemical sciences*, 14(4), 1188-1202.
- 178. Mamou R., Moudilou E., Amroun M. & Exbrayat J.M., (2017).** Reproductive cycle of male wall lizard, *Podarcis vaucheri* (Reptilia : Sauria : Lacertidae), in Djurdjura, Northern Algeria. *Basic and applied herpetology*, 31, 77-89.
- 179. Maquart P.O., Fontenille D., Rahola N., Yean S. & Boyer S., (2021).** Checklist of the mosquito fauna (Diptera, Culicidae) of Cambodia. *Parasite*, 28(60), 2-24.
- 180. Marcon E., (2015).** *Mesures de la biodiversité*. Hal archives ouvertes édition, France : 275p.
- 181. Mariën J., Laurent N., Smitz N. & Gombeer S., (2021).** First observation of *Aedes albopictus* in the Tshuapa province (Boende) of the Democratic Republic of the Congo. *BioRxiv*, 1-7.
- 182. Markle S., (2008).** *Mosquitoes*. Lerner publication company edition, USA : 48p.
- 183. Mastronikolos G.D., Kapranas A., Balatsos G.K., Ioannou C., Papachristos D.P., Milonas P.G., Puggioli A., Pajovic I., Petric D., Bellini R. et al., (2022).** Quality Control Methods for *Aedes albopictus* Sterile Male Transportation. *Insects*, 13(179), 1-17.
- 184. Matile L., (1993).** *Les diptères d'Europe occidentale*. Société nouvelle des éditions Boubée édition, Volume 1, Paris : 439p.
- 185. Mattingly P.F., (1971).** Contributions à la faune des moustiques du Sud-est asiatique. Clés illustrées des genres de moustiques. *Contributions of the American entomological institute*, 7(4), 1-86.
- 186. Meddour R. & Meddour-Sahar O., (2015).** Medicinal plants and their traditional uses in Kabylia (Tizi-Ouzou, Algeria). *Arabian journal of medicinal & aromatic plants*, 137-151.
- 187. Meddour R., (2010).** *Bioclimatologie, phytogéographie et phytosociologie en Algérie : exemple des groupements forestiers et préforestiers de la Kabylie djurdjuriène*. Thèse de Doctorat, Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, Algérie : 398p.

188. **Meddour R., Sahar O. & Ouyessad M., (2020).** Enquête ethnobotanique des plantes médicinales dans le Parc national du Djurdjura et sa zone d'influence, Algérie. *Ethnobotany research & applications*, 20(46), 1-25.
189. **Meddour-Sahar O. & Bouisset C., (2013).** Les grands incendies de forêts en Algérie : problèmes humains et politiques publiques dans la gestion des risques. *Méditerranée*, 121, 33-40.
190. **Mehlhorn H., (2001).** *Mosquitoes. Encyclopedic Reference of Parasitology, Biology, Structure, Function.* Springer, Allemagne : 625 p.
191. **Merabti B., Boumaza M., Ouakid M.L., Carvajal M.T. & Harbach R.E., (2021).** An updated checklist of the mosquitoes (Diptera : Culicidae) present in Algeria, with assessments of doubtful records and problematic species. *Zootaxa*, 5027(4), 515-545.
192. **Merdić E., Klobučar A., Žitko T., Bogojević M.S., Vručina I., Turić N. & Vignjević G., (2020).** Updated checklist of the mosquitoes (Diptera : Culicidae) of Croatia. *Journal of vector ecology*, 45(1), 135-139.
193. **Messai N., Aouati A. & Berchi S., (2016).** Impact of the surface water physicochemical parameters on Culicidae (Diptera : Nematocera) of lakeside Ecosystem "Sebkhet Ezzemoul" (Oum El Bouaghi -Algeria). *Journal of entomology and zoology studies*, 4(3), 391-398.
194. **Messai N., Berchi S., Boulknafd F. & Louadi K., (2011).** Inventaire systématique et diversité biologique de Culicidae (Diptera : Nematocera) dans la région de Mila (Algérie). *Entomologie faunistique*, 63(3), 203-206.
195. **Messaoudene M., Laribi M. & Derridj A., (2007).** Etude de la diversité floristique de la forêt de l'Akfadou (Algérie). *Bois et forêt des tropiques*, 291(1), 75-81.
196. **Metelo M.M., Sossi M.A., Bukaka W.E., Famina M.B., Bakambana L.T., Mamado M.F., Tampwo M.C., Binene M.G., Mesia K.G., Muyembe T.J.J. et al., (2013).** Variabilité saisonnière de la nuisance culicienne à Bandundu-ville en RDC. *Revue Congolaise des sciences*, 1(3), 1-12.
197. **Mint Mohamed Lemine A., Aly Ould Lemrabott M., Hasni Ebou M., Mint Lekweiry K., Salem Ould Ahmedou Salem M., Ould Brahim K., Ouldabdallahi Moukah M., Nabiyoullahi Ould Bouraya I., Brengues I., Trape I.F. et al., (2017).** Mosquitoes (Diptera : Culicidae) in Mauritania : a review of their biodiversity, distribution and medical importance. *Parasites & Vectors*, 10(35), 1-13.
198. **Moo-Llanes D.A., López-Ordóñez T., Torres-Monzón J.A., Mosso-González C., Casas-Martínez M. & Samy A.M., (2021).** Assessing the Potential Distributions of the

Références bibliographiques

- Invasive Mosquito Vector *Aedes albopictus* and Its Natural Wolbachia Infections in México. *Insects*, 12(143), 1-16.
199. **Moosa-Kazemi M.S.H., Karimian F. & Davari B., (2010).** Culicinae mosquitoes in Sanandaj county, Kurdistan province, Western Iran. *Journal of vector borne Diseases*, 47, 103-107.
200. **Mouchet J., Giacomini T. & Julvez J., (1995).** La diffusion anthropique des arthropodes vecteurs de maladie dans le monde. *Cahiers santé*, 5(5), 293-298.
201. **Muja-Bajraktari N., Kadriaj P., Zhushi-Etemi F., Sherifi K., Alten B., Petrić D., Velo E. & Schaffner F., (2022).** The Asian tiger mosquito *Aedes albopictus* (Skuse) in Kosovo : First record. *PLoS ONE*, 17(3), 1-11.
202. **Nabti I. & Bounechada M., (2019).** Larvicidal Activities of Essential Oils Extracted from Five Algerian Medicinal Plants against *Culiseta longiareolata* Macquart. Larvae (Diptera : Culicidae). *European journal of biology*, 78(2), 133-138.
203. **Nabti I. & Bounechada M., (2020).** Mosquito biodiversity in Setif region (Algerian high plains), density and species distribution across two climate zones. *Entomologie faunistique*, 73, 161-176.
204. **Nabti I., (2020).** *Inventory, Biology and Ecology of Culicidae (Diptera) of Setif region and control tests using plant extracts.* Thèse de Doctorat, Université Ferhat Abbas, Sétif 1, Algérie : 149p.
205. **Nchoutpouen E., Talipouo A., Djiappi-Tchamen B., DjamoukoDjonkam L., Kopya E., Ngadjeu C.S., Doumbe-Belisse P., Awono-Ambene P., Kekeunou S., Wondj C.S. et al., (2019).** *Culex* species diversity, susceptibility to insecticides and role as potential vector of Lymphatic filariasis in the city of Yaounde, Cameroon. *PLOS Neglected tropical diseases*, 13(4), 1-16.
206. **Nduwimana A., Riéra B. & Bizuru E., (2015).** Influence des facteurs écologiques sur la composition et la diversité des unités de végétation du paysage de la Malagarazi (Burundi). *Revue d'écologie (terre et vie)*, 70(3), 213-230.
207. **Negi C. & Verma P., (2018).** Review on *Culex quinquefasciatus*: Southern House Mosquito. *International journal of life-sciences scientific research*, 4(1), 1563-1566.
208. **Neteler M., Metz M., Rocchini D., Rizzoli A., Flacio E., Engeler L., Guidi V., Luthy P. & Tonolla M., (2013).** Is Switzerland Suitable for the Invasion of *Aedes albopictus*?. *PLoS One*, 8(12), 1-10.

209. **Nicolas V., Hamani A., Amrouche L., Bensidhoum M., Boukhemza M., Doumandji S. & Denys C., (2014).** First molecular evidence for the presence of *Crocidura pachyura* (Mammalia, Soricidae) in Kabylie (Algeria). *Mammalia*, 78(2), 245-249.
210. **Nikookar S.H., Fazeli-Dinan M., Azari-Hamidian S., Mousavinasab S.N., Aarabi M., Ziapour S.P., Esfandyari Y. & Enayati A., (2017).** Correlation between mosquito larval density and their habitat physicochemical characteristics in Mazandaran province, northern Iran. *PLOS Neglected tropical diseases*, 18, 1-19.
211. **Noureldine E., Dafalla O., Hakami A., Jubran N., Alzhrani A., Mujally M., Shajari O., Khardali A. & Eisa Z., (2021).** *Culex* (Diptera : Culicidae) Mosquitoes in Jazan region, Saudi Arabia, and their molecular identification. *International journal of zoology*, 1-12.
212. **Ogunmodede A.F., (2020).** Mosquitoes and their Medical Importance. *Western journal of medical and biomedical sciences*, 1(1), 115-120.
213. **Oliva C.F., Benedict M.Q., Collins C.M., Baldet T., Bellini R., Bossin H., Bouyer J., Corbel V., Facchinelli L., Fouque F. et al., (2021).** Sterile Insect Technique (SIT) against *Aedes* Species Mosquitoes : A Roadmap and Good Practice Framework for Designing, Implementing and Evaluating Pilot Field Trials. *Insects*, 12(191), 1-26.
214. **O.M.S., (2003).** *Entomologie du paludisme et contrôle des vecteurs*. Partie I. Guide du stagiaire. Organisation mondiale de la santé, Genève, Suisse.
215. **O.M.S., (2020).** *Évaluation des moustiques génétiquement modifiés dans la lutte contre les maladies à transmission vectorielle*. Déclaration de principe. Organisation mondiale de la santé, Genève, Suisse.
216. **ONM., (2022).** *Office national de la météorologie*. Bulletin d'informations climatiques et agronomiques, Tizi-Ouzou, Algérie.
217. **Ouattar H., Sassa S., Allami H., Slim M. & Fadli M., (2018).** Culicidae Diptera insects of some temporary pools of the Mamora forest : inventory and dynamics. *International journal of multidisciplinary research and development*, 5(7), 1-7.
218. **Paksa A., Sedaghat M.M., Vatandoost H., Yaghoobi-Ershadi M.R., Moosa-Kazemi S.H., Hazratian T., Sanei-Dehkordi A. & Oshaghi M.A., (2019).** Biodiversity of Mosquitoes (Diptera : Culicidae) with Emphasis on Potential Arbovirus Vectors in East Azerbaijan Province, Northwestern Iran. *Journal of arthropod-borne diseases*, 13(1), 62-75.
219. **Pamba R., Koumba A.A., Zinga-Koumba C.R., Sevidzem S.L., Mbouloungou A., Yacka L.L., Djogbenou L.S., Mavoungou J.F. & M'Batchi B., (2020).** Typology of

Références bibliographiques

- breeding sites and species diversity of Culicids (Diptera : Culicidae) in Akanda and its environs (North West, Gabon). *European journal of biology and biotechnology*, 1(1), 1-6.
- 220. Paulis M.B., Estrella S.D., Segui C.B., Gonzalez Gonzalez de Heredia M.A., Arbol R.L., Mendes J., Melero-Alcibar R. & Carreras D., (2020).** Los Culicidos (Diptera : Culicidae) de Menorca (España). *Boletín de la sociedad entomológica aragonesa*, 66, 177-183.
- 221. Paupy C., Delatte H., Bagny L., Corbel V. & Fontenille D., (2009).** *Aedes albopictus*, an arbovirus vector : From the darkness to the light. *Elsevier : Microbes and infection*, 11, 1177-1185.
- 222. Ponce P., Morales D., Argoti A. & Cevallos V.E., (2017).** First Report of *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse) (Diptera : Culicidae), the Asian Tiger Mosquito, in Ecuador. *Journal of medical entomology*, XX(X), 1–2.
- 223. Queiroz Bastos A., de Mello C.F., Silva J.D.S., Gil-Santana H.R., Silva S.O.F. & Alencar J., (2021).** Diversity of Mosquitoes (Diptera : Culicidae) in the Bom Retiro Private Natural Heritage Reserve, Rio de Janeiro State, Brazil. *Journal of medical entomology*, XX(X), 1-8.
- 224. Quezel P., (1982).** *Définition et localisation des écosystèmes méditerranéennes terrestres*. Ecologia mediterranea, revue d'écologie terrestre et limnique CNDP édition, Tome VIII, Marseille : 495p.
- 225. Ramade F., (2003).** *Eléments d'écologie- écologie fondamentale*, Dunod, 3^e édition, Paris : 690p.
- 226. Ramade F., (2008).** *Dictionnaire encyclopédique des sciences de la nature et de la biodiversité*. Dunod édition, Paris : 726p.
- 227. Ramade F., (2009).** *Éléments d'écologie écologie fondamentale*. Dunod, 4^e édition, Paris : 690p.
- 228. Ramade F., (2012).** *Eléments d'écologie, écologie appliquée : Action de l'Homme sur la biosphère*. Dunod, 7^e édition, Paris : 791 p.
- 229. Ramdini R., Dirk Van D., Sadouk G. & Medjdoub-Bensaad F., (2020).** Rediscovery of *Armiger crista* (Linnaeus, 1857) (Gastropoda Planorbidae) in Algeria. *Biodiversity journal*, 11(4), 821-824.
- 230. Rasool S., Muhammad Akbar M.I., Ali M., Ali S., Rizvi S.A.H., Hyder S., Begum F., Raza G. & Ali K., (2015).** Taxonomic study of mosquitoes (Culicidae : Diptera) of

Références bibliographiques

- district Narowal, Punjab-Pakistan. *Journal of biodiversity and environmental sciences*, 6(4), 368-373.
- 231. Rehim N. & Soltani N., (1999).** Laboratory evaluation of Alsystin, a chitin synthesis inhibitor against *Culex pipiens pipiens* L. (Dip., Culicidae) : effects on development and cuticle secretion. *Journal of applied entomology*, 123, 437-441.
- 232. Resseguier P., (2011).** *Contribution à l'étude du repas sanguin de Culex pipiens pipiens*. Thèse de Doctorat vétérinaire, École nationale vétérinaire de Toulouse, France : 83p.
- 233. Rezza G., (2012).** *Aedes albopictus* and the reemergence of Dengue. *BMC Publichealth*, 12(72), 1-3.
- 234. Rioux J.A., (1958).** *Les Culicides du « Midi » méditerranéen, étude systématique et écologique*. Paul Lechevalier (Encyclopédie entomologique) édition, Paris : 303p.
- 235. Robert V., Günay F., Le Goff G., Boussès P., Sulesco T., Khalin A., Medlock J.M., Kampen H., Petric D. & Schaffner F., (2019).** Distribution chart for Euro-Mediterranean mosquitoes (western Palaearctic region). *Journal of the european mosquito control association*, 37, 1-28.
- 236. Rosero-Garcia D., Suaza-Vasca J.D., Barajas-Galindo J. & Uribe-Soto S., (2017).** Mosquito fauna (Diptera : Culicidae) of high Andean mountain ecosystems in Colombia. *International journal of mosquito research*, 4(6), 10-24.
- 237. Rua-Urbe G.L., Suarez-acosta C.R. & Rojo R.A., (2012).** Implicaciones epidemiológicas d'*Aedes albopictus* (Skuse) en Colombia *Rev. Facultad Nacional de Salud Pública*, 30(3), 328-337.
- 238. Ruiz-Arrondo I., Delacour-Estrella S., Santibáñez P. & Oteo J.A., (2021).** Primera detección del mosquito tigre, *Aedes albopictus* (Diptera : Culicidae), en La Rioja : implicaciones en salud pública. *Anales de biología*, 43, 117-122.
- 239. Salomon J.N., (2003).** *Danger pollutions !*. Presses Universitaires de Bordeaux édition, Pessac, France : 171p.
- 240. Schaffner F. & Karch S., (2000).** Première observation d'*Aedes albopictus* (Skuse, 1894) en France métropolitaine. *Comptes rendus de l'académie des sciences*, 232, 373-375.
- 241. Schaffner F. & Mathieu B., (2020).** Identifier un moustique : morphologie classique et nouvelles techniques moléculaires associées pour une taxonomie intégrée. *Revue francophone des laboratoires*, 524, 24-33.

242. Schaffner F., Gati P., Mall S., Maroli M., Spiteri G., Mellilo T. & Zeller H., (2010). Mosquitoes in Malta : Preliminary entomological investigation and risk assessment for vector-borne diseases (Diptera : Culicidae). *Bulletin of the entomological society of Malta*, 3, 41-54.
243. Schaffner F., Medlock J.M. & Van Bortel W., (2013). Public health significance of invasive mosquitoes in Europe. *Clinical Microbiology and Infection*, 19, 685-692.
244. Schmelzer G.H. & Gurib-Fakim A., (2008). *Plantes médicinales 1*. PROTA fondation Wageningen édition, Pays-bas : 869p.
245. Semenza J.C. & Suk J.E., (2017). Vector-borne diseases and climate change : a European perspective. *FEMS Microbiology Letters*, 365(2), 1-9.
246. Ser O. & Cetin H., (2019). Investigation of susceptibility levels of *Culex pipiens* L. (Diptera : Culicidae) populations to synthetic Pyrethroids in Antalya province of Turkey. *Journal of arthropod-borne diseases*, 13(3), 243-258.
247. Service M.W., (1993). *Mosquito ecology field Sampling Methods*. Elsevier applied science, 2^{ed} edition, London and New York : 988p.
248. Silva C.J.d, Pereira S.V., Apolinário E.J., dos Santos J.L., Melo-Santos M.A.V., Silva A.F.d, Wallau G.L. & de Oliveira C.M.F., (2018). Culicidae fauna (Diptera : Culicidae) survey in urban, ecotonal and forested areas, from theMoreno municipality - Pernambuco State, Brazil.*Revista da sociedade brasileira de medicina tropical*, 51(4), 523-527.
249. Silver J.B., (2008). *Mosquito ecology : Field sampling methods*. Springer, 3^{ed} edition, New-York : 1477p.
250. Soltanbeiglu S., Vahedi M., Mohammadi-Buvani M. & Chavshin A.R., (2020). Molecular characterisation of Cytochrome oxidase I and internal transcribed Spacer 2 fragments of *Culiseta longiareolata*. *Türkiye Parazitoloji Dergisi*, 44(4), 191-196.
251. Stewart P., (1969). Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique. Quelques réflexions. *Bulletin document de l'institut national supérieur d'agronomie, El Herrach*, 24-25.
252. Subra R., (1981). Biology and control of *Culex pipiens quinquefasciatus* Say, 1823 (Diptera, Culicidae) with special reference to Africa. *Insect science and its application*, 1(4), 319-338.
253. Şuleşco T., Buşmachi G., Lange U., Schmidt-Chanasit J. & Lühken R., (2021). The first record of the invasive mosquito species *Aedes albopictus* in Chişinău, Republic of Moldova, 2020. *Parasites & Vectors*, 14(565), 1-6.

Références bibliographiques

254. **Suty L., (2010).** *La lutte biologique vers de nouveaux équilibres écologiques.* Quae édition/Educagri édition, Paris : 325p.
255. **Tabbabi A., Rhim A. & Daaboub J., (2017).** Mosquitoes (Diptera : Culicidae) in Tunisia, with Particular Attention to Proven and Potential Vectors : A Review. *Journal of tropical diseases*, 5(5), 1-8.
256. **Talbot B., Sander B., Cevallos V., Gonzalez C., Benitez D., Carissimo C., Ferro M.C.C., Gauto N., Litwiniuk S. et al., (2021).** Determinants of *Aedes* mosquito density as an indicator of arbovirus transmission risk in three sites affected by co-circulation of globally spreading arboviruses in Colombia, Ecuador and Argentina. *Parasites & Vectors*, 14(482), 1-14.
257. **Talipouo A., Ntonga Akono P., Tagne D., Mbida Mbida A., Etang J., Tchoffo Fobasso R., Ekoko W., Binyang J. & Dongmo A., (2017).** Comparative study of Culicidae biodiversity of Manoka island and Youpwe mainland area, Littoral, Cameroon. *International journal of biosciences*, 10(4), 9-18.
258. **Talmat-Chaouchi N., Boukhemza M. & Moulai R., (2020).** Bioécologie et écologie trophique du Goéland leucopnée au niveau du milieu urbain de Tizirt (Grande Kabylie, Algérie). *Bulletin de la société zoologique de France*, 145(1), 35-47.
259. **Trari B., (2017).** *Les moustiques (Insectes, Diptères) du Maroc : Atlas de répartition et études épidémiologiques.* Thèse de Doctorat, Université Mohammed V, Rabat, Maroc : 334 p.
260. **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. *Bulletin de la société de pathologie exotique*, 95(4), 329-334.
261. **Unlu I., Faraji A., Indelicato N. & McNelly J.R., (2021).** Do tigers hunt during the day? Diel activity of the Asian tiger mosquito, *Aedes albopictus* (Diptera : Culicidae), in urban and suburban habitats of North America. *PLOS Neglected tropical diseases*, 15(8), 1-15.
262. **Versteirt V., Boyer S., Damiens D., De Clercq E.M., Dekoninck W., Ducheyne E., Grootaert P., Garros C., Hance T., Hendrickx G. et al., (2013).** Nationwide inventory of mosquito biodiversity (Diptera : Culicidae) in Belgium, Europe. *Bulletin of entomological research*, 103, 193-203.
263. **Visintin A.M., Laurito M., Grech M.G., Estallo E.L., Grillet M.E., Ludueña Almeida F.F. & Almirón W.R., (2021).** Ecological Characterization of

Références bibliographiques

- Mosquitoes (Diptera : Culicidae) at the Southern Coast of Mar Chiquita Lake, Argentina. *Journal of medical entomology*, XX(X), 1-12.
- 264. Wan Najdah W.M.A., Rohani A., Zurainee M.N., Thuraiya A.R. & Yvonne A.L.L., (2021).** Spatial distribution of mosquito vector in Dengue outbreak areas in Kuala Lumpur and Selangor, Malaysia. *Serangga*, 26(3), 110-139.
- 265. Wang Y., Qiao J., Zhang D., Zhong C., Wang S.L.X., Feng L., Shi S., Wang B. & Liu Q., (2021).** Systematic identification of autophagy-related proteins in *Aedes albopictus*. *PloS ONE*, 16(1), 1-18.
- 266. Weill M., Duron O., Labbé P., Berthomieu A. & Raymond M., (2003).** La résistance du moustique *Culex pipiens* aux insecticides. *Médecine/Sciences*, 12(19), 1190-1192.
- 267. Weitzel T., Collado A., Jöst A., Pietsch K., Storch V. & Becker N., (2009).** Genetic differentiation of populations within the *Culex pipiens* complex and phylogeny of related species, *Journal of the American mosquito control association*, 25(1), 6-17.
- 268. WHO., (1992).** *Entomological Field Techniques for Malaria Control*. Part I. Learner's Guide. World Health Organization, Geneva, Switzerland.
- 269. Wood D.M., Dang P.T. & Ellis R.A., (1979).** *The insects and arachnids of Canada : The mosquitoes of Canada Diptera : Culicidae*. Agriculture Canada, Part 6, Canada : 390p.
- 270. Zerroug S., (2018).** *Étude biométrique et histologique sur des larves de Culex pipiens exposées aux extraits de plantes*. Thèse de Doctorat, Université Frères Mentouri, Constantine, Algérie : 158p.

Annexes

Annexe 1 - Précipitations moyennes annuelles et températures moyennes annuelles, minimales et maximales de la région de Tizi-Ouzou de 2011 à 2021 (ONM de Tizi-Ouzou, 2022)

De 2011 à 2021	Précipitations moyennes annuelles (mm)	Température Moyenne maximale (°C)	Température moyenne minimale (°C)
Janvier	87,65	16,08	6,61
Février	82,88	18,72	8,01
Mars	81,1	19,57	9,12
Avril	70,1	23,17	11,88
Mai	68,2	27,03	14,67
Juin	22,99	31,43	18,48
Juillet	0,61	36,06	21,87
Aout	1,78	36,8	22,61
Septembre	28,6	32,55	19,86
Octobre	41,74	27,01	14,9
Novembre	209,62	19,5	12,32
Décembre	79,6	17,17	8,46
Précipitations moyennes annuelles cumulées (mm/ans)	774,87	-	-
Températures moyennes annuelles cumulées	-	-	-
Température moyenne des maximales du mois le plus chaud (°C)	-	36,8	-
Température moyenne des minimales du mois le plus froid (°C)	-	-	6,61

Annexes

Annexe 2 - Biodiversité des plantes médicinales dans le parc national de Djurdjura (Meddour et *al.*, 2020)

Espèce	Familles
<i>Ajuga iva</i> (L.) Schreb.	Lamiaceae
<i>Allium ampeloprasum</i> L.	Amaryllidaceae
<i>Allium cepa</i> L.	Amaryllidaceae
<i>Allium sativum</i> L.	Amaryllidaceae
<i>Allium triquetrum</i> L.	Amaryllidaceae
<i>Apium graveolens</i> L.	Apiaceae
<i>Arbutus unedo</i> L.	Ericaceae
<i>Artemisia absinthium</i> L.	Asteraceae
<i>Arum italicum</i> Mill.	Araceae
<i>Asplenium ceterach</i> L.	Aspleniaceae
<i>Beta vulgaris</i> L.	Amaranthaceae
<i>Blackstonia grandiflora</i> (Viv.) Pau	Gentianaceae
<i>Borago officinalis</i> L.	Boraginaceae
<i>Calicotome spinosa</i> (L.) Link	Fabaceae
<i>Carlina gummifera</i> (L.) Less.	Asteraceae
<i>Cedrus atlantica</i> (Endl.) Manetti ex Carrière	Pinaceae
<i>Citrus limon</i> L.	Rutaceae
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	Rosaceae
<i>Cydonia oblonga</i> Mill.	Rosaceae
<i>Cynara cardunculus</i> L.	Asteraceae
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	Poaceae
<i>Daphne gnidium</i> L.	Thymelaeaceae
<i>Daphne laureola</i> L.	Thymelaeaceae
<i>Dittrichia viscosa</i> (L.) Greuter	Asteraceae
<i>Ecballium elaterium</i> (L.) Rich.	Cucurbitaceae
<i>Erica arborea</i> L.	Ericaceae
<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	Myrtaceae
<i>Ferula communis</i> L.	Apiaceae
<i>Ficus carica</i> L.	Moraceae
<i>Foeniculum vulgare</i> (Mill.) Gaertn.	Apiaceae
<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl	Oleaceae
<i>Glebionis segetum</i> (L.) Fourr.	Asteraceae
<i>Globularia alypum</i> L.	Plantaginaceae
<i>Hyoseris radiata</i> L.	Asteraceae
<i>Isatis djurdjurae</i> Coss. & Dur.	Brassicaceae
<i>Juglans regia</i> L.	Juglandaceae
<i>Juniperus oxycedrus</i> L.	Cupressaceae
<i>Laurus nobilis</i> L.	Lauraceae
<i>Lavandula stoechas</i> L.	Lamiaceae
<i>Lawsonia inermis</i> L.	Lythraceae
<i>Lonicera etrusca</i> G. Santi	Caprifoliaceae
<i>Malva multiflora</i> (Cav.) Soldano, Banfi & Galasso	Malvaceae
<i>Marrubium vulgare</i> L.	Lamiaceae
<i>Melissa officinalis</i> L.	Lamiaceae

Annexes

<i>Mentha pulegium</i> L.	Lamiaceae
<i>Mentha spicata</i> L.	Lamiaceae
<i>Mentha suaveolens</i> Ehrh.	Lamiaceae
<i>Morchella esculenta</i> (L.) Pers.	Morchellaceae
<i>Nerium oleander</i> L.	Apocynaceae
<i>Nigella damascena</i> L.	Ranunculaceae
<i>Ocimum basilicum</i> L.	Lamiaceae
<i>Olea europaea</i> L.	Oleaceae
<i>Olea europaea</i> L.	Oleaceae
<i>Origanum vulgare</i> L.	Lamiaceae
<i>Papaver rhoeas</i> L.	Papaveraceae
<i>Paronychia argentea</i> (Pourr.) Lam. & DC.	Caryophyllaceae
<i>Petroselinum crispum</i> (Mill.) Fuss	Apiaceae
<i>Pistacia lentiscus</i> L.	Anacardiaceae
<i>Plantago lanceolata</i> L.	Plantaginaceae
<i>Prunus cerasus</i> L.	Rosaceae
<i>Punica granatum</i> L.	Lythraceae
<i>Quercus ilex</i> L.	Fagaceae
<i>Rhamnus alaternus</i> L.	Rhamnaceae
<i>Rosa canina</i> L.	Rosaceae
<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	Lamiaceae
<i>Rubus ulmifolius</i> Schott	Rosaceae
<i>Rumex conglomeratus</i> Murray	Polygonaceae
<i>Ruta angustifolia</i> Pers.	Rutaceae
<i>Sambucus nigra</i> L.	Adoxaceae
<i>Scolymus hispanicus</i> L.	Asteraceae
<i>Scrophularia canina</i> L.	Scrophulariaceae
<i>Silene vulgaris</i> (Moench) Garcke	Caryophyllaceae
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	Asteraceae
<i>Tamarix gallica</i> L.	Tamaricaceae
<i>Teucrium polium</i> L.	Lamiaceae
<i>Thapsia garganica</i> L.	Apiaceae
<i>Thymus numidicus</i> Poir.	Lamiaceae
<i>Umbilicus rupestris</i> (Salisb.) Dandy	Crassulaceae
<i>Urtica dioica</i> L.	Urticaceae
<i>Vitis vinifera</i> L.	Vitaceae

Annexes

Annexe 3 - Abondance relative des espèces culicidiennes inventoriées dans les sites de la station de Tizi-Ouzou durant les années 2019, 2020 et 2021

Station de Tizi-Ouzou														
Site	Nouvelle ville		La ville		Oued Aissi		Boukhalfa		Ihesnaouen		Betrouna		Sikh Oumeddour	
Espèce	ni	AR (%)	ni	AR (%)	ni	AR (%)	ni	AR (%)	ni	AR (%)	ni	AR (%)	ni	AR (%)
<i>Cx. pipiens</i> s.l.	3218	88,09	379	64,35	337	68,78	1	0,11	21	11,29	76	33,04	356	73,86
<i>Cx. mimeticus</i>	-	-	-	-	13	2,65	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cx. territans</i>	-	-	1	0,16	68	13,88	7	0,78	-	-	2	0,87	-	-
<i>Cx. impudicus</i>	-	-	-	-	-	-	8	0,9	-	-	-	-	-	-
<i>Cx. hortensis</i>	-	-	3	0,51	20	4,08	102	11,43	-	-	15	6,52	-	-
<i>Cx. quinquefasciatus</i>	7	0,19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cx. simpsoni</i>	1	0,03	12	2,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cx. theileri</i>	-	-	-	-	1	0,20	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cx. perexiguus</i>	-	-	-	-	3	0,61	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cs. longiareolata</i>	346	9,47	194	32,94	22	4,49	774	86,77	159	85,48	137	59,57	126	26,14
<i>An. claviger</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	6	3,23	-	-	-	-
<i>Ae. geniculatus</i>	56	1,53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ur. unguiculata</i>	15	0,41	-	-	26	5,31	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cq. richiardii</i>	1	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ae. albopictus</i>	9	0,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	3653	100	589	100	490	100	892	100	186	100	230	100	482	100

ni : effectif de l'espèce i, AR (%) : abondance relative exprimée en pourcentage, - : espèce absente

Annexes

Annexe 4 - Fréquences d'occurrence des espèces culicidiennes recensées dans la station de Tizi-Ouzou de février 2019 à octobre 2021

Station de Tizi-Ouzou																
Espèce	Site		Nouvelle ville		La ville		Boukhalfa		Oued Aissi		Betrouna		Ihesnaouen		Sikh Oumeddour	
	Pi	FO (%)	Pi	FO (%)	Pi	FO (%)	Pi	FO (%)	Pi	FO (%)	Pi	FO (%)	Pi	FO (%)	Pi	FO (%)
<i>Cx. pipiens</i> s.l.	80	81,63	11	57,89	1	6,66	16	76,19	3	60	4	40	10	100		
<i>Cx. simpsoni</i>	1	1,02	3	15,78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cx. quinquefasciatus</i>	3	3,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cx. impudicus</i>	-	-	-	-	2	13,33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cx. hortensis</i>	-	-	3	15,78	6	40	4	19,04	1	20	-	-	-	-	-	-
<i>Cx. territans</i>	-	-	1	5,26	1	6,66	7	33,33	1	20	-	-	-	-	-	-
<i>Cx. mimeticus</i>	-	-	-	-	-	-	3	14,28	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cx. theileri</i>	-	-	-	-	-	-	1	4,76	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cx. perexiguus</i>	-	-	-	-	-	-	1	4,76	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cs. longiareolata</i>	24	24,48	13	68,42	14	93,33	3	14,28	4	80	8	80	5	50		
<i>Ur. unguiculata</i>	8	8,16	-	-	-	-	3	14,28	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ae. geniculatus</i>	5	5,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cq. richiardii</i>	1	1,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>An. claviger</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	20	-	-	-	-
<i>Ae. albopictus</i>	9	9,18														
P	98		19		15		21		5		10		10			

FO (%) : fréquences d'occurrence, Catég : catégorie, P : nombre total de relevés, - : espèce absente

Annexes

Annexe 5 - Tableau de contingence de la répartition des espèces culicidiennes dans le site de la Nouvelle ville durant les années 2019, 2020 et 2021

Espèce \ Gîte	Gîte 1	Gîte 2	Gîte 3	Gîte 4	Gîte 5	E1	E2	E3	E4	M
<i>Cx. pipiens</i> s.l.	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
<i>Cs. longiareolata</i>	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ur. unguiculata</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cx. simpsoni</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cx. quinquefasciatus</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Ae. geniculatus</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Cq. richiardii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Ae. albopictus</i>	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1

E : espace ouvert, M : maison

Annexe 6 - Tableau de contingence de la répartition des espèces culicidiennes dans le site Tizi-Ouzou ville durant les années 2019, 2020 et 2021

Espèce \ Gîte	Gîte 6	Gîte 7	Gîte 8
<i>Cx. pipiens</i> s.l.	1	1	0
<i>Cs. longiareolata</i>	1	1	1
<i>Cx. simpsoni</i>	1	0	0
<i>Cx. hortensis</i>	0	1	1
<i>Cx. territans</i>	0	0	1

Annexes

Annexe 7 - Tableau de contingence de la répartition des espèces culicidiennes dans le site d'Ihesnaouen durant les années 2019, 2020 et 2021

Espèce \ Gîte	Gîte 1	Gîte 2	Gîte 3	Gîte 4
<i>An. claviger</i>	0	0	1	0
<i>Cx. pipiens s.l.</i>	1	0	1	1
<i>Cs. longiareolata</i>	1	1	1	1

Annexe 8 - Tableau de contingence de la répartition des espèces culicidiennes dans le site d'Oued Aissi durant les années 2019, 2020 et 2021

Espèce \ Gîte	Gîte 1	Gîte 2	Gîte 3	Gîte 4	Gîte 5
<i>Cx. mimeticus</i>	1	0	0	0	1
<i>Cx. hortensis</i>	1	0	0	0	1
<i>Cx. pipiens s.l.</i>	1	1	1	1	1
<i>Cx. territans</i>	1	1	1	0	1
<i>Ur. unguiculata</i>	0	1	0	0	0
<i>Cx. perexiguus</i>	0	1	0	0	0
<i>Cs. longiareolata</i>	0	0	1	1	1
<i>Cx. theileri</i>	0	1	0	0	0

Annexes

Annexe 9 - Abondance relative des espèces culicidiennes inventoriées dans les stations de Draâ Ben Khedda, Beni Aissi, Ouaguenoun, Ain Zaouia, Makouda, Tizirt et Ait Aissa Mimoun durant les années 2019, 2020 et 2021

Station	Draâ Ben Khedda		Beni Aissi		Ouaguenoun		Ain Zaouia		Makouda		Tizirt		Ait Aissa Mimoun	
Site	Ville		Barrage de Taksebt		Tamda		El Bordj		Zaouia		Ville		Akaoudj	
Espèce	ni	AR (%)	ni	AR (%)	ni	AR (%)	ni	AR (%)	ni	AR (%)	ni	AR (%)	ni	AR (%)
<i>Cx. pipiens s.l.</i>	5299	88,97	85	32,32	149	17,89	121	85,82	13	2,72	2985	51,49	23	8,21
<i>Cx. territans</i>	18	0,3	29	11,03	8	0,96	-	-	15	3,14	-	-	-	-
<i>Cx. impudicus</i>	-	-	50	19,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cx. hortensis</i>	17	0,29	12	4,56	-	-	-	-	-	-	448	7,73	93	33,22
<i>Cx. deserticola</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	84	30
<i>Cx. simpsoni</i>	1	0,02	2	0,76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cx. laticinctus</i>	-	-	-	-	5	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cx. theileri</i>	-	-	-	-	16	1,92	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cx. perexiguus</i>	-	-	-	-	27	3,24	-	-	17	3,55	-	-	-	-
<i>Cs. longiareolata</i>	579	9,72	9	3,42	620	74,43	-	-	191	39,96	2346	40,47	28	10
<i>Cs. subochrea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	61	12,76	-	-	-	-
<i>An. maculipennis s.l.</i>	42	0,7	25	9,51	1	0,12	-	-	62	12,97	18	0,31	52	18,57
<i>An. claviger</i>	-	-	48	18,25	7	0,84	-	-	69	14,44	-	-	-	-
<i>Ae. geniculatus</i>	-	-	-	-	-	-	20	14,18	-	-	-	-	-	-
<i>Ur. unguiculata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	22	4,6	-	-	-	-
<i>Ae. caspius</i>	-	-	3	1,14	-	-	-	-	28	5,86	-	-	-	-
Total	5956	100	263	100	833	100	141	100	478	100	5797	100	280	100

ni : nombre d'individus de l'espèce i, AR (%) : abondance relative exprimée en pourcentage

Annexes

Annexe 10 - Tableau de contingence de la répartition des espèces culicidiennes dans le site de Draâ Ben Khedda ville durant les années 2019, 2020 et 2021

Espèce \ Gîte	Gîte 1	Gîte 2	Gîte 3	Gîte 4	Gîte 5
<i>Cx. pipiens</i> s.l.	1	1	1	1	0
<i>An. maculipennis</i> s.l.	1	0	0	1	0
<i>Cx. simpsoni</i>	1	0	0	0	0
<i>Cs. longiareolata</i>	1	1	1	0	1
<i>Cx. hortensis</i>	1	0	0	1	0
<i>Cx. territans</i>	0	0	0	0	1

Annexe 11 - Tableau de contingence de la répartition des espèces culicidiennes dans le site du barrage de Taksebt durant les années 2019, 2020 et 2021

Espèce \ Gîte	Gîte 1	Gîte 2	Gîte 3	Gîte 4
<i>Cx. pipiens</i> s.l.	1	1	1	1
<i>An. maculipennis</i> s.l.	0	1	1	1
<i>Cx. simpsoni</i>	1	0	0	0
<i>Cs. longiareolata</i>	0	0	0	1
<i>Cx. hortensis</i>	0	0	0	1
<i>Cx. territans</i>	0	1	1	0
<i>An. claviger</i>	1	1	1	1
<i>Ae. caspius</i>	1	0	0	0
<i>Cx. impudicus</i>	0	1	1	1

Annexes

Annexe 12 - Tableau de contingence de la répartition des espèces culicidiennes dans le site de Tamda durant les années 2019, 2020 et 2021

Espèce \ Gîte	Gîte			
	Gîte 1	Gîte 2	Gîte 3	Gîte 4
<i>Cs. longiareolata</i>	1	1	1	0
<i>Cx. pipiens s.l.</i>	1	0	1	0
<i>An. claviger</i>	1	0	0	0
<i>Cx. territans</i>	0	1	0	1
<i>An. maculipennis s.l.</i>	0	0	0	1
<i>Cx. laticinctus</i>	0	0	0	1
<i>Cx. theileri</i>	0	0	0	1
<i>Cx. perexiguus</i>	0	0	0	1

Annexe 13 - Abondance relative des espèces culicidiennes inventoriées dans les stations d'Azazga, Ait Khelili et Ait Yahia Moussa durant les années 2019, 2020 et 2021

Station	Azazga				Ait Khelili				Ait Yahia Moussa			
	Ville		Cheurfa		Megheira		Ighil Ouguelmim		Oued Ksari		Ighil El Bir	
	ni	AR (%)	ni	AR (%)	ni	AR (%)	ni	AR (%)	ni	AR (%)	ni	AR (%)
<i>Cx. pipiens s.l.</i>	7	8,43	368	50	8	10,26	20	16,26	20	5,41	12	4,51
<i>Cx. mimeticus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cx. territans</i>	-	-	-	-	1	1,28	-	-	-	-	-	-
<i>Cx. impudicus</i>	-	-	10	1,36	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cx. hortensis</i>	22	26,51	48	6,52	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cx. quinquefasciatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cx. simpsoni</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cx. theileri</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cx. perexiguus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cx. deserticola</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	13	3,51	-	-

Annexes

<i>Cs. longiareolata</i>	54	65,06	310	42,12	69	88,46	103	83,74	337	91,08	254	95,49
<i>An. claviger</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ae. geniculatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ur. unguiculata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cq. richiardii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ae. albopictus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	83	100	736	100	78	100	123	100	370	100	266	100

ni : nombre d'individus de l'espèce i, AR (%) : abondance relative exprimée en pourcentage

Annexe 14 - Abondance relative des espèces culicidiennes inventoriées dans les stations d'Idjeur et Béni Zmenzer durant les années 2019, 2020 et 2021

Station Site	Idjeur		Béni Zmenzer	
	Tifrit N'Ath Oumalek		Ath-Ouaneche	
Espèce	ni	AR (%)	ni	AR (%)
<i>Cx. pipiens</i> s.l.	153	28,39	65	92,86
<i>Cx. mimeticus</i>	6	1,11	-	-
<i>Cx. territans</i>	11	2,04	-	-
<i>Cx. hortensis</i>	269	49,91	2	2,85
<i>Cx. laticinctus</i>	12	2,23	-	-
<i>Cs. longiareolata</i>	74	13,72	3	4,29
<i>An. maculipennis</i> s.l.	4	0,74	-	-
<i>An. claviger</i>	10	1,86	-	-
<i>Ae. geniculatus</i>	-	-	-	-
<i>Ae. berlandi</i>	-	-	-	-
Total	539	100	70	100

ni : nombre d'individus de l'espèce i, AR (%) : abondance relative exprimée en pourcentage

Annexes

Annexe 15 - Tableau de contingence de la répartition des espèces culicidiennes dans le site de Cheurfa durant les années 2019, 2020 et 2021

Espèce \ Gîte	Gîte 3	Gîte 4	Gîte 5	Gîte 6	Gîte 7	Gîte 8	Gîte 9	Gîte 10	Gîte 11
<i>Cx. hortensis</i>	1	0	0	1	1	1	1	0	0
<i>Cx. pipiens s.l.</i>	1	0	0	1	1	0	1	1	1
<i>Cs. longiareolata</i>	1	1	1	1	1	1	0	0	1
<i>Cx. impudicus</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	0

Annexe 16 - Tableau de contingence de la répartition des espèces culicidiennes dans le site de Zaouia durant les années 2019, 2020 et 2021

Espèce \ Gîte	Gîte 1	Gîte 2	Gîte 3	Gîte 4
<i>Cx. perexiguus</i>	1	0	0	1
<i>An. claviger</i>	1	0	0	1
<i>An. maculipennis s.l.</i>	1	0	0	1
<i>Cx. pipiens s.l.</i>	1	0	1	1
<i>Cx. territans</i>	1	0	1	0
<i>Cs. longiareolata</i>	0	1	0	0
<i>Cs. subochrea</i>	0	0	1	0
<i>Ae. caspius</i>	0	0	1	0
<i>Ur. unguiculata</i>	0	0	1	0

Annexes

Annexe 17 - Tableau de contingence de la répartition des espèces culicidiennes dans le site d'Akaoudj durant les années 2019, 2020 et 2021

Espèce \ Gîte	Gîte 1	Gîte 2	Gîte 3
<i>Cx. hortensis</i>	1	0	0
<i>Cx. pipiens</i> s.l.	1	0	0
<i>Cs. longiareolata</i>	0	0	1
<i>Cx. deserticola</i>	0	1	0
<i>An. maculipennis</i> s.l.	0	1	0

Annexe 18 - Tableau de contingence de la répartition des espèces culicidiennes dans le site de Tigzirt ville durant les années 2019, 2020 et 2021

Espèce \ Gîte	Gîte 1	Gîte 2	Gîte 3	Gîte 4	Gîte 5
<i>Cs. longiareolata</i>	1	1	1	1	1
<i>Cx. pipiens</i> s.l.	1	1	1	0	0
<i>Cx. hortensis</i>	0	0	0	0	1
<i>An. maculipennis</i> s.l.	0	0	0	0	1

Annexes

Annexe 19 - Tableau de contingence de la répartition des espèces culicidiennes dans le site de Tifrit N'Ath Oumalek durant les années 2019, 2020 et 2021

Espèce \ Gîte	Gîte 1	Gîte 2	Gîte 3	Gîte 4	Gîte 5	Gîte 6	Gîte 7	Gîte 8	Gîte 9	Gîte 10
<i>Cx. hortensis</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Cx. pipiens</i> s.l.	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1
<i>Cs. longiareolata</i>	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>An. maculipennis</i> s.l.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Cx. mimeticus</i>	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
<i>An. claviger</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Cx. territans</i>	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0
<i>Cx. laticinctus</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0

Étude sur la faune Culicidienne (Diptera: Culicidae) de la région de Tizi-Ouzou (Nord d'Algérie) : Biodiversité, abondance et répartition

Chahed Soumeya^{(1)*}, Brahmi Karima⁽¹⁾ & Djouaher Thinhinane⁽¹⁾

⁽¹⁾ Laboratoire d'Ecologie et Biologie des Ecosystèmes Terrestres LEBIOT, Département de Biologie animale et végétale, Faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques, Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou, Algérie.

* Auteur correspondant : Chahed Soumeya E-mail : soumeyachahed26@gmail.com

Reçu le 19 octobre 2020, accepté le 1^{er} mars 2021

Dans le but d'améliorer nos connaissances sur la diversité spécifique de la faune Culicidienne au niveau de la région de Tizi-Ouzou (Nord d'Algérie), nous avons mené un échantillonnage bimensuel dans 20 gîtes larvaires différents au cours d'une période allant du mois de février 2019 jusqu'au mois de juin 2020. Treize (13) espèces ont été recensées (*Aedes (Ochlerotatus) caspius* (Pallas, 1771), *Aedes (Finlaya) geniculatus* (Olivier, 1791), *Anopheles maculipennis s.l.* Meigen, 1818, *Anopheles (Anopheles) claviger* (Meigen, 1804), *Culex (Culex) pipiens* Linnaeus, 1758, *Culex (Maillotia) deserticola* Kirkpatrick, 1925, *Culex (Maillotia) hortensis* Ficalbi, 1889, *Culex (Neoculex) impudicus* Ficalbi, 1890, *Culex (Neoculex) territans* Walker, 1856, *Culex (Culex) perexiguus* (Theobald, 1903), *Culiseta (Allotheobaldia) longiareolata* (Macquart, 1838), *Culiseta (Culiseta) subochrea* (Edwards, 1921), *Uranotaenia (Pseudoficalbia) unguiculata* (Edwards, 1913) appartenant à cinq genres (*Aedes*, *Anopheles*, *Culex*, *Culiseta*, *Uranotaenia*). *Culex pipiens* est l'espèce la plus abondante avec une fréquence relative de 44,53%, suivie par *Culiseta longiareolata* avec 41,96%.

Mots-clés : Biodiversité, Culicidae, *Culex pipiens*, *Culiseta longiareolata*, Tizi-Ouzou.

In order to improve our knowledge of the specific diversity of the Culicidian fauna in the Tizi-Ouzou region (Algeria Northern), we have carried out bimonthly sampling in 20 different breeding sites over a period from february 2019 to june 2020. Thirteen species have been recorded (*Aedes (Ochlerotatus) caspius* (Pallas, 1771), *Aedes (Finlaya) geniculatus* (Olivier, 1791), *Anopheles maculipennis s.l.* Meigen, 1818, *Anopheles (Anopheles) claviger* (Meigen, 1804), *Culex (Culex) pipiens* Linnaeus, 1758, *Culex (Maillotia) deserticola* Kirkpatrick, 1925, *Culex (Maillotia) hortensis* Ficalbi, 1889, *Culex (Neoculex) impudicus* Ficalbi, 1890, *Culex (Neoculex) territans* Walker, 1856, *Culex (Culex) perexiguus* (Theobald, 1903), *Culiseta (Allotheobaldia) longiareolata* (Macquart, 1838), *Culiseta (Culiseta) subochrea* (Edwards, 1921), *Uranotaenia (Pseudoficalbia) unguiculata* (Edwards, 1913) belonging to five genera (*Aedes*, *Anopheles*, *Culex*, *Culiseta*, *Uranotaenia*). *Culex pipiens* is the most abundant species with a relative frequency of 44,53%, followed by *Culiseta longiareolata* with 41,96%.

Keywords: Biodiversity, Culicidae, *Culex pipiens*, *Culiseta longiareolata*, Tizi-Ouzou.

INTRODUCTION

La faune Culicidienne occupe le centre de l'actualité entomologique mondiale, en raison de son rôle dans la transmission des maladies virales et parasitaires qui peuvent affecter l'être humain et les animaux (Becker *et al.*, 2003). Plusieurs espèces de moustiques sont des vecteurs de zoonoses d'incidences médicales et vétérinaires (Bawin *et al.*, 2014), *Anopheles (Anopheles) labranchiae* Falleroni, 1926 est considérée comme vecteur majeur du Paludisme au Maghreb (Brunhes *et al.*, 1999 ; Laboudi *et al.*, 2014) jusqu'en 2004 (El Joubari *et al.*, 2014). Une bonne connaissance de la faune Culicidienne, par l'étude de

sa taxonomie, son écologie et son abondance est très importante avant de réaliser des campagnes de lutte anti-moustiques.

En effet, l'homme contribue à l'apparition des endroits propices au développement des moustiques par la création des gîtes artificiels (Darriet, 2014), ce qui favorise la pullulation et l'augmentation de leur aire géographique. Actuellement, l'invasion du moustique tigre *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse, 1894) au Nord d'Afrique est une préoccupation majeure. Sa première détection en Algérie a été en 2010 au niveau de la région de Tizi-Ouzou (Izri *et al.*, 2011), il a été ensuite détecté à Oran en 2015 (Benallal *et al.*, 2016) et au capitale Alger en 2016 (Benallal *et al.*, 2019). C'est un moustique originaire des forêts humides du Sud-est Asiatique (Darriet, 2019). Il est actuellement en expansion mondiale, grâce au transport passif par le commerce international et les déplacements humains (Krupa *et al.*, 2020). La présence de cette espèce peut engendrer un risque réel, lié à l'apparition des épidémies de Chikungunia et de Dengue (Delaunay *et al.*, 2009).

Dans ce contexte, plusieurs travaux ont été réalisés sur les Culicidae en Algérie, notamment ceux de Rehimy & Soltani (1999), Messai *et al.* (2010), Izri *et al.* (2011), Berchi *et al.* (2012), Bouabida *et al.* (2012), Lafri *et al.* (2014), Benallal *et al.* (2015, 2016, 2019), Benbetka *et al.* (2018), Benhissen *et al.* (2018), Hamaidia & Berchi (2018), Nabti & Bounechada (2019), Kharoubi *et al.* (2020).

La présente étude a été consacrée à la détermination des espèces Culicidiennes inventoriées au niveau de la région de Tizi-Ouzou (Nord d'Algérie), et l'exploitation des résultats par les indices écologiques afin de préciser l'abondance relative et les fréquences d'occurrence. Les résultats de cette étude peuvent servir aux planifications des stratégies de lutte au niveau de cette région pour des travaux ultérieurs.

MATERIELS ET METHODES

Présentation de la région d'étude

La région de Tizi-Ouzou se trouve au Nord d'Algérie (36.69°27'83N, 4.05°01'05E). Elle est délimitée au Nord par le bassin méditerranéen, au Sud par la wilaya de Bouira, à l'Est par la wilaya de Bejaia et à l'Ouest par la wilaya de Boumerdes.

Elle présente un étage bioclimatique méditerranéen subhumide, et une pluviométrie moyenne de 600 à 1000mm d'eau par an. La **figure 1** montre la localisation géographique de la région d'étude et des gîtes prospectés.

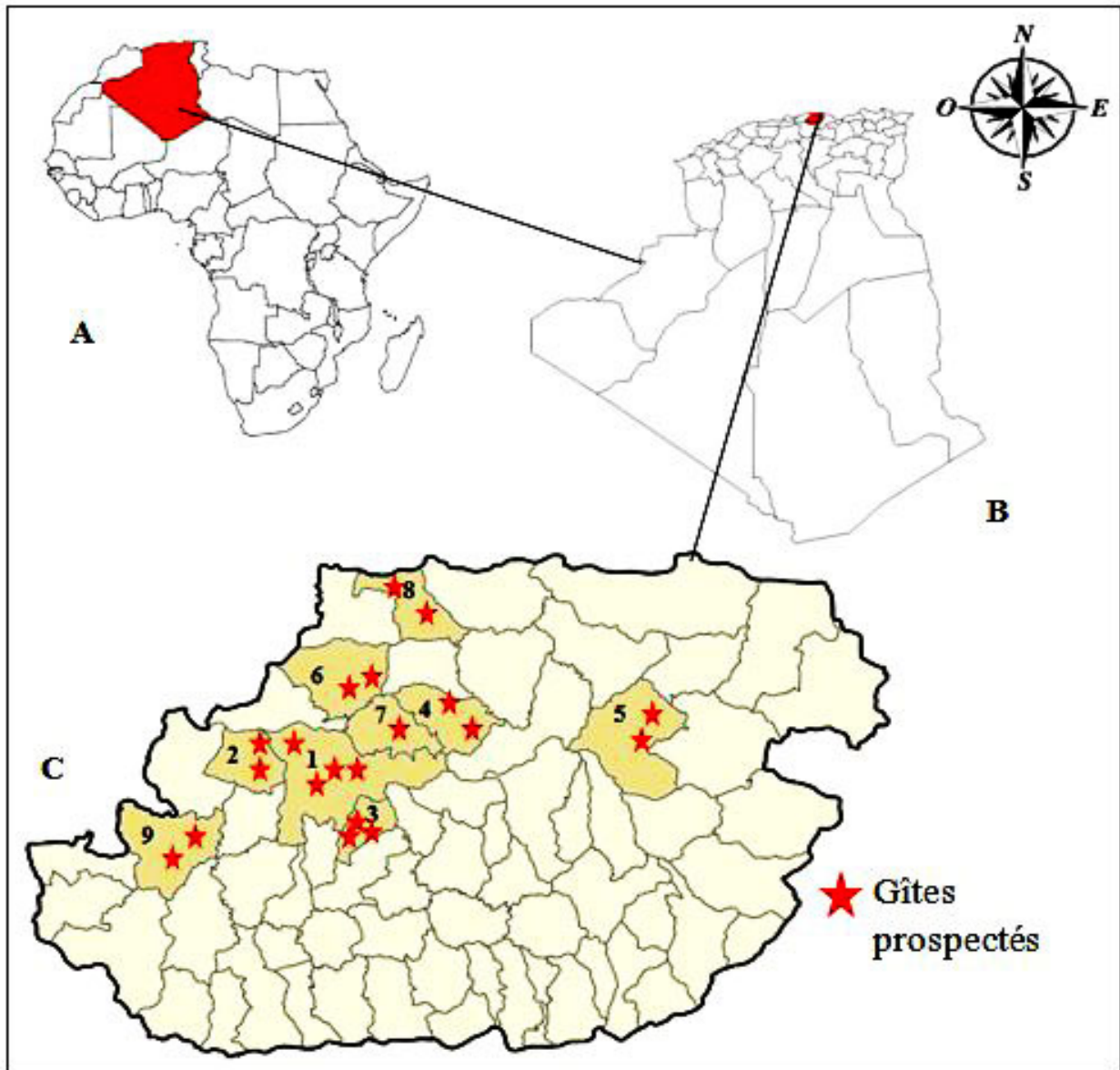


Figure 1: Localisation géographique de la région d'étude : **A** localisation géographique de l'Algérie en Afrique, **B** localisation géographique de Tizi-Ouzou en Algérie, **C** localisation géographique des communes prospectées : **1** Tizi-Ouzou, **2** Draa Ben Khedda, **3** Beni Aissi, **4** Ouaguenoun, **5** Azazga, **6** Makouda, **7** Ait Aissa Mimoun, **8** Tizirt, **9** Ait Yahia Moussa.

Gîtes prospectés

Notre étude a eu lieu de février 2019 à juin 2020, soit sur une période de 17 mois. Elle a porté sur un échantillon de 20 gîtes larvaires de différentes natures: artificiels ou naturels, distribués comme suit : Tizi-Ouzou (trois gîtes artificiels : vide sanitaire, puits, réservoir d'une fontaine et un gîte naturel : trous d'arbre), Draa Ben Khedda (deux gîtes artificiels : canal d'évacuation, regards d'égouts), Beni Aissi (un gîte artificiel : canal de passage d'eau, et deux gîtes naturels : étang, et des petites retenues d'eau de pluie), Ouaguenoun (deux gîtes artificiels : deux regards), Azazga (un gîte naturel : fosse creusée, et un autre artificiel : retenue d'eau de filtration des eaux usées), Makouda (deux gîtes naturels : retenue collinaire et des petites retenues d'eau), Ait Aissa Mimoun (un gîte naturel : retenue d'eau de pluie), Tizirt (deux gîtes artificiels : barques, ruine romaine), Ait Yahia Moussa (un gîte artificiel : baril, et un autre naturel : fosse creusée). Ces différents gîtes sont illustrés dans les **figures 2 et 3**.



Figure 2 : Variété des gîtes artificiels prospectés dans la région de Tizi-Ouzou de février 2019 à juin 2020. Tizi-Ouzou (1 Puits, 2 Vide sanitaire, 3 Réservoir d'une fontaine), Draa Ben Khedda (4 Canal d'évacuation, 5 Regards), Beni Aissi (6 Canal d'eau), Ouaguenoun (7 Regards, 8 Regards), Azazga (9 Retenue d'eau de filtration des eaux usées), Tigzirt (10 Barques, 11 Ruine romaine), Ait Yahia Moussa (12 Baril) (Cliché Chahed S.).

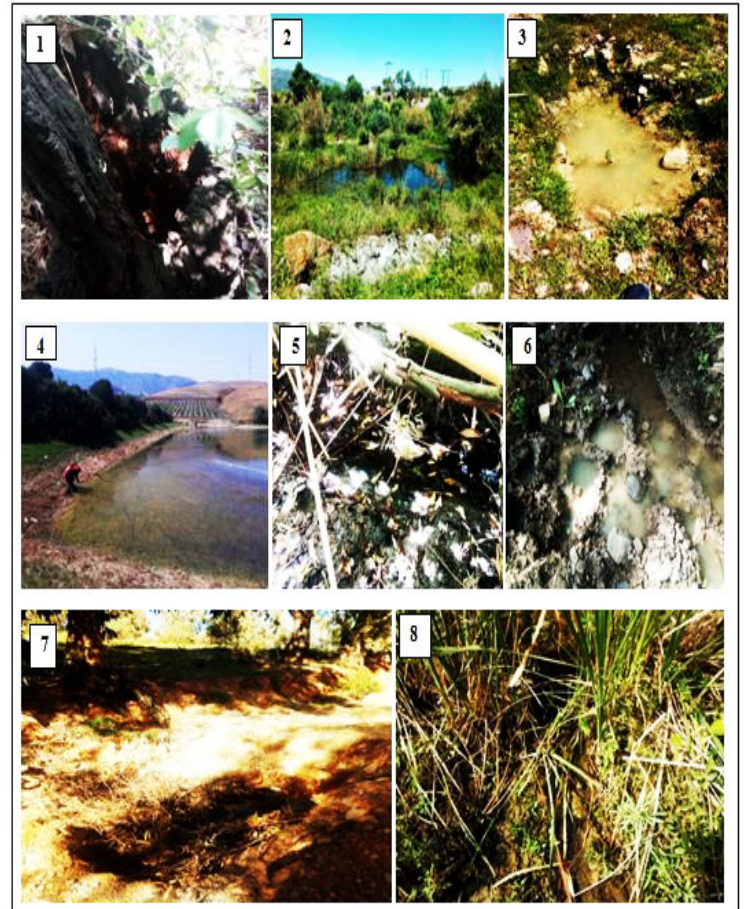


Figure 3 : Variété des gîtes naturels prospectés au niveau de la région de Tizi-Ouzou de février 2019 à juin 2020. Tizi-Ouzou (1 Trous d'arbre), Beni Aissi (2 Etang), Azazga (3 Retenue d'eau), Makouda (4 Retenue collinaire, 5 Retenue d'eau), Ait Aissa Mimoun (6 Retenue d'eau de pluie), Ait Yahia Moussa (7 Fosse creusée, 8 Retenue d'eau) (Cliché Chahed S.).

Méthode d'échantillonnage

Un échantillonnage bimensuel a été fait selon plusieurs critères: la présence des larves de moustiques dans un gîte donné et l'accessibilité. Il a été basé sur la collecte des larves, par la méthode de Dipping (Croset *et al.*, 1976 ; Silver, 2008).

Une louche d'une capacité de 500ml a été utilisée dans les gîtes ayant une eau facile à atteindre. Un ensemble de dix coups de louche a été effectué à différents endroits de chaque gîte, et durant toutes les sorties du prélèvement.

Dans les milieux profonds (Puits), l'échantillonnage a été réalisé à l'aide d'un seau de cinq litres attaché à une corde. Dix coups de seau ont été effectués durant toutes les collectes.

Dans chaque prélèvement, nous avons utilisé des pipettes pasteur afin de capturer les larves collectées, et des bouteilles en plastique d'un demi-litre remplies d'eau de gîte, pour les conserver, tout en mentionnant la date, le lieu et le numéro du gîte. Ensuite, les larves ont été transportées au laboratoire d'Ecologie et biologie des écosystèmes terrestres LEBIOT, de l'Université Mouloud Mammeri (Tizi-Ouzou, Algérie) pour l'élevage, le montage et l'identification.

Elevage et montage des larves

Les œufs et les larves du 1^{er}, 2^{ème} et 3^{ème} stade ont été élevés au laboratoire, dans des conditions ambiantes, par une méthode similaire à celle citée par Rehimy & Soltani (1999). Cette méthode consiste à mettre les larves dans des récipients en plastique, contenant 300ml de l'eau dichlorée, à l'intérieur des cages cubiques à mailles fines (30×30×30 cm). Une nourriture composée d'un mélange de biscuit et de levure a été donnée aux larves chaque trois jours. Le changement de l'eau a permis d'éviter la mort des individus par asphyxie suite à la décomposition de la nourriture dans l'eau.

Les larves de 4^{ème} stade ont fait l'objet de notre identification par leur chétotaxie. Elles ont été éclaircies et montées par une méthode similaire à celle de Matile (1993). Elle consiste à mettre les larves dans une solution chaude de KOH à 10% pendant dix minutes, puis les rincer trois fois avec de l'eau distillée (trois minutes chacune) pour les débarrasser du KOH, et une minute dans l'éthanol absolu. Les larves ont été conservées dans des tubes Eppendorf remplis d'éthanol dilué à 70%.

Le montage a été réalisé sous une loupe binoculaire de marque Optika (WF10X/21). Une goutte du liquide de Faure a été mise pour fixer les larves entre lame et lamelle. Chaque lame porte une étiquette qui inclut le nom, le lieu du gîte et la date de la collecte.

Identification des moustiques

Notre identification a suivi la méthode standard, par l'étude morphologique citée par Schaffner & Mathieu (2020). Nous avons utilisé un microscope de marque Novex (grossissements de 10X à 100X) en se basant sur les clés dichotomiques de Rioux (1958). La confirmation a été faite grâce au logiciel d'identification des Culicidae de l'Afrique méditerranéenne de Brunhes *et al.* (1999), et des spécialistes.

Méthodes d'exploitation des résultats

Afin d'exploiter nos résultats, les indices écologiques de composition (Abondance relative ($C = ni/N \times 100$) et fréquence d'occurrence ($F = p/N \times 100$)) et de structure (L'indice de Shannon Weaver ($H' = -\sum_{i=1}^S pi \log_2 pi$) et l'indice d'équitabilité ($E = H'/H' \max$)) ont été utilisés.

Dont ni est le nombre d'individus pour chaque espèce, N est le nombre total d'individus, p est le nombre de relevés contenant l'espèce donnée, C est l'abondance relative, F est la fréquence d'occurrence., S est le nombre d'espèces trouvées, i est une espèce d'un milieu étudié, $pi = ni/N$, \log_2 est le logarithme à base 2, $H' \max = \log_2 S$.

RESULTATS ET DISCUSSIONS

Biodiversité et abondance des Culicidae dans la région de Tizi-Ouzou (Nord d'Algérie)

L'inventaire des moustiques réalisé dans la présente étude a révélé la présence de 13 espèces, regroupées en deux sous-familles (Culicinae et Anophelinae) et cinq genres différents (*Culex*, *Aedes*, *Anopheles*, *Culiseta*, *Uranotaenia*). Elles sont clarifiées dans le **tableau 1**.

Tableau 1 : Liste des espèces de Culicidae recensées dans la région de Tizi-Ouzou (Nord d'Algérie) de février 2019 à juin 2020.

Famille	Sous famille	Genre	Espèce
Culicidae	Culicinae	<i>Culex</i>	<i>Culex (Culex) pipiens</i> Linnaeus, 1758
			<i>Culex (Neoculex) impudicus</i> Ficalbi, 1890
			<i>Culex (Neoculex) territans</i> Walker, 1856
			<i>Culex (Culex) perexiguus</i> (Theobald, 1903)
			<i>Culex (Maillotia) hortensis</i> Ficalbi, 1889
			<i>Culex (Maillotia) deserticola</i> Kirkpatrick, 1925
		<i>Culiseta</i>	<i>Culiseta (Allotheobaldia) longiareolata</i> (Macquart, 1838)
			<i>Culiseta (Culiseta) subochrea</i> (Edwards, 1921)
		<i>Aedes</i>	<i>Aedes (Finlaya) geniculatus</i> (Olivier, 1791)
			<i>Aedes (Ochlerotatus) caspius</i> (Pallas, 1771)
		<i>Uranotaenia</i>	<i>Uranotaenia (Pseudoficalbia) unguiculata</i> Edwards, 1913

	Anophelinae	<i>Anopheles</i>	<i>Anopheles (Anopheles) maculipennis s.l.</i> Meigen, 1818
			<i>Anopheles (Anopheles) claviger</i> (Meigen, 1804)

Le genre *Culex* a occupé la première position, il a été représenté par six espèces: *Culex pipiens*, *Culex impudicus*, *Culex territans*, *Culex perexiguus*, *Culex hortensis*, et *Culex deserticola*, tandis que les genres *Culiseta*, *Anopheles* et *Aedes*, ont été représentés par deux espèces chacun: *Culiseta longiareolata* et *Culiseta subochrea*; *Anopheles maculipennis s.l.* et *Anopheles claviger*; *Aedes geniculatus* et *Aedes caspius* respectivement. Une espèce (*Uranotaenia unguiculata*) a représenté le genre *Uranotaenia*.

Ce nombre élevé d'espèces trouvées au niveau de la région de Tizi-Ouzou, peut être expliqué par le nombre élevé de récoltes réalisées et de prospections faites durant 17 mois, de février 2019 à juin 2020. Ou même, par le nombre important de gîtes inventoriés, 20 gîtes distribués dans neuf communes.

Parmi les espèces trouvées dans le présent travail, cinq sont citées pour la première fois à Tizi-Ouzou: *Cx. deserticola*, *Ae. geniculatus*, *An. claviger*, *Cs. subochrea* et *Ur. unguiculata*. Cette première citation est peut être due au manque d'études sur les Culicidae dans cette région.

Quatre espèces ont été déjà trouvées dans la même région par Lafri *et al.* (2014): *An. maculipennis s.l.*, *Cx. pipiens*, *Cx. territans* et *Cs. longiareolata*. Ces auteurs ont rapporté aussi la présence de deux spécimens adultes de l'*Ae. albopictus*. De même, une femelle de cette espèce a été capturée dans la région de Larbaa Nath Irathen (Tizi-Ouzou) en 2010 par Izri *et al.* (2011). Par contre, elle a été absente dans nos résultats et elle n'a pas été observée dans notre prospection. Cela peut être dû à la nature des gîtes prospectés. Cette espèce vit proche de l'homme à l'intérieur des habitations, elle pond des œufs dans les petites collections d'eau, dans les jarres, les futs, les vases, les soucoupes placées sous les pots de fleurs, les boîtes de conserves etc... (Darriet, 2019). Cela peut être dû également à la méthode d'échantillonnage utilisée qui a été basée sur la collecte des larves dans notre étude, alors que les auteurs ont indiqué la présence d'adultes.

Le complexe *An. maculipennis s.l.* est composé d'espèces morphologiquement semblables, qui ne peuvent être identifiées que par des techniques moléculaires, *An. labranchiae* a été la seule représentante de ce complexe au Nord-ouest Marocain (Laboudi *et al.*, 2014), et à Sétif (Algérie) (Nabti & Bounechada., 2019).

A partir des résultats enregistrés dans le **tableau 2**, nous avons recensé un effectif total d'individus récoltés dans différents gîtes au niveau de la région de Tizi-Ouzou égal à 3746. Le genre *Culex* a été le plus fréquent avec un total de 1888 (50%) larves. Le genre *Culiseta* a pris la deuxième position, il a réuni 1633 (44%) larves. La troisième position a été prise par le genre *Anopheles*, soit 168 (4%) larves. Les genres *Aedes* (38 larves) et *Uranotaenia* (19 larves) ont été faiblement présentés par un pourcentage de 1% chacun.

Tableau 2: Indices écologiques des espèces de Culicidae récoltées au niveau de la région de Tizi-Ouzou de février 2019 à juin 2020. Dont *ni* est le nombre d'individus de l'espèce considérée, *F (%)* est la fréquence relative, *pi* est le nombre des relevés contenant l'espèce *i*, *Fi (%)* est la fréquence d'occurrence, *H'* est l'indice de Shannon Weaver, *H' max* est la diversité maximale, *E* est l'indice d'équitabilité.

Espèce	<i>ni</i>	<i>F (%)</i>	<i>pi</i>	<i>Fi (%)</i>	Catégorie
<i>Culex (Culex) pipiens</i> Linnaeus, 1758	1668	44.53	122	33.06	Accessoire
<i>Culex (Neoculex) impudicus</i> Ficalbi, 1890	58	1.55	13	3.52	Accidentelle
<i>Culex (Neoculex) territans</i> Walker, 1856	41	1.09	10	2.71	Accidentelle
<i>Culex (Culex) perexiguus</i> (Theobald, 1903)	7	0.19	2	0.54	Accidentelle
<i>Culex (Maillotia) hortensis</i> Ficalbi, 1889	101	2.70	19	5.15	Accidentelle
<i>Culex (Maillotia) deserticola</i> Kirkpatrick, 1925	13	0.35	3	0.81	Accidentelle
<i>Culiseta (Allotheobaldia) longiareolata</i> (Macquart, 1838)	1572	41.96	133	36.04	Accessoire

<i>Culiseta (Culiseta) subochrea</i> (Edwards, 1921)	61	1.63	7	1.90	Accidentelle
<i>Anopheles maculipennis s.l.</i> Meigen, 1818 (<i>Anopheles</i>)	59	1.58	20	5.42	Accidentelle
<i>Anopheles claviger</i> (Meigen, 1804) (<i>Anopheles</i>)	109	2.90	24	6.51	Accidentelle
<i>Aedes (Finlaya) geniculatus</i> (Olivier, 1791)	17	0.45	5	1.36	Accidentelle
<i>Aedes (Ochlerotatus) caspius</i> (Pallas, 1771)	21	0.56	7	1.90	Accidentelle
<i>Uranotaenia unguiculata</i> Edwards, 1913 (<i>Pseudoficalbia</i>)	19	0.51	4	1.08	Accidentelle
Total	3746	100	369	100	
H'	1.85 bits				
H' max	3.7				
E	0.5				

Au Cameroun, Bakwo Fils *et al.* (2009) ont trouvé d'un ensemble de 6740 adultes identifiés, 4035 (59,84%) appartenant au genre *Culex*. De son côté, Kayedi *et al.* (2020) ont trouvé d'un ensemble de 4211 moustiques piégés au niveau de la province de Lorestan (Iran), 94,68% appartenant au même genre, cela montre la forte dominance de celui-ci au Cameroun et à Iran.

Culex pipiens est l'espèce la plus abondante, avec un effectif égal à 1668 et une fréquence relative de 44,53%, suivie par *Culiseta longiareolata*, avec 1572 larves et une fréquence de 41,96%. Les autres espèces ont occupé des effectifs plus ou moins faibles. *Cx. pipiens* a été trouvée d'un fort effectif dans les gîtes anthropiques urbains (puits, réservoir d'une fontaine, canal d'évacuation, regards d'égout, barque). Elle a été trouvée également en faibles effectifs dans les gîtes ruraux, que se soit naturels ou artificiels (étang, retenue d'eau, baril). Cela montre sa préférence pour les gîtes anthropiques urbains. Selon Almeida *et al.* (2020), les milieux anthropiques offrent des conditions favorables à certaines espèces, Berchi *et al.* (2012) ont indiqué que *Cx. pipiens* fréquente les gîtes urbains épigés et hypogés où la pollution d'origine organique est importante.

La faiblesse des effectifs des autres espèces peut être expliquée par la localisation de leurs gîtes. Ils étaient isolés et loin des mouvements humains, ce qui empêche le contact des moustiques avec l'homme pour les besoins du sang. L'assèchement des gîtes temporaires pendant la période estivale, ce qui a diminué le nombre de récoltes, et les précipitations qui ont causé le lessivage (cas des petites retenues d'eau).

Culiseta longiareolata a représenté la fréquence d'occurrence la plus élevée 36,04%, suivie par *Culex pipiens* avec 33,06%. Ces deux espèces étaient classées dans la catégorie accessoire, elles étaient présentes presque dans toutes les communes étudiées. Leurs abondances élevées s'expliquent par leur adaptation aux variations des conditions environnementales de la région d'étude. Selon Bouabida *et al.* (2012), *Cx. pipiens* et *Cs. longiareolata* se développent dans tous types de gîtes, qu'ils soient artificiels ou naturels, leur probabilité de rencontre est élevée et leur pouvoir de dispersion est considérable.

L'indice de Shannon Weaver calculé au niveau de la région de Tizi-Ouzou est de 1.85 bits, cette valeur désigne un milieu moyennement diversifié. La valeur d'équitabilité trouvée est de 0.5, ce qui signifie que les espèces trouvées n'ont pas les mêmes abondances. Dans la région de Souk-Ahras (Algérie) Hamaidia & Berchi (2018) ont trouvé un indice de Shannon Weaver égal à 2.505 bits et une équitabilité de 0.677, ce qui explique un milieu moyennement diversifié.

Répartition des moustiques dans la région de Tizi-Ouzou

La distribution des moustiques dans la région de Tizi-Ouzou pendant la période d'étude est représentée dans la **figure 4**.

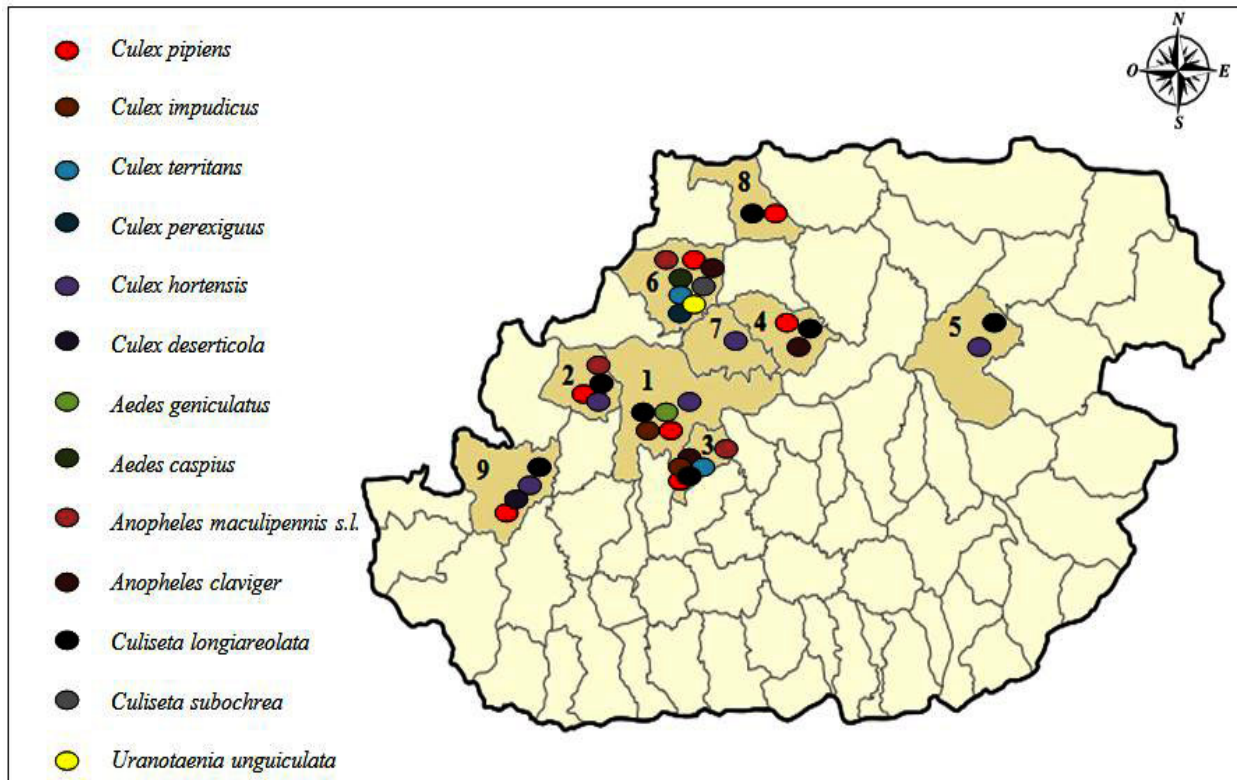


Figure 4: Répartition des espèces de Culicidae dans la région de Tizi-Ouzou durant la période d'étude, 1 Tizi-Ouzou, 2 Draa Ben Khedda, 3 Beni Aissi, 4 Ouaguenoun, 5 Azazga, 6 Makouda, 7 Ait Aissa Mimoun, 8 Tigzirt, 9 Ait Yahia Moussa.

La commune de Makouda semble être très diversifiée, elle héberge les cinq genres recensés. Huit espèces ont été trouvées: *Cx. perexiguus*, *An. claviger*, *An. maculipennis s.l.*, *Cx. pipiens*, *Cx. territans*, *Cs. subochrea*, *Ae. caspius* et *Ur. unguiculata*. Cette richesse spécifique peut être expliquée par la présence d'une végétation très abondante aux alentours. Selon Bouabida *et al.* (2012), la structure de la végétation assure un microclimat thermique et lumineux favorables. De son côté, Hamaidia & Berchi (2018) ont indiqué qu'on trouve beaucoup d'espèces dans un milieu donné lorsque les conditions de vie dans celui-ci sont favorables.

Une biodiversité moyennement considérable a été trouvée dans les communes de Tizi-Ouzou, Draa Ben Khedda, Beni Aissi et Ait Yahia Moussa. Cela revient à la durabilité de leurs gîtes prospectés. Ils étaient majoritairement permanents présents durant toute l'année, ce qui a augmenté le nombre de récoltes. Cinq espèces ont été présentes dans la commune de Tizi-Ouzou: *Cs. longiareolata*, *Cx. impudicus*, *Cx. pipiens*, *Cx. hortensis*, *Ae. geniculatus*. Quatre à Draa Ben Khedda: *Cx. pipiens*, *Cx. hortensis*, *Cs. longiareolata*, *An. maculipennis s.l.*. Six à Beni Aissi: *Cx. pipiens*, *Cx. impudicus*, *Cx. territans*, *Cs. longiareolata*, *An. maculipennis s.l.*, *An. claviger*. Et quatre à Ait Yahia Moussa: *Cx. pipiens*, *Cx. deserticola*, *Cx. hortensis*, *Cs. longiareolata*.

Les communes d'Azazga, Ouaguenoun et Tigzirt ont présenté une biodiversité moyennement faible. Cela peut être expliqué par l'absence de la végétation au près des gîtes, ou à leur rapprochement aux activités anthropiques. Deux espèces ont été trouvées à Azazga: *Cx. hortensis*, *Cs. longiareolata*. Trois à Ouaguenoun: *Cs. longiareolata*, *Cx. pipiens*, *An. claviger*. Et deux à Tigzirt: *Cs. longiareolata*, *Cx. pipiens*.

La diversité spécifique la plus faible a été trouvée dans la commune d'Ait Aissa Mimoun. Une espèce: *Cx. hortensis* a représenté cette dernière. Cela dû à la nature du gîte prospecté: temporaire, qui a diminué le nombre de récoltes. Il s'agit d'une petite retenue d'eau, disparue le mois de septembre par le lessivage. Le nombre d'espèces inventoriées est en fonction du nombre d'individus récoltés (Faurie *et al.*, 1980 in Bouabida *et al.*, 2012).

Culex pipiens a été capturée dans treize gîtes larvaires: dix anthropiques et trois naturels, réparties sur sept communes: Tizi-Ouzou, Draa Ben Khedda, Beni Aissi, Ouaguenoun, Makouda, Tigzirt, Ait Yahia

Moussa, et pendant toute l'année dans les gîtes permanents. C'est une espèce à forte aptitude écologique qui présente une dynamique saisonnière annuelle. Au Maroc, El Ouali Lalami *et al.* (2009) ont considéré cette espèce comme la plus fréquente au Maroc, elle a été présente dans tous les gîtes durant toute l'année. *Cx pipiens* est l'espèce la plus présente en Algérie (Benallal *et al.*, 2015 ; Kharoubi *et al.*, 2020), en Tunisie (Krida *et al.*, 2010), et à l'Arabie Saoudite, dans la région d'Al Madinah Al Munawwarah (Alahmadi *et al.*, 2020). C'est un vecteur majeur de filariose de Bancroft et des virus West Nile et la Valley du Rift en Egypte (Brunhes *et al.*, 1999), et même du virus Usutu (Holicki *et al.*, 2020). Dans la région du Maghreb, au cours de l'été 2010, *Cx. pipiens* a été trouvée infectée par les virus West Nile et la Valley du Rift par Amraoui *et al.* (2012).

Culiseta longiareolata a été signalée présente dans douze gîtes larvaires: onze artificiels et un naturel, distribués sur sept communes: Tizi-Ouzou, Draa Ben Khedda, Beni Aissi, Ouaguenoun, Azazga, Tizirt, Ait Yahia Moussa. C'est une espèce cosmopolite (Khaligh *et al.*, 2020) qui présente une grande capacité à coloniser différents gîtes. Plusieurs auteurs ont indiqué la présence de cette espèce en Algérie, notamment Messai *et al.* (2010) à Mila, Bouabida *et al.* (2012) à Tébessa, Amara Korba *et al.* (2015) au lac Tonga, Hamaidia & Berchi (2018) à Souk-Ahras, Benhissen *et al.* (2018) à Bousaada et Nabti & Bounechada (2019) à Sétif. Au Maroc, cette espèce a été aussi trouvée par Aouinty *et al.* (2017) et Ouattar *et al.* (2018). Elle est considérée comme vecteur important de plusieurs maladies, telles que la Brucellose, la grippe aviaire, et l'Encéphalite du Nil Occidental (Brunhes *et al.*, 1999). C'est un hôte intermédiaire de *Plasmodium* aviaire qui peut transmettre la fièvre de Malte (Hazratian *et al.*, 2019). Elle peut aussi provoquer de la Tularémie et des maladies arboviroses (Soltanbeiglu *et al.*, 2020).

Culex perexiguus a été collectée d'un seul gîte naturel: retenue collinaire, dans la commune de Makouda. En Algérie, elle a été trouvée également à Tébessa par Bouabida *et al.* (2012), Souk-Ahras par Hamaidia & Berchi (2018), El Tarf dans le lac Tonga par Amara Korba *et al.* (2015), Bousaada par Benhissen *et al.* (2018), et dans les Oasis du Sahara, où elle a été signalée porteuse du virus West Nile par Benbetka *et al.* (2018). Selon Brunhes *et al.* (1999), *Cx. perexiguus* a transmis les virus West Nile et Sindbis en Egypte et dans plusieurs pays du Moyen orient. Récemment, en 2017, Elhawary *et al.* (2020) l'ont signalé présente en Egypte.

Aedes caspius et *Uranotaenia unguiculata* ont été rencontrées dans un seul gîte naturel: retenue d'eau, au niveau de la commune Makouda. La première est une vectrice de filaires animales et d'arbovirus, alors que la seconde peut transmettre des parasites aux batraciens et aux reptiles (Brunhes *et al.*, 1999). En Algérie, *Ae. caspius* a été trouvée aussi dans la région de Tébessa par Bouabida *et al.* (2012), Sétif par Nabti & Bounechada (2019). Alors qu'*Ur. unguiculata* a été trouvée à Mila par Messai *et al.* (2010), au lac Tonga par Amara Korba *et al.* (2015) et à Bousaada par Benhissen *et al.* (2018).

Le complexe *An. maculipennis s.l.* est le vecteur principal de la Malaria en Europe et dans la région paléarctique (Ghavami, 2005). Au cours de notre prospection, il a été trouvé dans cinq gîtes: deux artificiels et trois naturels, distribués sur trois communes: Draa Ben Khedda, Beni Aissi, Makouda. Les espèces appartenant à ce complexe préfèrent les gîtes à eau propres, d'un aspect clair, où la végétation est abondante. El Ouali Lalami *et al.* (2009) ont trouvé *Anopheles labranchiae* dans les gîtes d'eau claire. En Algérie, ce complexe a été indiqué présent à Mila par Messai *et al.* (2010), El Tarf au niveau du lac Tonga par Amara Korba *et al.* (2015), Souk-Ahras par Hamaidia & Berchi (2018), Sétif par Nabti & Bounechada (2019). Au Maroc, Aouinty *et al.* (2017) et Ouattar *et al.* (2018) ont signalé sa présence.

Anopheles claviger a été trouvée dans cinq gîtes: deux artificiels et trois naturels, répartis sur trois communes: Beni Aissi, Ouaguenoun, Makouda. C'est le vecteur du Paludisme au Maroc, dans le Haut Atlas (Carnevale & Robert., 2009).

Culex territans a été inventoriée dans deux gîtes larvaires naturels: étang à Beni Aissi et une retenue d'eau à Makouda. Cette espèce peut transmettre des filaires de batraciens. *Cx. deserticola*, *Cx. hortensis*, *Cx. impudicus*, *Ae. geniculatus*, *Cs. subochrea* ne jouent aucun rôle dans la transmission de parasitoses humaines (Brunhes *et al.*, 1999).

La répartition des moustiques dans la région de Tizi-Ouzou pendant la période d'étude dépend de la durabilité des gîtes larvaires prospectés (permanent ou temporaire), celle-ci influe sur le nombre de prélèvements réalisés. Elle dépend également de leur localisation, leur rapprochement aux activités humaines, et de la présence ou l'absence du couvert végétal.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

L'étude de la faune Culicidienne de la région de Tizi-Ouzou (Nord d'Algérie) réalisée de février 2019 à juin 2020, a permis de recenser 13 espèces appartenant à cinq genres. *Culex pipiens* a été l'espèce la plus abondante suivie par *Culiseta longiareolata*, l'abondance importante de ces deux espèces montre leur adaptation aux conditions environnementales de cette région. Il ressort de ce travail que notre région d'étude héberge quelques espèces de moustiques vecteurs potentiels de maladies à transmission vectorielle.

Ce travail bien que préliminaire, mériterait d'être plus élargi, par une poursuite de l'inventaire dans d'autres régions et durant plusieurs années, pour avoir une liste plus complète des espèces de Culicidae en Algérie.

REMERCIEMENTS

Nous remercions vivement M^r Benallal Kamel Eddine, Attaché à l'institut Pasteur d'Alger (Algérie) et D^r Nabti Ismahane, de l'Université Ferhat Abbas Sétif (Algérie) pour leur aide à la confirmation de notre identification.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Alahmadi S., Ibrahim R., Messali M. & Ali M., 2020. Effect of aminopyridinium-based ionic liquids against larvae of *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae), *Journal of Taibah University for science*, **14**(1), 863-872.
- Almeida J.F., Belchior H.C.M., Rios-Velasquez C.M. & Pessoa F.A.C., 2020. Diversity of mosquitoes (Diptera: Culicidae) collected in different types of larvivitraps in an Amazon rural settlement, *Plos One*, **15**(10), 1-15.
- Amara Korba R., Boukraa S., Alayat M.S., Bendjeddou M.A., Francis F., Boubidi S.C. & Bouslama Z., 2015. Preliminary report of mosquitoes survey at Tonga lake (North-east Algeria). *Advances in environmental biology*, **9**(27), 288-294.
- Amraoui F., Krida G., Bouattour A., Rhim A., Daaboub J., Harrat Z., Boubidi S.C., Tijane M., Sarih M. & Failloux A.B., 2012. *Culex pipiens*, an experimental efficient vector of West Nile and Rift Valley fever viruses in the Maghreb region, *Plos One*, **7**(5), 1-8.
- Aouinty B., Rihane A., Chennaoui M. & Mellouki F., 2017. Etude des gîtes larvaires de moustiques culicidés de la région de Mohammedia, littoral atlantique Marocain. *Afrique science*, **13**(2), 120-129.
- Bakwo Fils E.M., Akono P.N., Belong P. & Messi J., 2009. Impact des aménagements piscicoles sur le pullulement culicidien à Yaoundé, Cameroun, *Entomologie faunistique-Faunistic entomology*, **62**(3), 109-114.
- Bawin T., Seye F., Boukraa S., Zimmer J.Y., Delvigne F. & Francis F., 2014. La lutte contre les moustiques (Diptera : Culicidae) : diversité des approches et application du contrôle biologique, *Entomological society of Canada*, **00**, 1-25p.
- Becker N., Petric D., Zgomba M., Boase C., Madon M., Dahl C. & Kaiser A., 2003. *Mosquitoes and their control*. London New York : Springer Heidelberg Dordrecht. 577p.
- Benallal K., Allal-Ikhlef A., Benhamouda K., Schaffner F. & Harrat Z., 2016. First report of *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Diptera: Culicidae) in Oran, West of Algeria. *Acta tropica*. **164**, 411-413.
- Benallal K., Benbetka S., Tail G. & Harrat Z., 2015. Molecular characterization of *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae) in Reghaia lake, Algeria. *Annals of biological sciences*, **3**(1), 20-24.
- Benallal K., Garni R., Bouiba L. & Harrat Z., 2019. First detection of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in Algiers, the capital city of Algeria. *J Arthropod-Borne Dis*, **13**(4), 420-425.
- Benbetka S., Hachid A., Benallal K.E., Benbetka C., Khaldi A., Bitam I. & Harrat Z. 2018. First field evidence infection of *Culex perexiguus* by West Nile virus in Sahara Oasis of Algeria. *J Vector Borne Dis*, **55**, 305-309.
- Benhissen S., Habbachi W., Khellaf R. & Masna F., 2018. Etude entomologique et typologique des gites larvaires des moustiques (Diptera : Culicidae) dans la région de Bousaada (Algérie). *Bulletin de la société royale de Liège*, **87**, 112-120.

- 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), 5-16.
- Bouabida H., Djebbar F. & Soltani N., 2012. Etude systématique et écologiques des moustiques (Diptera: Culicidae) dans la région de Tébessa (Algérie). *Entomologie faunistique-Faunistic entomology*, **65**, 99-103.
- Brunhes J., Rhaim A., Geoffroy B., Angel G. & Hervy J.P., 1999. Les Culicidae de l'Afrique méditerranéenne, Programme d'identification et d'enseignement, I.R.D. édition.
- Carnevale P. & Robert V., 2009. *Les anophèles biologie, transmission du Paludisme et lutte antivectorielle*, I.R.D. édition : Marseille, 391p.
- Crosset 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**, 251-256.
- Darriet F., 2014. *Des moustiques et des hommes : Chroniques d'une pullulation annoncée*. IRD : Marseille, 136p.
- Darriet F., 2019. Le moustique tigre : le conquérant, *Espèces*, **34**, 14-21.
- Delaunay P., Jeannin C., Schaffner F. & Marty P., 2009. Actualités 2008 sur la présence du moustique tigre *Aedes albopictus* en France métropolitaine, *24^{es} journées annuelles du GPIP : Science Direct*, 66-71.
- Elhawary N.A., Soliman M.A., Seif A.I. & Meshrif W.S., 2020. Culicine mosquitoes (Diptera: Culicidae) communities and their relation to physicochemical characteristics in three breeding sites in Egypt, *Egyptian journal of zoology*, 1-13.
- El Joubari M., Louah A. & Himmi O., 2014. Les moustiques (Diptera, Culicidae) des marais de Smir (nord-ouest du Maroc) : inventaire et biotypologie, *Bull. Soc. Pathol. Exot.*, **107**, 48-59.
- El Ouali Lalami A., Hindi T., Azzouzi A., Elghadraoui L., Maniar S., Faraj C., Adlaoui E.B., Ameer I. & Ibensouda Koraichi S., 2009. Inventaire et répartition saisonnière des Culicidae dans le centre du Maroc, *Entomologie faunistique- Faunistic entomology*, **62**(4), 131-138.
- Faurie C., Ferra C. & Medori P., 1980. *Ecologie*, Baillière J.B. (ed) : Paris, 1091p in Bouabida *et al.*, 2012. Etude systématique et écologiques des moustiques (Diptera: Culicidae) dans la région de Tébessa (Algérie). *Entomologie faunistique-Faunistic entomology*, **65**, 99-103.
- Ghavami M.B., 2005. Estimation and comparison of *Anopheles maculipennis s.l.* (Diptera: Culicidae) survival rates with light-trap and indoor resting data, *Iranian J Publ Health*, **34**(2), 48-57.
- Hamaidia H., & Berchi S., 2018. Etude systématique et écologique des moustiques (Diptera: Culicidae) dans la région de Souk-Ahras (Algérie). *Entomologie faunistique-Faunistic entomology*, **71**, 1-8.
- Hazratian T., Paksa A., Sedaghat M.M., Vatandoost H., Moosa-Kazemi S.H., Sanei-Dehkordi A., Salim-Abadi Y., Pirmohammadi M., Yousefi S., Amin M. & Oshaghi M.A., 2019. Baseline susceptibility of *Culiseta longiareolata* (Diptera: Culicidae) to different imagicides, in Eastern Azerbaijan, Iran, *J Arthropod-Borne Dis*, **13**(4), 407-415.
- Holicki C.M., Scheuch D.E., Zeigler U., Lettow J., Kampen H., Werner D. & Groschup M.H., 2020. German *Culex pipiens* biotype *molestus* and *Culex torrentium* are vector-competent for Usutu virus, *Parasites vectors*, **13**(625), 1-10.
- Izri A., Bitam I. & Charrel R.N., 2011. First entomological documentation of *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse, 1894) in Algeria, *Microbiol. Infect*, **17**, 7.
- Kayedi M.H., Sepahvand F., Mostafavi E., Chinikar S., Mokhayeri H., Sharafi A.C., Wong G., Shahhosseini N. & Moosa Kazemi S.H., 2020. Morphological and molecular identification of Culicidae mosquitoes (Diptera: Culicidae) in Lorestan, Western Iran, *Helion*, **6**, 1-5.
- Khaligh F.G., Naghian A., Soltanbeiglou S. & Gholizadeh S., 2020. Autogeny in *Culiseta longiareolata* (Culicidae: Diptera) mosquitoes in laboratory conditions in Iran, *BMC Res Notes*, **13**(81), 1-5.
- Kharoubi R., Rehim N. & Soltani N., 2020. Essential oil from *Mentha rotundifolia* harvested in Northeast Algeria : Chemical composition, larvicidal and enzymatic activities on *Culex pipiens* larvae. *Transylvanian review*, **XXVII**(47), 14724-14732.

- Krida G., Diancourt L., Bouattour A., Rhim A., Chermiti B. & Failloux A.B., 2010. Estimation du risque d'introduction du virus de la fièvre de la Vallée du Rift en Tunisie par le moustique *Culex pipiens*, *Bull. Soc. Pathol. Exot.*, 1-10.
- Krupa E., Schaffner F., Bender C. & Mathieu B., 2020. Progression du moustique tigre en France : surveillance transfrontalière dans le Grand-Est, *Revue francophone des laboratoires*, **524**, 53-61.
- Laboudi M., Sadak A., Ouahabi S., Boccolini D. & Faraj C., 2014. Molecular characterization of *Anopheles maculipennis* complex (Diptera: Culicidae) in Northern Morocco, *Entomologie faunistique- Faunistic entomology*, **67**, 37-42.
- Lafri I., Bitam I., Beneldjouzi A. & Ben Mahdi M.H., 2014. An inventory of mosquitoes (Diptera: Culicidae) in Algeria. *Bulletin de la société zoologique de France*, **139**(1-4), 255-261.
- Matile L., 1993. *Les diptères d'Europe occidentale*, Vol 1, Société nouvelle des éditions Boubée :Paris, 439p.
- Messai N., Berchi S., Bouknafd F. & Louadi K., 2010. Inventaire systématique et diversité biologique de Culicidae (Diptera: Nematocera) dans la région de Mila (Algérie). *Entomologie faunistique-Faunistic entomology*, **63**(3), 203-206.
- Nabti I. & Bounechada M., 2019. Mosquito biodiversity in Setif region (Algerian high plains), density and species distribution across two climate zones. *Entomologie faunistique- Faunistic entomology*, **72**, 161-176.
- Ouattar H., Sassa S., Allami H., Slim M. & Fadli M., 2018. CulicidaeDiptera insects of some temporary pools of the Mamora forest : inventory and dynamics, *International journal of Multidisciplinary research and development*, **5**(7), 1-7.
- Rehimi N. & Soltani N., 1999. Laboratory evaluation of Alsystin, a chitin synthesis inhibitor against *Culex pipiens pipiens* L. (Dip., Culicidae): effects on development and cuticle secretion, *J. Appl. Ent.*, **123**, 437-441.
- Rioux J.A., 1958. *Les Culicides du «Midi» méditerranéen, étude systématique et écologique*. Paris : Paul Lechevalier (Encyclopédie entomologique), 303p.
- Schaffner F. & Mathieu B., 2020. Identifier un moustique : morphologie classique et nouvelles techniques moléculaires associées pour une taxonomie intégrée, *Revue Francophone des laboratoires*, **524**, 24-33.
- Silver J.B., 2008. *Mosquito ecology : Field sampling methods*, 3^{ed} edition, Springer : New-York, 1477p.
- Soltanbeiglu S., Vahedi M., Mohammadi-Buvani M. & Chavshin A.R., 2020. Molecular characterisation of Cytochrome oxidase I and internal transcribed Spacer 2 fragments of *Culiseta longiareolata*, *Turkey Parazitol Derg.*, **44**(4), 191-196.

Mosquito Survey in Tizi-Ouzou (Algeria Northern): Updated Inventory with New Reports

Soumeya Chahed

Mouloud Mammeri University of Tizi-Ouzou, Algeria, soumeyachahed26@gmail.com

Hania Belkacem

Mouloud Mammeri University of Tizi-Ouzou, Algeria, haniabelkacem@gmail.com

Lynda Boukhari

Mouloud Mammeri University of Tizi-Ouzou, Algeria, lyndaboukhari1996@gmail.com

Karima Brahmi

Mouloud Mammeri University of Tizi-Ouzou, Algeria, karib20032002@yahoo.fr

Follow this and additional works at: <https://corescholar.libraries.wright.edu/jbm>



Part of the [Biodiversity Commons](#), and the [Entomology Commons](#)

Recommended Citation

Chahed, S., Belkacem, H., Boukhari, L., & Brahmi, K. (2022). Mosquito Survey in Tizi-Ouzou (Algeria Northern): Updated Inventory with New Reports, *Journal of Bioresource Management*, 9 (1).

ISSN: 2309-3854 online

(Received: Oct 23, 2021; Accepted: Nov 8, 2021; Published: Feb 8, 2022)

This Article is brought to you for free and open access by CORE Scholar. It has been accepted for inclusion in *Journal of Bioresource Management* by an authorized editor of CORE Scholar. For more information, please contact library-corescholar@wright.edu.

Mosquito Survey in Tizi-Ouzou (Algeria Northern): Updated Inventory with New Reports

Cover Page Footnote

We would like to thank Dr. Nabti Ismahane of the Ahmed Zabana University of Relizane (Algeria) for his help in confirming the *Coquillettidia* genus.

© Copyrights of all the papers published in Journal of Bioresource Management are with its publisher, Center for Bioresource Research (CBR) Islamabad, Pakistan. This permits anyone to copy, redistribute, remix, transmit and adapt the work for non-commercial purposes provided the original work and source is appropriately cited. Journal of Bioresource Management does not grant you any other rights in relation to this website or the material on this website. In other words, all other rights are reserved. For the avoidance of doubt, you must not adapt, edit, change, transform, publish, republish, distribute, redistribute, broadcast, rebroadcast or show or play in public this website or the material on this website (in any form or media) without appropriately and conspicuously citing the original work and source or Journal of Bioresource Management's prior written permission.

MOSQUITO SURVEY IN TIZI-OUZOU (ALGERIA NORTHERN): UPDATED INVENTORY WITH NEW REPORTS

SOUMEYA CHAHED¹, HANIA BELKACEM¹, LYNDIA BOUKHARI¹, AND KARIMA BRAHMI¹

¹*Mouloud Mammeri University of Tizi-Ouzou, Algeria.*

Corresponding Author's email : soumeyachahed26@gmail.com

ABSTARCT

Mosquitoes play an important role in public health, they are responsible for the transmission of pathogens that cause infectious diseases to both humans and animals. The study of this fauna biodiversity is necessary to determine the vector species of diseases. Our inventory of mosquitoes in Tizi-Ouzou province has been updated in this study, it was carried out from April to September, 2021 at 43 breeding sites, spread over ten different communes. The inventory was based on the sampling of larvae and the capture of adults on human bait. The identification of Culicidae inventoried revealed the presence of 14 species belonging to five genera and two subfamilies. We report the first citation of four species for this region, these are *Culex (Culex) laticinctus* Edwards, 1913, *Culex (Culex) mimeticus* Noe, 1899, *Aedes (Ochlerotatus) berlandi* (Seguy, 1921) and *Coquillettidia (Coquillettidia) richiardii* (Ficalbi, 1889). The genus *Coquillettidia* was cited for the first time in Tizi-Ouzou. The data of this study was exploited by the ecological indices in order to have the relative abundance and the frequency of occurrence.

Keywords: Inventory, Mosquitoes, Tizi-Ouzou, Coquillettidia, Algeria.

INTRODUCTION

Mosquitoes are the most important arthropods of medical importance, because of their possibility of transmitting diseases, such as malaria, encephalitis and filariasis. These diseases are caused by pathogens and parasites that they transmit to humans (Azari-Hamidian et al., 2019). Several species of mosquitoes are vectors of zoonotic diseases. *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse, 1894) can transmit several viruses that cause serious human diseases (Wang et al., 2021), In particular Dengue, Chikungunya, yellow fever and Zika fever (Ducheyne et al., 2018).

A good knowledge of the Culicidian fauna, by studying its taxonomy and abundance, is very important before carrying out mosquito control. Larval surveys continued to be important for assessing population size and the impact of control measures. A good knowledge of

pre-imaginal ecology is essential for understanding mosquito population dynamics (Service, 1993).

The present work aim to make a more extensive inventory of the Culicidae fauna in various stations in Tizi-Ouzou. It was being carried out as part of an updated inventory to deepen our knowledge of the faunal richness of the Culicidae, which can include disease vectors. The results of this study can be used for planning control strategies in this region for future work.

MATERIALS AND METHODS

Presentation of the Study Area

Tizi-Ouzou is located in Algeria Northern (36.70°N/4.05°E, altitude 195m), it is situated in the heart of the Djurdjura massif with a surface area of 2957.94 km². It is bounded to the North by the Mediterranean Sea basin, to the South by Bouira, to the East by Bejaia and to the

West by Boumerdes. The geographical location of our study area is shown in Figure 1. This location has allowed it to have a variety of landscapes, dominated by mountainous regions and a very important coastal area. The climate of Tizi-Ouzou is

warm temperate Mediterranean, with more precipitation in winter than in summer. It is considered as Csa (warm temperature, dry and hot summer) according to the classification of Koppen et al., (2011).

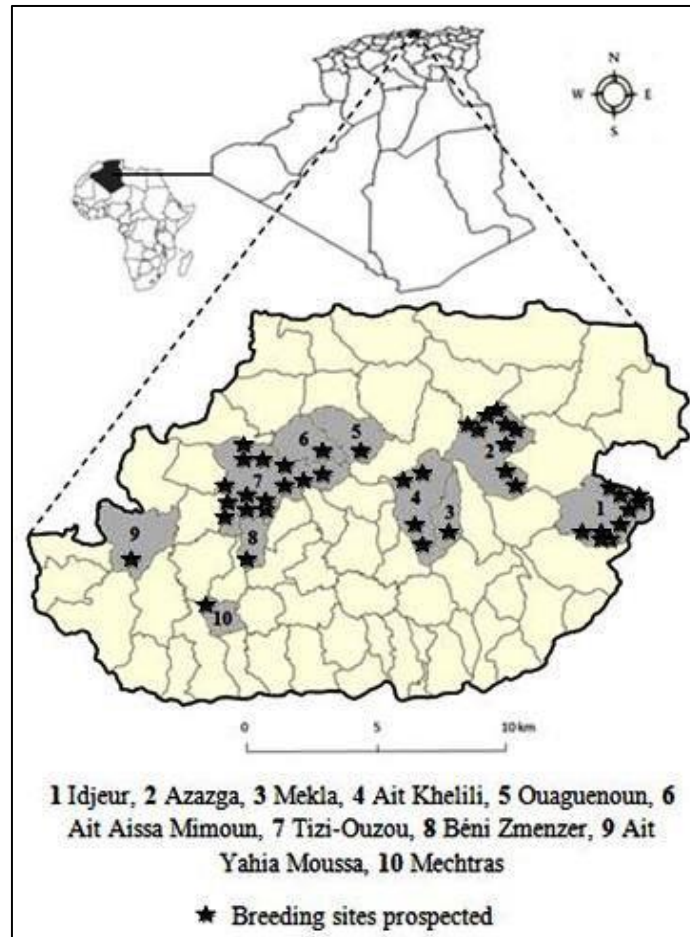


Figure 1 : Geographical location of the study area.

Sampling

Our sampling was carried out depending on the accessibility of the breeding sites and the availability of Culicidae larvae. It was carried out bimonthly from April to September, 2021 in 43 breeding sites distributed over ten stations (Idjeur, Azazga, Mekla, Ait Khelili, Mechtras, Tizi-Ouzou, Ait Aissa Mimoun, Ouaguenoun, Beni Zmenzer and Ait Yahia Moussa).

This inventory was based primarily on sampling of larvae using the standard

'dipping' method cited by Croset et al., (1976); Service (1993); Silver (2008) and Becker et al., (2020) using a 500ml dipper. Adults captured on human bait were also conducted in our study, it was carried out at the time of mosquito activity in search of a blood meal. We accidentally trapped the adults on a human body (Becker et al., 2003) using a dry tube.

Larvae Rearing

The inventoried 1st, 2nd and 3rd instar larvae were reared in the laboratory under ambient conditions, near the window to have a natural photoperiod. They were

placed in containers containing 300ml of dichlorinated water and covered with fine mesh of 0,5mmnetting. The containers containing Pupae were placed inside cubic cages of different sizes, consisting of a wooden frame with a fine mesh and a sleeve in the middle to suck up the adults after their emergence. A food composed by a mixture of biscuit and yeast, was given to the larvae every three days. The changing of water is very important to avoid the death of the individuals by asphyxiation, following the decomposition of the food in the water (Rehimi and Soltani, 1999).

The 4th instar larvae were mounted after clarification. They are placed in a heating bath of 10% KOH for ten minutes, then rinsed in three baths of distilled water of 3 minutes each to get rid of the KOH, then one minute in absolute ethanol. Samples were preserved in 70% diluted ethanol until they are fixed between the slide and the coverglasses in a drop of Faure's liquid.

Adults were aspirated after emergence using a mouth aspirator, frozen directly after emergence to prevent movement, and then stored in a dry, protected from humidity in Petri dishes.

Morphological Identification

In order to identify our samples, we used the standard method of morphological study of larvae and adults. We used a Novex microscope (10 to 100 x magnification) and a binocular magnifying glass of Optika WF10X/21, based on the dichotomous keys of Becker et al., (2010). Confirmation of our identification was made on the basis of the latest version of the MosKeyTool identification software of Gunay et al., (2020).

Data Analysis

The results of this study were exploited by ecological indices, we used composition indices, to show relative abundance and frequencies of occurrence

and structure indices, to show Shannon Weaver and equitability indices. We also considered the distribution of Culicidae species in the different stations surveyed.

RESULTS AND DISCUSSIONS

Biodiversity of mosquitoes in Tizi-Ouzou

The inventory of mosquitoes carried out in this study revealed the presence of 14 species divided into six genera and two subfamilies. The genus *Culex* was the most dominant with eight species, these are *Culex pipiens* s.l., *Culex impudicus*, *Culex territans*, *Culex perexiguus*, *Culex hortensis*, *Culex theileri*, *Culex laticinctus* and *Culex mimeticus*. The genus *Anopheles* was represented by two species, *Anopheles claviger* and the complex *Anopheles maculipennis* s.l. The other four genera were represented by one species each, the genus *Culiseta* by *Culiseta longiareolata*, the genus *Aedes* by *Aedes berlandi*, the genus *Uranotaenia* by *Uranotaenia unguiculata* and the genus *Coquillettidia* by *Coquillettidia richiardii*. Capture on human bait allowed us to find two new species for this area: *Ae. berlandi* and *Cq. richiardii*.

The genus *Culex* has also taken the first position in the work carried out by Hafsi et al., (2021) in Souk Ahras and Arroussi et al., (2021) in Annaba. The highest number of species found in this study was explained by the large number of breeding sites inventoried, 43 breeding sites spread over ten stations. The list of species found in the present work clarified in Table 1.

Among the species found, four were cited for the first time in Tizi-Ouzou, namely *Culex laticinctus*, *Culex mimeticus*, *Aedes berlandi* and *Coquillettidia richiardii*.

This first citation was probably caused by the lack of study on Culicidae in this region, our study is among the first inventories of Culicidae carried out in this

region. It may also be caused by the variety of sampling methods carried out, as capture on human bait allowed us to find two new species: *Ae. berlandi* and *Cq. richiardii*.

The genus *Coquillettidia* was cited for the first time in this area, it has already been found in Setif (North-East Algeria) by Nabti and Bounechada (2020), which confirms its presence in Algeria Northern. *Cq. richiardii* is characterised by wings with broad scales of a dense, light colour and a light proboscis in its half (Figure 2). It was also found in Germany in 2007 and 2008 by Timmermann and Becker (2010).

Six genera of Culicidae are present in Algeria, these are *Culex*, *Anopheles*, *Aedes*, *Culiseta*, *Orthopodomyia* and *Uranotaenia*. In this study, we add the genus *Coquillettidia* to the genera present.

Lafri et al., (2014) found three species in Tizi-Ouzou in common with our study, namely *Cx. pipiens* s.l., *Cx. territans* and *Cs. longiareolata*, which confirms their presence in this region.

The biodiversity survey of Culicidae in Algeria has been carried out by several authors in different Algerian regions. In this work, we present 13 works carried out from 2011 to 2021 on culicidal diversity in 26 different district (table 2).

Table 2 shows that Algeria has a very high culicidal diversity, with a total of 45 species cited. According the chart of mosquito species distribution in the western Palaearctic region of Robert et al., (2019), 61 species are known in Algeria. This richness is due to its large surface area of 2.382 million km² and its geographical location (North Africa), which gives it a very rich landscape, characterised by a large coastal area, high plateaus and a very vast Sahara.

The richness of landscape is perhaps the main cause of the presence of native species, as it can allow the installation of invasive species, such as *Aedes albopictus* which was reported for the first time in this country in 2010 by Izri

et al., (2011) in the village of Larbaa Nath Irathen in Tizi-Ouzou.

Number of Individuals and Relative Abundance of Culicidae Species Collected from Tizi-Ouzou during the Study Period.

In our study, two species were very abundant, *Culiseta longiareolata* with a total of 1176 individuals and a relative abundance of 40.78 % and *Culex pipiens* s.l. with a total of 1132 specimens and an abundance of 39.25 %. The species *Culex hortensis* has a higher or lower number of individuals than the other species, 363 individuals with a relative frequency of 12.59 %.

The dominance of *Cs. longiareolata* over the other species was probably due to the nature of the breeding sites surveyed and their location, which were for the most part rural anthropic sites.

Culiseta longiareolata is frequently observed in association with *Cx. pipiens* s.l. In the urban environment of Annaba, Arroussi et al., (2021) found *Cx. pipiens* as the most dominant species with a relative abundance of 55.23 % followed by *Cs. longiareolata* with a frequency of 20.21 %.

Two species were classified as regular species (frequency of occurrence between 50 % and 74 %), namely *Cs. longiareolata* and *Cx. pipiens* s.l. These species were found in almost all the samples taken.

Structural indices

One species was classified as incidental (index between 25 % and 50 %), it was *Cx. hortensis*. Another species was classified as accidental; *Cx. territans* (index between 5 % and 25 %), the other species were considered as rare species (index below 4 %).

Table 1: List of Culicidae species collected in Tizi-Ouzou during the study period.

Genus	Species
<i>Culex</i>	<i>Culex (Culex) pipiens</i> s.l.Linnaeus, 1758
	<i>Culex (Neoculex) impudicus</i> Ficalbi, 1890
	<i>Culex (Neoculex) territans</i> Walker, 1856
	<i>Culex (Culex) perexiguus</i> (Theobald, 1903)
	<i>Culex (Maillotia) hortensis</i> Ficalbi, 1889
	<i>Culex (Culex) theileri</i> Theobald, 1903
	<i>Culex (Culex) laticinctus</i> Edwards, 1913
	<i>Culex (Culex) mimeticus</i> Noe, 1899
<i>Culiseta</i>	<i>Culiseta (Allotheobaldia) longiareolata</i> (Macquart, 1838)
<i>Uranotaenia</i>	<i>Uranotaenia (Pseudoficalbia) unguiculata</i> Edwards, 1913
<i>Aedes</i>	<i>Aedes (Ochlerotatus) berlandi</i> (Seguy, 1921)
<i>Coquillettidia</i>	<i>Coquillettidia (Coquillettidia) richiardii</i> (Ficalbi,1889)
<i>Anopheles</i>	<i>Anopheles (Anopheles) maculipennis</i> s.l. Meigen, 1818
	<i>Anopheles (Anopheles) claviger</i> (Meigen, 1804)

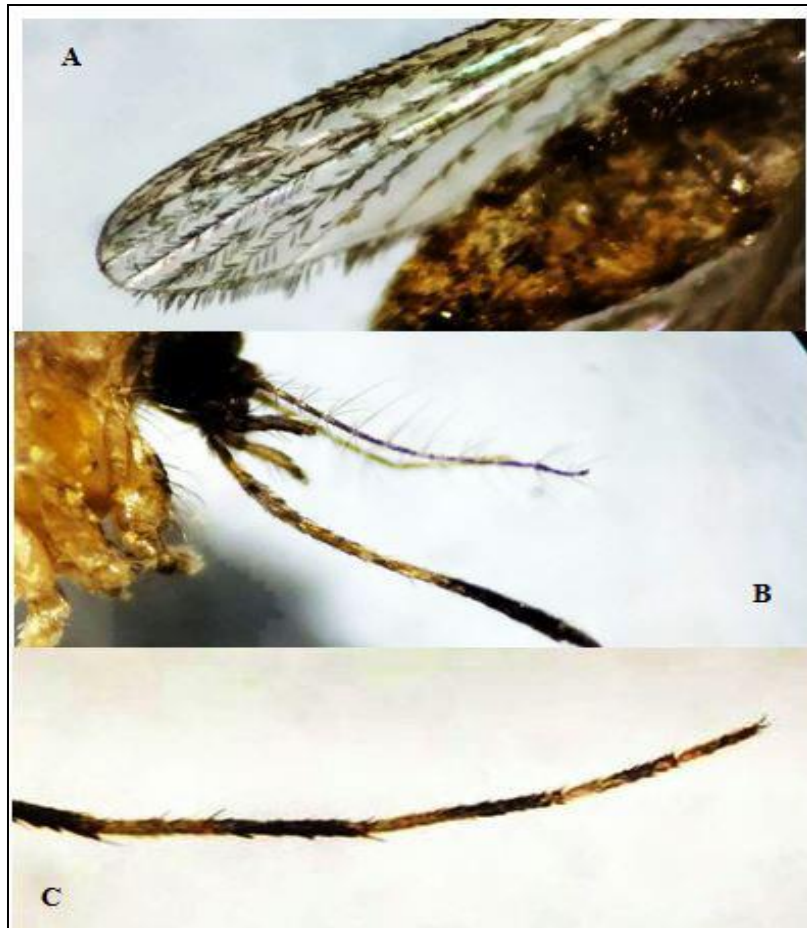


Figure 2: *Coquillettidia richiardii* adulte female. A Veins with a mixture of pale and dark scales, wing scales usually broad and conspicuous and abdomen almost coered with pale scales; B Proboscis is pale in the median area ; C Tarsomere 5 with two coloured (©ChahedS.).

Table 2: Culicidae species presented in Algeria ; E East, W West, N North, S South, C Center, sp One species, spp Several species.

Species	District	Authors
19 spp: <i>Cx. pipiens</i> , <i>Cx. theileri</i> , <i>Cx. hortensis</i> , <i>Cx. simpsoni</i> , <i>Cx. antennatus</i> , <i>Cx. martini</i> , <i>Cx. adairi</i> , <i>Cx. territans</i> , <i>Cx. arbieeni</i> , <i>Cx. quinquefasciatus</i> , <i>Cx. laticinctus</i> , <i>Cs. morsitans</i> , <i>Cs. annulata</i> , <i>Cs. longiareolata</i> , <i>An. labranchiae</i> , <i>An. claviger</i> , <i>An. marteri</i> , <i>Ae. flavescens</i> , <i>Ur. unguiculata</i>	Souk Ahras (E)	Hafsi et al., (2021)
1 sp: <i>Ae. albopictus</i>	//	Hamaidia and Soltani (2021)
8 spp: <i>Cx. pipiens</i> , <i>Cx. theileri</i> , <i>Cx. modestus</i> , <i>Cs. longiareolata</i> , <i>An. labranchiae</i> , <i>An. claviger</i> , <i>Ae. aegypti</i> , <i>Ae. albopictus</i>	Annaba (E)	Arroussi et al., (2021)
2 spp: <i>Cx. pipiens</i> , <i>Cs. longiareolata</i>	//	Lafri et al., (2014)
9 spp: <i>Cs. longiareolata</i> , <i>C. richiardii</i> , <i>Cx. simpsoni</i> , <i>Cx. theileri</i> , <i>Cx. pipiens</i> s.l., <i>An. labranchiae</i> , <i>Cx. hortensis</i> , <i>Ae. caspius</i> , <i>An. cinereus hispaniola</i>	Setif (E)	Nabti and Bounechad (2020)
9 spp: <i>Cx. pipiens</i> , <i>Cx. theileri</i> , <i>Cx. hortensis</i> , <i>Cx. deserticola</i> , <i>Cs. longiareolata</i> , <i>Cs. subochrea</i> , <i>Ae. caspius</i> , <i>An. labranchiae</i> , <i>An. cinereus</i>	Batna (E)	Belkhiri et al., (2021)
1 sp: <i>Cx. pipiens</i>	Saida (W)	Lafri et al., (2014)
5 spp: <i>Ae. albopictus</i> , <i>An. labranchiae</i> , <i>Cx. pipiens</i> , <i>Cx. territans</i> , <i>Cs. longiareolata</i>	Tizi-Ouzou (C)	Lafri et al., (2014)
1 sp: <i>Ae. albopictus</i>	//	Izri et al., (2011)
2 spp: <i>Cx. pipiens</i> , <i>Cs. longiareolata</i>	Medea (C)	Lafri et al., (2014)
6 spp: <i>An. labranchiae</i> , <i>Cx. pipiens</i> , <i>Cx. deserticola</i> , <i>Cx. hortensis</i> , <i>Cs. longiareolata</i> , <i>Ur. unguiculata</i>	Blida (C)	Lafri et al., (2014)
2 spp: <i>Cx. pipiens</i> , <i>Cs. longiareolata</i>	Mostaganem (W)	Lafri et al., (2014)
1 sp: <i>Cs. longiareolata</i>	Bechar (S)	Lafri et al., (2014)
5 spp: <i>Cx. pipiens</i> , <i>Cs. longiareolata</i> , <i>Ae. flavescens</i> , <i>Ae. coluzzii</i> , <i>Ae. detritus</i>	Tipaza (C)	Lafri et al., (2014)
1 sp: <i>Ae. geniculatus</i>	Boumerdes (C)	Lafri et al., (2014)
1 sp: <i>Ae. albopictus</i>	Algiers (C)	Benallal et al., (2019)
7 spp: <i>Cx. pipiens</i> , <i>Cx. theileri</i> , <i>Cx. deserticola</i> , <i>Cx. hortensis</i> , <i>Cs. longiareolata</i> , <i>Cs. litorea</i> , <i>Ur. unguiculata</i>	//	Lafri et al., (2014)
7 spp: <i>Ae. dorsalis</i> , <i>Ae. detritus</i> , <i>Ae. caspius</i> , <i>Ae. vexans</i> , <i>Ae. mariae</i> , <i>An. sergenti</i> , <i>Cs. longiareolata</i>	Oum El Bouaghi (E)	Messai et al., (2016)
14 spp: <i>An. cinereus</i> , <i>An. sergentii</i> , <i>An. multicolor</i> , <i>Cx. brumpti</i> , <i>Cx. deserticola</i> , <i>Cx. hortensis</i> , <i>Cx. impudicus</i> , <i>Cx. laticinctus</i> , <i>Cx. martinii</i> , <i>Cx. modestus</i> , <i>Cx. perexiguus</i> , <i>Cx. pipiens</i> , <i>Cx. theileri</i> , <i>Cs. longiareolata</i>	M'Sila (S)	Asloum et al., (2021)
11 spp: <i>Cx. pipiens</i> , <i>Cx. hortensis</i> , <i>Cx. univittatus</i> , <i>Cx. brumpti</i> , <i>Cx. modestus</i> , <i>Cs. subochrea</i> , <i>Cs. annulata</i> , <i>Cs. moristans</i> , <i>Ae. pullatus</i> , <i>Ae. vexans</i> , <i>An. coustani</i>	El Tarf (E)	Houmani et al., (2017)
7 spp: <i>Ur. unguiculata</i> , <i>Cx. pipiens</i> , <i>Cx. laticinctus</i> , <i>Cx. impudicus</i> , <i>Cx. hortensis</i> , <i>Cx. theileri</i> , <i>Cs. longiareolata</i>	//	Boudemagh et al., (2013)
2 spp: <i>Cx. pipiens</i> , <i>Cs. longiareolata</i>	//	Lafri et al., (2014)
13 spp: <i>Ae. berlandi</i> , <i>Ae. vexans</i> , <i>An. plumbeus</i> , <i>An. labranchiae</i> , <i>Cx.</i>		Amara Korba

<i>pipiens</i> s.l., <i>Cx. perexiguus</i> , <i>Cx. theileri</i> , <i>Cx. pusillus</i> , <i>Cx. modestus</i> , <i>Cx. impudicus</i> , <i>Cs. longiareolata</i> , <i>Cs. annulata</i> , <i>Ur. unguiculata</i>		et al., (2015)
1 sp: <i>An. multicolor</i>	Tamanrasset (S)	Lafri et al., (2014)
3 spp: <i>An. multicolor</i> , <i>Cx. hortensis</i> , <i>Cs. longiareolata</i>	Tindouf (S)	Lafri et al., (2014)
3 spp: <i>Ae. vexans</i> , <i>Ae. dorsalis</i> , <i>An. multicolor</i>	Ghardaia (S)	Lafri et al., (2014)
1 sp: <i>An. multicolor</i>	Naama (S)	Lafri et al., (2014)

Table 3: Number of individuals recorded in Tizi-Ouzou during the study period.

Species	Larvae	Adults		Total number
		Male	Females	
<i>Cx. pipiens</i> s.l.	873	134	125	1132
<i>Cx. hortensis</i>	224	78	61	363
<i>Cx. mimeticus</i>	13	2	4	19
<i>Cx. territans</i>	64	6	17	87
<i>Cx. laticinctus</i>	14	2	1	17
<i>Cx. theileri</i>	3	0	0	3
<i>Cx. perexiguus</i>	30	0	0	30
<i>Cx. impudicus</i>	9	0	1	10
<i>Cs. longiareolata</i>	814	183	179	1176
<i>An. maculipennis</i> s.l.	3	0	2	5
<i>An. claviger</i>	13	1	0	14
<i>Ur. unguiculata</i>	26	0	0	26
<i>Cq. richiardii</i>	0	0	1	1
<i>Ae. berlandi</i>	0	0	1	1
Total	2086	406	392	2884

Frequency of Occurrence

Table 4: Structural indices

Shannon Weaver diversity index	Maximum diversity H'max	Equitability Distribution index
0,529 bits	3,807	0,498

Shannon Weaver diversity index is close to the equitability index found, which means that our study area was very diverse. The equitability index tends to 0, which means that the numbers of

individuals collected were not in balance with each other.

Distribution of Mosquitoes in the Surveyed Areas

The distribution of Culicidae species in Tizi-Ouzou was influenced by several factors: the nature of the breeding site surveyed, the number of collections carried out, which influences the number of individuals collected and the durability of the breeding sites, which determines the number of collections.

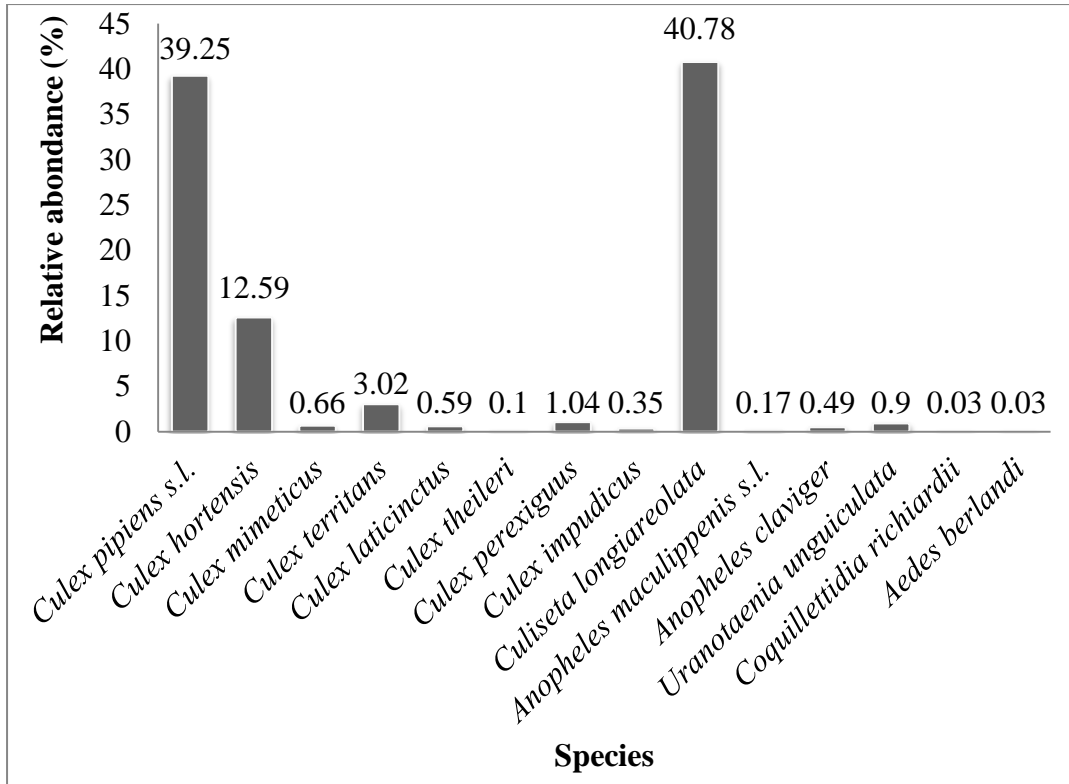


Figure 3: Relative abundance of species surveyed Tizi-Ouzou during the study period.

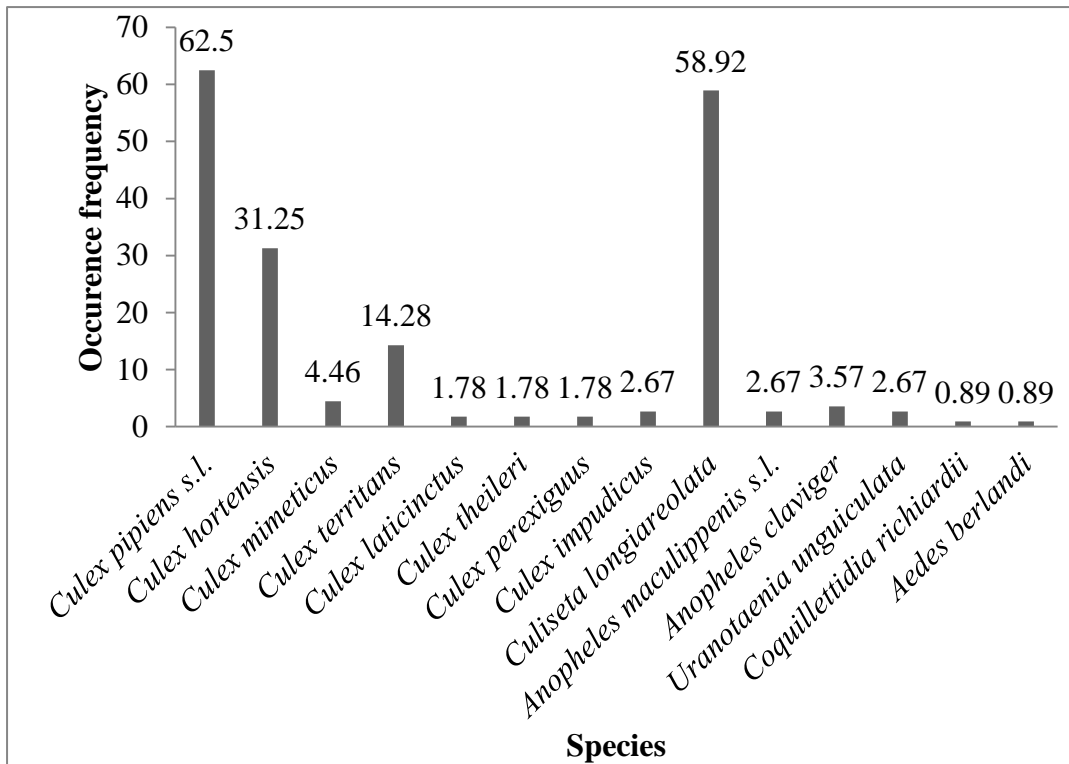


Figure 4: Frequency of occurrence of Culicidae species found in Tizi-Ouzou during the study period.

Table 5: Distribution of Culicidae species in Tizi-Ouzou district.

Stations	Sites	Breeding sites	Nature of the breeding site	Species found
Tizi-Ouzou	The city	Metal barrel	Anthropogenic	<i>Cx. pipiens</i> s.l. <i>Cs. longiareolata</i> <i>Cx. hortensis</i>
		Basin	//	<i>Cx. territans</i> <i>Cs. longiareolata</i> <i>Cx. hortensis</i>
		Capture on human bait in an open space		<i>Cq. richiardii</i>
	Azib Ahmed	Barrel	Anthropogenic	<i>Cx. pipiens</i> s.l. <i>Cs. longiareolata</i>
		Barrel	//	<i>Cs. longiareolata</i>
		Pit	//	<i>Cs. longiareolata</i> <i>Cx. pipiens</i> s.l. <i>An. claviger</i>
		Water reservoir	Natural	<i>Cx. pipiens</i> s.l. <i>Cs. longiareolata</i>
	Betrouna	Pit	Anthropogenic	<i>Cs. longiareolata</i> <i>Cx. pipiens</i> s.l. <i>Cs. longiareolata</i>
		Bucket	//	<i>Cx. pipiens</i> s.l. <i>Cx. hortensis</i> <i>Cx. territans</i>
	Oued Aissi	Pond	//	<i>Cx. hortensis</i> <i>Cx. mimeticus</i> <i>Cx. pipiens</i> s.l. <i>Cx. territans</i>
Dam			//	<i>Cx. pipiens</i> s.l. <i>Cx. territans</i> <i>Ur. unguiculata</i> <i>Cx. perexiguus</i> <i>Cx. theileri</i>
Dam		//	<i>Cx. pipiens</i> s.l. <i>Cs. longiareolata</i> <i>Cx. territans</i>	
Cement tube		//	<i>Cx. pipiens</i> s.l. <i>Cs. longiareolata</i>	
Wadi		Natural	<i>Cx. pipiens</i> s.l. <i>Cs. longiareolata</i> <i>Cx. mimeticus</i> <i>Cx. territans</i> <i>Cx. hortensis</i>	
Ait Khelili	Megheira	Well	Anthropogenic	<i>Cx. pipiens</i> s.l. <i>Cs. longiareolata</i>
		Mountain reservoir	Natural	<i>Cs. longiareolata</i> <i>Cx. territans</i>
	Agoulmi m	Metal barrel	Anthropogenic	<i>Cx. pipiens</i> s.l. <i>Cs. longiareolata</i>
	Fontain	//	<i>Cx. pipiens</i> s.l. <i>Cs. longiareolata</i>	
Idjeur	Tifrit Ait Oumalek	Well	//	<i>Cx. hortensis</i>
		Basin	//	<i>Cx. pipiens</i> s.l. <i>Cx. hortensis</i> <i>Cs. longiareolata</i>
		Basin	//	<i>Cx. hortensis</i>

		Basin	//	<i>Cs. longiareolata</i> <i>Cx. pipiens</i> s.l. <i>Cx. pipiens</i> s.l. <i>Cs. longiareolata</i> <i>An. maculipennis</i> s.l. <i>An. claviger</i> <i>Cx. mimeticus</i> <i>Cx. territans</i> <i>Cx. hortensis</i> <i>Cx. laticinctus</i>
		Metal barrel	//	<i>Cx. hortensis</i> <i>Cx. mimeticus</i> <i>Cs. longiareolata</i> <i>Cx. territans</i>
		Pools of water	Natural	<i>Cx. hortensis</i> <i>Cx. pipiens</i> s.l. <i>Cs. longiareolata</i>
		Pools of water	//	<i>Cx. pipiens</i> s.l. <i>Cx. territans</i> <i>Cx. hortensis</i> <i>Cs. longiareolata</i>
		Pools of water	//	<i>Cx. hortensis</i> <i>Cx. pipiens</i> s.l. <i>Cs. longiareolata</i> <i>Cx. territans</i>
		Water reservoir	//	<i>Cx. pipiens</i> s.l. <i>Cx. hortensis</i> <i>Cs. longiareolata</i>
		Water reservoir	//	<i>Cx. pipiens</i> s.l. <i>Cx. hortensis</i> <i>Cs. longiareolata</i>
Azazga	Cheurfa N'Bahlou 1	Well	Anthropogenic	<i>Cs. longiareolata</i> <i>Cx. pipiens</i> s.l. <i>Cx. hortensis</i>
		Well	//	<i>Cs. longiareolata</i>
		Well	//	<i>Cs. longiareolata</i>
		Well	//	<i>Cs. longiareolata</i> <i>Cx. pipiens</i> s.l. <i>Cx. hortensis</i>
		Pond	//	<i>Cs. longiareolata</i> <i>Cx. pipiens</i> s.l. <i>Cx. hortensis</i>
		Pond	//	<i>Cs. longiareolata</i> <i>Cx. hortensis</i>
		Pond	//	<i>Cx. hortensis</i> <i>Cx. impudicus</i> <i>Cx. pipiens</i> s.l.
		Basin	//	<i>Cx. pipiens</i> s.l. <i>Cx. impudicus</i>
		Barrel	//	<i>Cs. longiareolata</i> <i>Cx. pipiens</i> s.l.
Ait Mimoun	Aissa Akaoudj	Barrel	//	<i>Cs. longiareolata</i>
Mechtras	Ait Imghour	Container	//	<i>Cx. pipiens</i> s.l. <i>Cs. longiareolata</i> <i>Cx. hortensis</i>
Ait Moussa	Yahia Ighil Vir	Jar	//	<i>Cx. pipiens</i> s.l. <i>Cs. longiareolata</i>
Ouaguenoun	Tamda	Sewage leak	//	<i>An. maculipennis</i> s.l.

				<i>Cx. laticinctus</i>
				<i>Cx. theileri</i>
				<i>Cx. territans</i>
				<i>Cx. perexiguus</i>
Beni Zmenzer	Ath Ouaneche	Water source	Natural	<i>Cx. pipiens</i> s.l.
				<i>Cs. longiareolata</i>
				<i>Cx. hortensis</i>
Mekla	The city	Captured on human bait in an open space		<i>Ae. berlandi</i>

Table 5 shows the distribution of species recorded in the different study stations. The station of Tizi-Ouzou was very rich in culicid species (10 species) followed by the station of Idjeur (8 species). This is explained by the high number of breeding sites surveyed, Tizi-Ouzou with 13 breeding sites distributed over four sites and an open space in which we conducted human bait sampling. Idjeur with 10 breeding sites. This high number of surveyed breeding sites increased the possibility of finding a significant biodiversity.

The station of Azazga, Ait Khelili, Ouaguenoun, Beni Zmenzer and Mechtras showed an average biodiversity. It is due on the one hand to the presence of an important vegetation cover, which favoured the presence of an important diversity and on the other hand, to the drying up of the temporary breeding sites, which decreased the number of collections.

The stations with the lowest number of culicid species were Mekla and Ait Yahia Moussa, probably due to the number of samples taken. One sample was taken at both stations, which reduced the possibility of finding other species.

Culiseta longiareolata was found in 8 stations, namely Idjeur, Azazga, Ait Khelili, Ait Aissa Mimoun, Tizi-Ouzou, Beni Zmenzer, Ait Yahia Moussa and Mechtras. It has also been found in several studies carried out on culicid diversity in Algeria, in Souk Ahras (Hafsi et al., 2021), Sétif (Nabti and Bounechada, 2020), Tizi-Ouzou (Lafri et al., 2014), El Tarf (Boudemagh et al., 2013; Amara Korba et

al., 2015) and Medea, Blida, Mostaganem, Bechar, Tipaza, Algiers and Tindouf (Lafri et al., 2014). It is a cosmopolitan species (Khaligh et al., 2020) with a great capacity to colonise different breeding sites. It was first found in Germany in 2011 by Becker and Hoffmann (2011), in Malta by Schaffner et al., (2010), in Croatia by Merdic et al., (2020). It was also found in Iran by Moosa-Kazemi et al., (2010) and Keshavarzi et al., (2017). It is an intermediate host of avian *Plasmodium* that can transmit Malta fever (Hazratian et al., 2019). It can also cause Tularemia and arboviral diseases (Soltanbeiglu et al., 2020).

The *Culex pipiens* s.l. complex was found in 7 stations, namely Idjeur, Azazga, Ait Khelili, Tizi-Ouzou, Beni Zmenzer, Ait Yahia Moussa and Mechtras. In Algeria, several authors have reported its presence, Hafsi et al., (2021) in Souk-Ahras, Arroussi et al., (2021) in Annaba, Nabti and Bounechada (2020) in Setif and Larfi et al., (2014) in Saida, Medea, Blida, Mostaganem, Tizi-Ouzou, Tipaza, Algiers and El Tarf. It has a strong ecological suitability that shows annual seasonal dynamics. It is well known as a cosmopolitan, hardy and resistant species, able to adapt to the most diverse environments. In the Maghreb region, during the summer of 2010, it was found infected with West Nile and Rift Valley viruses by Amraoui et al., (2012).

The *Anopheles maculipennis* s.l. complex has been found in two stations, Tizi-Ouzou and Ouaguenoun. It is composed of morphologically similar species, which can only be identified by

molecular techniques (Laboudi et al., 2014). *Anopheles labranchiae* is the only representative of this complex in Algeria (Nabti and Bounechada, 2020). It is considered the main vector of malaria in Europe and the Palaearctic region (Ghavami, 2005).

Culex theileri was found in two stations, Ouaguenoun and Tizi-Ouzou. It was also found by Hafsi et al., (2021) in Souk-Ahras, also by Arroussi et al., (2021) in Annaba, Boudemagh et al., (2013) and Amara Korba et al., (2015) in El Tarf, Nabti and Bounechada (2020) in Setif. It was first found in Malta in 2009 by Schaffner et al., (2010), as it was found in the work of Moosa-Kazemi et al., (2010) and Keshavarzi et al., (2017) in Iran. According to Brunhes et al., (1999), the species was found naturally infected with West Nile and Sindbis viruses in South Africa.

Culex perexiguus was found in two stations, Ouaguenoun and Tizi-Ouzou, it was also found by other authors, including Amara Korba et al., (2015) in Lake Tonga (El Tarf) and in the Oases of the Sahara, where it was reported to carry West Nile virus by Benbetka et al., (2018). According to Brunhes et al., (1999), *Cx. perexiguus* has transmitted West Nile and Sindbis viruses in Egypt and several Middle Eastern countries. Recently, in 2017, this species is present in Egypt (Elhawary et al., 2020).

Aedes berlandi, *Culex laticinctus*, *Culex mimeticus*, *Culex hortensis*, *Culex territans* and *Culex impudicus* have no known vector role, whereas *Ur. unguiculata* can transmit parasites to amphibians and reptiles (Brunhes et al., 1999).

CONCLUSION AND PERSPECTIVES

Although preliminary, the results of this work contribute to the knowledge of new species of Culicidae for the region of Tizi-Ouzou. Our updated inventory of mosquitoes in Tizi-Ouzou has revealed the

presence of 14 species distributed over six genera and two subfamilies. We report the first citation of the genus *Coquillettidia* in this district, which confirms its presence in Algeria. Among the six genera found in this study, three are known for their role in the transmission of pathogens, namely *Culex*, *Aedes* and *Anopheles*. A survey of the diversity species in other area and during the big periode should be continued.

CONFLICT OF INTEREST

The authors have declared no conflict of interest.

REFERENCES

- Amara Korba R, Boukraa S, Alayat MS, Bendjeddou ML, Francis F, Boubidi SC, Bouslama Z (2015). Preliminary report of mosquitoes survey at Tonga Lake (North-East Algeria). *Adv Env Biol.*, 9(27): 288-294.
- Amraoui F, Krida G, Bouattour A, Rhim A, Daaboub J, Harrat Z, Boubidi SC, Tijane M, Sarih M, Failloux AB (2012). *Culex pipiens*, an experimental efficient vector of West Nile and Rift Valley fever viruses in the Maghreb region. *PlosOne.*, 7(5): 1-8.
- Arroussi DER, Bouaziz A, Boudjelida H (2021). Mosquito survey reveals the first record of *Aedes* (Diptera: Culicidae) species in urban area, Annaba district, Northeastern Algeria. *Polish J Entom.*, 90(1): 14-26.
- Asloum AY, Benhissen S, Habbachi W, Habbachi S, Hedjouli Z, Bouselama Z, Tahraoui A (2021). Preliminary inventory and general aspect of the distribution of Culicidae species in the Steppe region (M'sila, Algeria). *J Biores Manag.*, 8(3): 79-88.
- Azari-Hamidian S, Norouzi B, Harbach RE (2019). A detailed review of the

- mosquitoes (Diptera: Culicidae) of Iran and their medical and veterinary importance. *Acta Trop.*, 194: 106-122.
- Becker N, Petric D, Zgomba M, Boase C, Dahl C, Lane J, Kaiser A (2003). *Mosquitoes and Their Control*. Ed. Springer Sciences and Business Media. 1st edn, New York: pp 497.
- Becker N, Petric D, Zgomba M, Boase C, Madon M, Dahl C, Kaiser A (2010). *Mosquitoes and their control*. Ed. Springer Heidelberg Dordrecht. 2^{ed} edn, London New York: pp 577.
- Becker N, Petric D, Zgomba M, Boase C, Madon M, Dahl C, Kaiser A (2020). *Mosquitoes Identification, Ecology and Control*. Ed. Springer Nature. 3^{ed} edn, Swtzerland: pp 570.
- Becker N, Hoffmann D (2011). First record of *Culiseta longiareolata* (Macquart) for Germany. *JEMCA.*, 29: 143-150.
- Belkhir N, Habbachi W, Benhissen S, Frah N, Asloum AY, Aberkane N (2021). Inventory and Distribution of Mosquitoes (Diptera, Culicidae) in the Aures Region (Batna, Algeria). *J Biores Manag.*, 8(4): 55-66.
- Benallal KE, Garni R, Bouiba L, Harrat Z (2019). First Detection of *Aedes* (*Stegomyia*) *albopictus* (Diptera: Culicidae) in Algiers, the Capital City of Algeria. *J Arthropod-Borne Dis.*, 13(4): 420-425.
- Benbetka S, Hachid A, Benallal KE, Benbetka C, Khaldi A, Bitam I, Harrat Z (2018). First field evidence infection of *Culex perexiguus* by West Nile virus in Sahara Oasis of Algeria. *J Vector Borne Dis.*, 55: 305-309.
- Boudemagh N, Bendali-Saoudi F, Soltani N (2013). Inventory of Culicidae (Diptera: Nematocera) in the region of Collo (North-East Algeria). *Ann Biol Res.*, 4(2): 94-99.
- Brunhes J, Rhaim A, Geoffroy B, Angel G, Hervy JP (1999). Software of the Culicidae of Mediterranean Africa. Identification and teaching programme. IRD edn, The Pasteur Institute of Tunis.
- Croset H, Papierok B, Rioux JA, Gabinaud A, Cousserans J, Arnaud D (1976). Absolute estimates of larval populations of culicid mosquitoes : comparison of 'capture-recapture', 'removal' and 'dipping' methods. *Ecol Entomol.*, 1: 251-256.
- Ducheyne E, Minh NNT, Haddad N, Bryssinckx W, Buliva E, Simard F, Malik MR, Charlier J, De Waele V, Mahmoud O, Mukhtar M, Bouattour A, Hussain A, Hendrickx G, Roiz D (2018). Current and future distribution of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in WHO Eastern Mediterranean Region. *Int J Health Geogr.*, 17(4): 2-13. DOI: 10.1186/s12942-018-0125-0
- Elhawary NA, Soliman MA, Seif AI, Meshrif WS (2020). Culicine mosquitoes (Diptera: Culicidae) communities and their relation to physicochemical characteristics in three breeding sites in Egypt. *EJZ.*, 1-13.
- Ghavami MB (2005). Estimation and comparison of *Anopheles maculipennis* s.l. (Diptera: Culicidae) survival rates with light-trap and indoor resting data. *Iranian J Publ Health.*, 34(2): 48-57.
- Gunay F, Picard M, Robert V (2020). MosKeyTool, an interactive identification key for mosquitoes of Euro-Mediterranean. Version 2.2. <http://medilabsecure.com/moskeytool>, (30/07/2020).
- Hafsi NEH, Hamaidia K, Barour C, Soltani N (2021). A survey of Culicidae (Insecta Diptera) in some habitats in Souk-Ahras province

- (Northeast Algeria). *Biodivers J.*, 12(1): 3-16.
- Hamaidia H, Soltani N (2021). New report of *Aedes albopictus* in Souk Ahras, Northeast Algeria. *Biodiversitas.*, 22(7) : 2901-2906. DOI: 10.13057/biodiv/d220742
- Hazratian T, Paksa A, Sedaghat MM, Vatandoost H, Kazemi MSH, Sanei-Dehkordi A, Salim-Abadi Y, Pirmohammadi M, Yousefi S, Amin M, Oshaghi MA (2019). Baseline susceptibility of *Culiseta longiareolata* (Diptera: Culicidae) to different imagicides, in Eastern Azerbaijan. *Iran. J Arthropod-Borne Dis.*, 13(4): 407-415.
- Houmani M, Bendali-Saoudi F, Soltani N (2017). Inventory of Culicidae in the region of El Taref (North-east Algeria). *J Entom and Zool Stud.*, 5(6): 263-267.
- Izri A, Bitam I, Charrel RN (2011). First entomological documentation of *Aedes* (*Stegomyia*) *albopictus* (Skuse, 1894) in Algeria. *Clin Microbio and Infec.*, 17: 7. DOI: 10.1111/j.1469-0691.2010.03443.x
- Keshavarzi D, Soltani Z, Ebrahimi M, Soltani A, Nutifafa GG, Soltani F, Famarzi H, Amraee K, Hassanzadeh A (2017). Monthly prevalence and diversity of mosquitoes (Diptera: Culicidae) in Fars Province, Southern Iran. *Asian Pac J Trop Dis.*, 7(2): 112-120.
- Khaligh FG, Naghian A, Soltanbeiglou S, Gholizadeh S (2020). Autogeny in *Culiseta longiareolata* (Culicidae: Diptera) mosquitoes in laboratory conditions in Iran. *BMC Res Notes.*, 13(81): 1-5.
- Koppen W, Volken E, Bronnimann S (2011). The thermal zones of the earth according to the duration of hot, moderate and cold periods and to the impact of heat on the organic world (Translated from: *Die Warmezonen der Erde, nach der Dauer der heissen, gemassigten und kaltenZeit und nach der Wirkungder Wärme auf die organische Welt betrachtet*, *Meteorol Z.*, 1884(1): 215-226. *Meteorologische Zeitschrift.*, 20(3): 351-360.
- Laboudi M, Sadak A, Ouahabi S, Boccolini D, Faraj C (2014). Molecular characterization of *Anopheles maculipennis* complex (Diptera: Culicidae) in Northern Morocco. *Entomol faun.*, 67: 37-42.
- Lafri I, Bitam I, Beneldjouzi A, Ben Mahdi H (2014). An inventory of mosquitoes (Diptera: Culicidae) in Algeria. *Bull Soc zool Fr.*, 139(1-4): 255-261.
- Merdic E, Klobucar A, Zitko T, Bogojevic MS, Vrucina I, Turic N, Vignjevic G (2020). Updated checklist of the mosquitoes (Diptera: Culicidae) of Croatia. *J Vect Ecol.*, 45(1): 135-139.
- Messai N, Aouati A, Berchi S (2016). Impact of the surface water physicochemical parameters on Culicidae (Diptera: Nematocera) of lakeside Ecosystem "Sebkhet Ezzemoul" (Oum El Bouaghi - Algeria). *J Entom and Zool Stud.*, 4(3): 391-398.
- Moosa-Kazemi SH, Karimian F, Davari B (2010). Culicinae mosquitoes in Sanandaj county, Kurdistan province, western Iran. *J Vector Borne Dis.*, 47: 103-107.
- Nabti I, Bounechada M (2020). Mosquito biodiversity in Setif region (Algerian high plains), density and species distribution across two climate zones. *Entomol faun.*, 73: 161-176. DOI: 10.25518/2030-6318.4655
- Rehimi N, Soltani N (1999). Laboratory evaluation of Alsystin, a chitin synthesis inhibitor against *Culex pipiens pipiens* L. (Dip., Culicidae) : effects on development

- and cuticle secretion. *J Appl Ent.*, 123: 437-441.
- Robert V, Gunay F, Le Goff G, Bousses P, Sulesco T, Khalin A, Medlock JM, Kampen H, Petric D, Schaffner F (2019). Distribution chart for Euro-Mediterranean mosquitoes (western Palaearctic region). *JEMCA.*, 37:1-28.
- Schaffner F, Gati P, Mall S, Maroli M, Spiteri G, Mellilo T, Zeller H (2010). Mosquitoes in Malta: Preliminary entomological investigation and risk assessment for vector-borne diseases (Diptera: Culicidae). *Bull Entomol Soc Malta.*, 3: 41-54.
- Service MW (1993). Mosquito ecology field Sampling Methods. Ed. Elsevier applied science. 2^{ed} edn, London and New York: pp 988.
- Silver JB (2008). Mosquito ecology : Field sampling methods. Ed. Springer. 3^{ed} edn, New-York: pp 1477.
- Soltanbeiglu S, Vahedi M, Mohammadi-Buvani M, Chavshin AR (2020). Molecular characterisation of Cytochrome oxidase I and internal transcribed Spacer 2 fragments of *Culiseta longiareolata*. Turkey *Parazitol Derg.*, 44(4): 191-196.
- Timmermann U, Becker N (2010). Mosquito-borne West Nile virus (WNV) surveillance in the Upper Rhine Valley, Germany. *J Vector Ecol.*, 35(1): 140-143.
- Wang Y, Qiao J, Zhang D, Zhong C, Wang SLX, Feng L, Shi S, Wang B, Liu Q (2021). Systematic identification of autophagy-related proteins in *Aedes albopictus*. *PloSONE.*, 16(1): 1-18. DOI: 10.1371/journal.pone.0245694.

Original Research Article

Presence of the Asian tiger mosquito *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse, 1894) (Diptera: Culicidae) in the city of Tizi-Ouzou (Algeria Northern)

*Soumeya Chahed¹, Thinhinane Djouaher², Karima Brahmi³

Author's Affiliation:

¹⁻³University of Mouloud Mammeri, Faculty of Biological and Agronomic Sciences, Department of Animal and Plant Biology, Laboratory of Ecology and Biology of Terrestrial Ecosystems, Tizi-Ouzou, 15000, Algeria

*Corresponding author:

Soumeya Chahed

University of Mouloud Mammeri, Faculty of Biological and Agronomic Sciences, Department of Animal and Plant Biology, Laboratory of Ecology and Biology of Terrestrial Ecosystems, Tizi-Ouzou, 15000, Algeria
E-mail: soumeya.chahed@ummo.dz

Article Info:

Received on 25.08.2021
Accepted on 10.11.2021
Published on 15.12.2021

ABSTRACT:

The presence of the Asian tiger mosquito *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse, 1894) in a given region is a major problem, because this mosquito is known for its nuisance and transmission of infectious diseases. In Algeria, this species was first detected in Tizi-Ouzou in 2010 and again in 2014 in rural areas. After this, no study has reported its presence and no complaints about its nuisance were reported in this region. A monitoring of the presence of *Ae. albopictus* in the city of Tizi-Ouzou was carried out for three years. In 2021, we found adults belonging to this mosquito. In the present work we report this first detection in the city of Tizi-Ouzou, this appearance shows its strong capacity to colonise new territories.

Keywords: The Asian tiger mosquito, *Aedes albopictus*, Monitoring, Tizi-Ouzou city, Algeria.

How to cite this article: Soumeya Chahed, S., Djouaher, T., Brahmi, K. (2021). Presence of the Asian tiger mosquito *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse, 1894) (Diptera: Culicidae) in the city of Tizi-Ouzou (Algeria Northern). *Bulletin of Pure and Applied Sciences-Zoology*, 40A (2), 250-256.

INTRODUCTION

Invasive Culicidae species are defined by their capacity to colonise new territories and to be likely to cause damage of economic, environmental and health importance (Schaffner *et al.*, 2013). The Asian tiger mosquito *Aedes albopictus*, native to Southeast Asia (Rúa-Uribe *et al.*, 2012., Cunze *et al.*, 2016), has now invaded many parts of the world (Neteler *et al.*, 2013). It is an invasive mosquito that is highly damaging to humans and its global distribution is largely determined by accelerated urbanisation, connectivity and climate change (Kraemer *et al.*, 2019). According to Bouree *et al.* (2015), the

distribution area of this species has expanded rapidly with the means of transport and in particular the storage of tyres. Global warming is likely to be a further factor in the spread of the disease. This wide distribution has contributed to the increase in its vectorial role (Rezza, 2012). A change in the geographical distribution of mosquitoes is currently accompanied by a re-emergence of infectious diseases (Bawin *et al.*, 2014). The species can transmit several viruses that cause serious human diseases (Wang *et al.*, 2021), in particular Dengue, Chikungunya (Delaunay *et al.*, 2009), Yellow fever and Zika fever (Bouree *et al.*, 2015., Ducheyne *et al.*, 2018). Under natural conditions, this species is capable of

Presence of the Asian Tiger Mosquito *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse, 1894) (Diptera: Culicidae) in the City of Tizi-Ouzou (Algeria Northern)

transmitting three Flaviviruses (Dengue, West Nile and Japanese Encephalitis), six Bunyaviruses (Jamestown Canyon, Keystone, La Crosse, Potosi, Cache Valley and Tensaw) and one Alphavirus (Eastern Equine encephalitis) (Bocková, 2013).

In southern Europe, *Aedes albopictus* has recently been implicated as the vector of the first indigenous cases of Dengue and Chikungunya (Kaufmann *et al.*, 2014), it was first reported in Albania in 1979, in Germany in 2007 by Pluskota *et al.* (2008), in Malta in 2009 by Gatt *et al.* (2009). It was introduced into North America in 1972 (Darriet, 2015). In the Middle East, *Ae. albopictus* has been found in Lebanon and Syria by Haddad *et al.* (2007), Palestine in 2012 by Adawi (2012) and Jordan in 2016 by Kanani *et al.* (2017). Its presence in North Africa is a major concern (Chahed *et al.*, 2021a), it was found in Algeria in 2010 (Izri *et al.*, 2011), Morocco in 2015 (Amraoui *et al.*, 2019) and Tunisia in 2018 (Bouattour *et al.*, 2019).

In Algeria, this mosquito has invaded many regions including, Algiers (Benallal *et al.*, 2019), Annaba (Arroussi *et al.*, 2021), Jijel

and Skikda (Chahed *et al.*, 2021b) and Souk Ahras (Hamaidia & Soltani., 2021), its nuisance in the cities of these regions is very significant.

In the city of Tizi-Ouzou, no complaints about its nuisance were reported, Lounaci *et al.* (2016) did not find this species in their study and Chahed *et al.* (2021a) reported the absence of this species in their survey. Nevertheless, its presence in Algeria was first reported in a rural areas by Izri *et al.* (2011) in Larbaâ Nath Irathen, followed by Lafri *et al.* (2014) in Illoula Oumalou, which led us to investigate several locations in the city of Tizi-Ouzou to confirm its invasion.

MATERIALS AND METHODS

Study area

Tizi-Ouzou is located in Algeria Northern (36°42'49"N/4°02'48"E, altitude 190m), it is bounded to the North by the Mediterranean basin. It is considered to be Csa (Warm Temperature, Dry and Hot Summer) according to Köppen *et al.* (2011). The geographical location of the study area is shown in the figure 1.

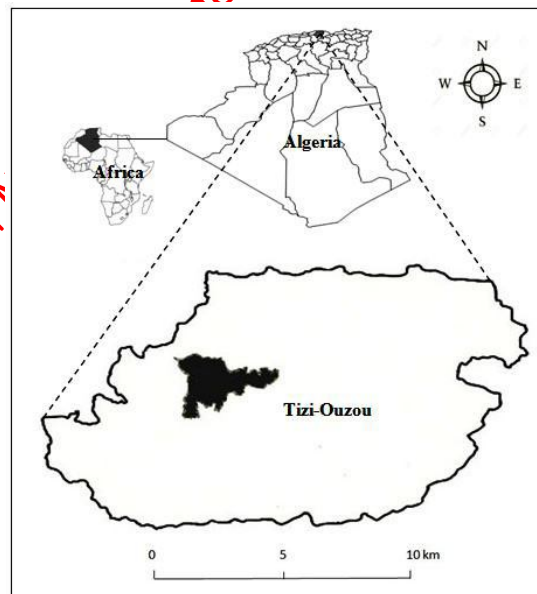


Figure 1: Geographical location of the study area.

Sampling

Monitoring of the Asian tiger mosquito invasion in the city of Tizi-Ouzou has been carried out for the years 2019, 2020 and 2021,

we placed 10 larvae traps in several locations in this area, the traps were placed under trees in shady places rich in vegetation, they are shown in figure 2. In June 01, 2021, an adult

female of *Aedes albopictus* was captured on human bait in a house located in the town of Tizi-Ouzou, following which sampling

procedures were put in place to capture the adults at rest and on human bait using dry tubes.



Figure 2: Traps placed in the field (© S. Chahed)

Identification

The collected specimens were frozen and then transported to the Laboratory of Ecology and Biology of Terrestrial Ecosystems at the University of Mouloud Mammeri of Tizi-Ouzou for identification, the latter consisting of determining morphological criteria of the adults and examination of the male genitalia using the Keys of Becker *et al.* (2010). Confirmation of our identification was done based on the latest version of the MosKeyTool identification software of Günay *et al.* (2020).

RESULTS

A total of five adults of *Ae. albopictus* was collected, represented by four females and one male, the sub-imaginal stages were not found in the traps placed in the field. Two adult were captured on human bait in a house located in the city of Tizi-Ouzou (New town) named 1, two others were captured at rest at the University Mouloud Mammeri of Tizi-Ouzou in two sites named 2 and 3. One adult was captured in an open space in New town named 4. These results are clarified in figure 3 and Table 1.

Presence of the Asian Tiger Mosquito *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse, 1894) (Diptera: Culicidae) in the City of Tizi-Ouzou (Algeria Northern)



Figure 3: Geographical location of the catch points using Google earth, 2021.

Table 1: Location of *Aedes albopictus* collected during the survey

Collection site	Coordinates	Elevation	Collection date	Capture on human body/at rest
1	36°41'34"N/4°03'10"E	158m	June 01, and August 21, 2021	2 females
2	36°41'46"N/4°03'26"E	148m	June 10, 2021	1 female
3	36°41'47"N/4°03'28"E	140m	July 07, 2021	1 male
4	36°41'39"N/4°03'01"E	142m	August 23, 2021	1 female
Total				1 male, 4 females



Figure 4: *Aedes albopictus* Adult captured in the city of Tizi-Ouzou in 2021 (© S. Chahed).

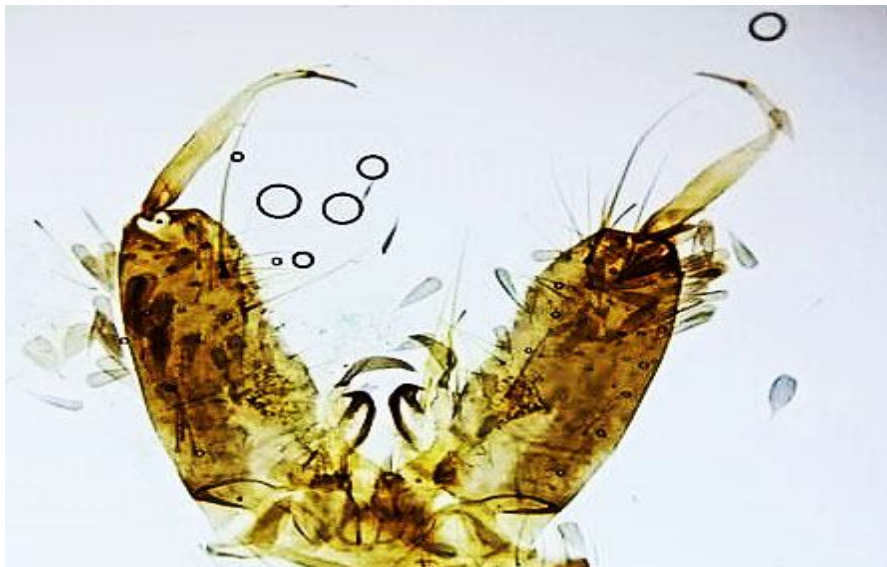


Figure 5: Male genitalia (© S. Chahed)

The species is characterised by legs with white stripes and a mesothorax with a longitudinal white line, these criteria are clarified in figure 4. The examination of the male genitalia is clarified in figure 5.

DISCUSSIONS

This occurrence can be explained by the presence of a high human density in the city of the study area and especially in the capture sites, which increased the possibility of introducing this species by citizens, according to Ducheyne *et al.* (2018), the availability of the host plays a very important role for the presence of this species in a given location.

The detection of *Ae. albopictus* in the urban environment of the study area can also be explained by the preference of this species for artificial breeding sites. According to Becker *et al.* (2010), urban areas provide an ideal habitat for many species of mosquitoes, with abundant availability of the blood meal and according to Almeida *et al.* (2020), anthropogenic environments offer favourable conditions for certain species, notably mosquitoes. It can also be explained by the presence of very abundant vegetation in the collection sites.

By surveying the study area, we noticed the presence of villas with gardens and swimming pools near the collection sites, according to Benallal *et al.* (2019), trees and

villas offer favourable conditions for the reproduction of this species. This may be a cause for the introduction of this species in this area. Nevertheless, the main causes of this occurrence remain poorly known.

The absence of larvae in this study can be explained by the fact that this species is in the installation phase in the urban environment and its numbers are still low to colonise any artificial breeding site.

The presence of *Ae. albopictus* in the city of Tizi-Ouzou is a real concern, it needs further research to understand the main causes of invasion and to demonstrate its seasonal dynamics. In addition, research on its vectorial role needs to be conducted as this species can transmit diseases. So far, the vectorial role of this species in Algeria is limited, but with climate change, the risk of disease spread should not be neglected.

CONCLUSION

We report by this present work the first detection of *Aedes albopictus* in the city of Tizi-Ouzou, this appearance shows its strong capacity to colonise new territories. This work could be used in awareness campaigns for the citizens of this region.

Conflict of Interest

The authors declare that they have no conflicts of interest.

Financial Disclosure

There are no funders to report for this submission.

REFERENCES

1. Adawi, S.H.A.A., (2012). Presence of *Aedes albopictus* in Palestine West Bank. *International Journal of Tropical Disease & Health.*, 2(4), 301-310.
2. Almeida, J.F., Belchior, H.C.M., Rios-Velasquez, C.M. & Pessoa, F.A.C., (2020). Diversity of mosquitoes (Diptera: Culicidae) collected in different types of larvitrap in an Amazon rural settlement. *Plos One.*, 15(10), 1-15.
3. Amraoui, F., Ben Ayed, W., Madec, Y., Faraj, C., Himmi, O., Btissam, A., Sarih, M. & Failloux, A.B., (2019). Potential of *Aedes albopictus* to cause the emergence of arboviruses in Morocco. *PLoS Neglected Tropical Diseases.*, 13(2), 1-12. DOI:10.1371/journal.pntd.0006997
4. Arroussi, D.E.R, Bouaziz, A. & Boudjelid, H., (2021). Mosquito survey reveals the first record of *Aedes* (Diptera: Culicidae) species in urban area, Annaba district, Northeastern Algeria. *Polish journal of entomology.*, 90(1), 14-26. DOI:10.5604/01.3001.0014.8065
5. Bawin, T., Seye, F., Boukraa, S., Zimmer, J.Y., Delvigne, F. & Francis, F., (2014). La lutte contre les moustiques (Diptera: Culicidae): diversité des approches et application du contrôle biologique. *Can. Entomol.*, 00, 1-25.
6. Becker, N., Petric, D., Zgombá, M., Boase, C., Madon, M., Dahl, C. & Kaiser, A., (2010). *Mosquitoes and their control*. 2^{ed} edition, London New York: Springer Heidelberg Dordrecht. 577p.
7. Benallal, K., Garni, R., Bouiba, L. & Harrat, Z., (2019). First detection of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in Algiers, the capital city of Algeria. *Journal of Arthropod Borne Diseases.*, 13(4), 420-425.
8. Bocková, E., Kočíšová, A. & Letková, V., (2013). First record of *Aedes albopictus* in Slovakia. *Acta Parasitologica.*, 58(4), 000-000. DOI:10.2478/s11686-013-0158-2
9. Bouattour, A., Khrouf, F., Rhim, A. & M'ghirbi, Y., (2019). First detection of the Asian tiger mosquito, *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Diptera: Culicidae), in Tunisia. *Journal of medical entomology.*, XX(X), 1-4. DOI:10.1093/jme/tjz026
10. Bouree, P., Zambon, P. & Ensaf, A., (2015). *Aedes albopictus*: un moustique multifonctions. *Option Bio.*, 519, 13-16.
11. Chahed, S., Brahmi, K. & Djouaher, T., (2021a). Etude sur la faune Culicidienne (Diptera: Culicidae) de la région de Tizi-Ouzou (Nord d'Algérie). Biodiversité, abondance et répartition. *Entomologie faunistique-Faunistic entomology.*, 74, 1-12. DOI:10.25518/2030-6318.5105
12. Chahed, S., Nahi, I., Brahmi, K. & Djouaher, T., (2021b). Confirmation de la présence de *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse 1894) dans deux régions littorales: Jijel et Skikda (Nord-est d'Algérie). *Entomologie faunistique-Faunistic entomology.*, 74, 66-72.
13. Cunze, S., Kochmann, J., Koch, L.K. & Klimpel, S., (2016). *Aedes albopictus* and its environmental limits in Europe. *PLoS ONE.*, 11(9), 1-14. DOI:10.1371/journal.pone.0162116
14. Darriet, F., (2015). Le moustique tigre: le conquérant. *Espèces.*, 34: 14-21.
15. Delaunay, P., Jeannin, C., Schaffner, F. & Marty, P., 2009. Actualités 2008 sur la présence du moustique tigre *Aedes albopictus* en France métropolitaine. 24^{es} journées annuelles du GPIP: Science Direct., 66-71.
16. Ducheyne, E., Minh, N.N.T., Haddad, N., Bryssinckx, W., Buliva, E., Simard, F., Malik, M.R., Charlier, J., De Waele, V., Mahmoud, O., Mukhtar, M., Bouattour, A., Hussain, A., Hendrickx, G. & Roiz, D., (2018). Current and future distribution of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in WHO Eastern Mediterranean Region. *International journal of Health Geographics.*, 17(4), 2-13. DOI:10.1186/s12942-018-0125-0
17. Gatt, P., Deeming, J.C. & Schaffner, F., (2009). First record of *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse) (Diptera: Culicidae) in Malta. *European Mosquito Bulletin:*

- Journal of the European Mosquito Control Association., 27: 56-64.
18. Haddad, N, Harbach, RR, Chamat, S. & Bouharoun-Tayoun, H., (2007). Presence of *Aedes albopictus* in Lebanon and Syria. *Journal of the American Mosquito Control Association.*, 23(2), 226-228.
 19. Hamaidia, K. & Soltani, N., (2021). New report of *Aedes albopictus* in Souk Ahras. Northeast Algeria, *Biodiversitas.*, 22(7), 2901-2906. DOI:10.13057/biodiv/d220742
 20. Izri, A., Bitam, I. & Charrel, R.N., (2011). First entomological documentation of *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse, 1894) in Algeria. *Clinical Microbiology and Infection.*, 17, 7. DOI:10.1111/j.1469-0691.2010.03443.x
 21. Kanani, K, Amr, Z, Katebeh-Bader, A. & Arbaji, M., (2017). First record of *Aedes albopictus* in Jordan. *Journal of the American Mosquito Control Association.*, 33(2), 134-135.
 22. Kaufmann, C., Collins, L.F. & Brown, M.R., (2014). Influence of Age and Nutritional Status on Flight Performance of the Asian Tiger Mosquito *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae). *Insects.*, 4(3), 1-10. DOI:10.3390/insects4030404.
 23. Köppen, W., Volken, E. & Brönnimann, S., (2011). The thermal zones of the earth according to the duration of hot, moderate and cold periods and to the impact of heat on the organic world (Translated from: Die Wärmezonen der Erde nach der Dauer der heissen, gemässigten und kaltenzeit und nach der Wirkung der Wärme auf die organische Welt betrachtet. *Meteorol Z.*, 1884(1), 215-226. *Meteorologische Zeitschrift.*, 20(3), 351-360.
 24. Kraemer, M.J.G, Reiner Jr, R.C, Brady, O.J, Messina J.P, Gilbert, M, Pigott, D.M, Yi, D, Johnson, K, Earl, L, Marczak, L.B, Shirude, S, Weaver, N.D, Bisanzio, D, Perkins, T.A, Lai, S, Lu, X, Jones, P, Coelho, G.E, Carvalho, R.G, Bortel, W.V, Marsboom, C, Hendrickx, G, Schaffner, F, Moore, C.G, Nax, H.H, Bengtsson, L, Wetter, E, Tatem, A.J, Brownstein, J.S, Smith, D.L, Lambrechts, L, Cauchemez, S, Linard, C, Faria, N.R, Pybus, O.G, Scott, T.W, Liu, Q, Yu, H, Wint, G.R.W, Hay, S.I. & Golding, N., (2019). Past and future spread of the arbovirus vectors *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*. *Nature Microbiology.*, 1-10. DOI:10.1038/s41564-019-0376-y
 25. Lafri, I., Bitam, I., Beneldjouzi, A. & Ben Mahdi, M.H., (2014). An inventory of mosquitoes (Diptera: Culicidae) in Algeria. *Bulletin de la société zoologique de France.*, 139(1-4), 255-261.
 26. Lounaci, Z., Doumandji, S., Doumandji-Mitiche, B. & Taguemout, M., (2016). Bioecology of Culicidae (Diptera: Nematocera) of Taksebt dam of Tizi-Ouzou (Algeria). *Advances in Environmental Biology.*, 10(9), 20-29.
 27. Neteler, M, Metz, M, Rocchini, D, Rizzoli, A, Flacio, E, Engeler, L, Guidi, V, Luthy, P. & Tonolla, M., (2013). Is Switzerland Suitable for the Invasion of *Aedes albopictus*?. *PLOS One.*, 8(12), 1-10. DOI: 10.1371/journal.pone.0082090
 28. Pluskota, B, Stroch, V., Braunbeck, T., Beck, M & Becker, N., (2008). First record of *Stegomyia albopicta* (Skuse) (Diptera: Culicidae) in Germany. *European Mosquito Bulletin.*, 26: 1-5.
 29. Rezza, G., (2012). *Aedes albopictus* and the reemergence of Dengue. *BMC Public health.*, 12(72), 1-3. DOI:10.1186/1471-2458-12-72
 30. Rua-Urbe, G.L., Suarez-acosta, C.R. & Rojo, R.A., (2012). Implicaciones epidemiológicas de *Aedes albopictus* (Skuse) en Colombia *Rev. Facultad Nacional de Salud Pública.*, 30(3), 328-337.
 31. Schaffner, F., Medlock, J.M. & Van Bortel, W., (2013). Public health significance of invasive mosquitoes in Europe. *Clin Microbiol Infect.*, 19, 685–692. DOI: 10.1111/1469-0691.12189
 32. Wang, Y., Qiao, J., Zhang, D., Zhong, C., Wang, S.L.X., Feng, L., Shi, S., Wang, B. & Liu, Q., (2021). Systematic identification of autophagy-related proteins in *Aedes albopictus*. *PloS ONE.*, 16(1), 1-18. DOI:10.1371/journal.pone.0245694
 33. Günay, F., Picard, M. & Robert, V., (2020). MosKey Tool, an interactive identification key for mosquitoes of Euro-Mediterranean, Version 2.2. <http://medilabsecure.com/moskeytool>, (30/07/2020).
