



Biodiversité des mouches noires (Diptera : Simuliidae) et qualité physicochimique des eaux du bassin versant de l'oued El Haï (Aurès - Algérie)
[Biodiversity of the Black Flies (Diptera: Simuliidae) and physicochemical quality of watercourses of the oued El Haï basin (Aures - Algeria)]

S. F. Arigue^{*1,2,3}, P. H. Adler⁴, B. Belqat⁵, N. Bebba^{1,2,3}, A. Arab

¹Département de Sciences de la Nature et de la Vie, Faculté des Sciences Exactes et Sciences de la Nature et de la Vie, Université Mohamed Kheider, Biskra, Algérie.

²Laboratoire de la Dynamique et de la Biodiversité, Faculté des Sciences Biologiques, Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene, Alger, Algérie.

³Département de Biologie et Physiologie Animale, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université Ferhat Abass, Pôle Universitaire El-Bez, Sétif, Algérie.

⁴Department of Plant & Environmental Sciences, Clemson University, Clemson, SC 29634, USA.

⁵Laboratoire Ecologie, Biodiversité et Environnement, Faculté des Sciences, Université Abdelmalek Essaâdi, Tétouan, Maroc

Received 06 Jul 2016, Revised 28 Aug 2016, Accepted 02 Sep 2016

*Corresponding author. E-mail: arsouleff@yahoo.fr; Tél: +213556358636

Abstract

Black flies in the El Haï River Basin in the southern Aurès of Algeria were sampled at 5 sites along the main river from January 2008 to December 2009. Six nominal species in two genera, *Simulium* Latreille, 1802 and *Metacnephia* Crosskey, 1969 were identified among 1760 specimens (larvae and pupae). The spatial and temporal distributions of the black fly species in the study area were evaluated. During the study period, floods devastated all the sampling sites in October 2008 and February 2009, and one station (Tilatou) showed considerable organic pollution. The results of physicochemical analyses, conducted to correlate environmental factors with the distributions of the inventoried species, showed that the waters of oued El Haï were moderately polluted by discharge from the local towns and were influenced by the watershed geology (e.g., limestone, gypsum). The local simuliid fauna was associated with well-oxygenated waters of medium current velocity.

Keywords: Simuliidae, distribution, water quality, El Hai wadi, Algeria.

Résumé

Les mouches noires (Diptera : Simuliidae) du bassin versant de l'oued El Haï situé au sud des Aurès d'Algérie ont été collectées dans 5 stations le long du bassin versant de Janvier 2008 à Décembre 2009. Six espèces nominale et complexe d'espèces rassemblées en deux genres, *Simulium* Latreille, 1802 et *Metacnephia* Crosskey, 1969 ont été identifiées sur un total de 1760 spécimens (larves et nymphes). La répartition spatio-temporelle des espèces de simulies recensées dans l'aire d'étude est présentée. Durant la période d'étude, toutes les stations étaient dévastées par les crues durant les mois d'octobre 2008 et de Février 2009 et une station (Tilatou) avait montré une pollution organique considérable. Les résultats des analyses physico-chimiques, menées afin de corrélér l'effet du milieu sur la répartition des espèces inventoriées, montrent que les eaux de l'oued El Haï sont modérément polluées à médiocres, et que leur faune simulidienne préfère les eaux bien oxygénées à courant moyen.

Mots clés : Simuliidae, distribution, qualité de l'eau, oued El Haï, Algérie.

1. Introduction

Considérablement diversifiés et occupant une large gamme d'écosystèmes aquatiques, les macroinvertébrés constituent d'excellents témoins de la qualité des habitats où ils se rencontrent ; d'où leur utilisation de plus en plus fréquente dans différents types d'indices biologiques [1-6].

La limnofaune algérienne a fait l'objet de plusieurs études depuis le XIX^{ème} siècle, souvent, sous forme de notes zoologiques [7-13]. Ce n'est que trente années plus tard, que l'intérêt pour la limnofaune algérienne a repris, avec les travaux de [14-41].

Les Diptères, constituent l'un des plus importants ordres composant la faune benthique. Dans ce travail nous nous intéressons plus particulièrement à la famille des Simuliidae qui forme une composante importante des diptères et qui sont des organismes filtreurs des eaux courantes. [42]

La faune simulidienne (Diptera, Simuliidae) d'Algérie n'avait fait l'objet que de peu de travaux [18, 21, 28, 29]. Il a fallu attendre toute une décennie pour que les études sur cette famille de diptères reprennent, ces études traitent de prospections faites sur des réseaux hydrographiques isolés des monts du Djurdjura, de Tlemcen et du nord-est d'Algérie (Guelma, El Taref, Souk Ahras et Oum El Bouaghi) [43-46]. Mais le seul travail qui a concerné le nord algérien dans son ensemble se résume en une « checklist » des espèces algériennes connues [43]. La liste des Simulies d'Algérie (Diptera : Simuliidae) dressée jusqu'à présent contient 30 espèces [47].

A l'état actuel de nos connaissances, aucune étude de la faune simulidienne n'a été faite dans le réseau hydrographique de l'oued El Haï (Aurès) à part [46], où quelques larves en provenance de l'oued Fedhalah et oued El Haï dont l'identification a été établie génétiquement.

Pour combler cette lacune, nous avons analysé la communauté préimaginaire des Simulies et évalué la répartition spatio-temporelle des espèces récoltées dans ces eaux courantes. Des méthodes biocénétiques, physico-chimiques et statistiques appliquées, essentiellement à l'étude quantitative ont été employées. Nos résultats ont été basés sur les identifications morphologiques complétées par des identifications chromosomiques sélectionnées de 1760 spécimens récoltés au niveau de 5 stations choisies le long du réseau hydrographique, durant deux années d'étude 2008 et 2009.

2. Matériel et méthodes

2.1. Zone d'étude

Le bassin versant de l'oued El Haï se situe dans le piedmont sud des Aurès ; il fait partie du grand bassin hydrographique de Chott Melghir, avec une surface d'environ 1660 km². Il est limité au Nord par le bassin versant des hauts plateaux constantinois, à l'Est par le bassin versant de l'oued Abdi et à l'ouest par le bassin versant de Chott El Hodna. Oued El Haï est situé entre les wilayas de Batna et Biskra entre les latitudes de 35° 5' 53" et 35° 35' 21" Nord et les longitudes 5° 30' et 6° 17' 36" Est (figure 1). Il prend son origine sur les flancs de l'Atlas Saharien, qui à son tour prend sa naissance du confluent de deux oueds : oued Fedhala issu du djebel Ich Ali (1815m) et l'oued Tilatou qui descend des monts de Bellezma (2091m), et coule sur une longueur de 73,43 km. Le réseau hydrographique de l'oued El Haï est alimenté par plusieurs affluents et, est caractérisé par l'irrégularité de son régime hydrologique d'un mois à l'autre et d'une année à la suivante. En général, les crues de fortes puissances d'automne et de printemps sont produites par des averses violentes. Deux types de cours d'eaux le caractérisent: des temporaires et des permanents. Du point de vue géologique, le bassin versant de l'oued El Haï est constitué essentiellement par des marnes, galets, grés, alluvions, argile et sables [48]. Le climat y varie du semi-aride à hiver frais en amont vers l'aride à hiver tempéré en aval, il montre une diminution des précipitations et augmentation des températures du nord vers le sud du bassin versant. Les précipitations saisonnières du sous bassin amont sont concentrées essentiellement en automne et en printemps, par contre le sous bassin aval, les précipitations sont concentrées en automne et en hiver.

2.2. Echantillonnage et identification des simulies

Les stades préimaginaux des Simulies ont été récoltés en un échantillonnage mensuel du mois de janvier 2008 au mois de décembre 2009, à l'aide d'un filet surber, à raison de huit prélèvements par station. La méthodologie de récolte a consisté en l'échantillonnage de huit microbiotopes différents en fonction des couples substrat/vitesse

sur 5 stations d'étude choisies en fonction de la diversité des habitats, de la période de mise en eau et de leur accessibilité (figure 1, tableau 1). Composé de larves et de nymphes, le matériel biologique échantillonné a été conservé dans l'éthanol 70%. Les spécimens de Simuliidae ont été identifiés morphologiquement au laboratoire à la loupe binoculaire et après dissection, au microscope optique en utilisant les clés d'identifications des Simulies [49] du Maroc ; l'identification des spécimens du groupe *aureum* (*Simulium velutinum* complexe) a été établie génétiquement selon des techniques spéciales [46].

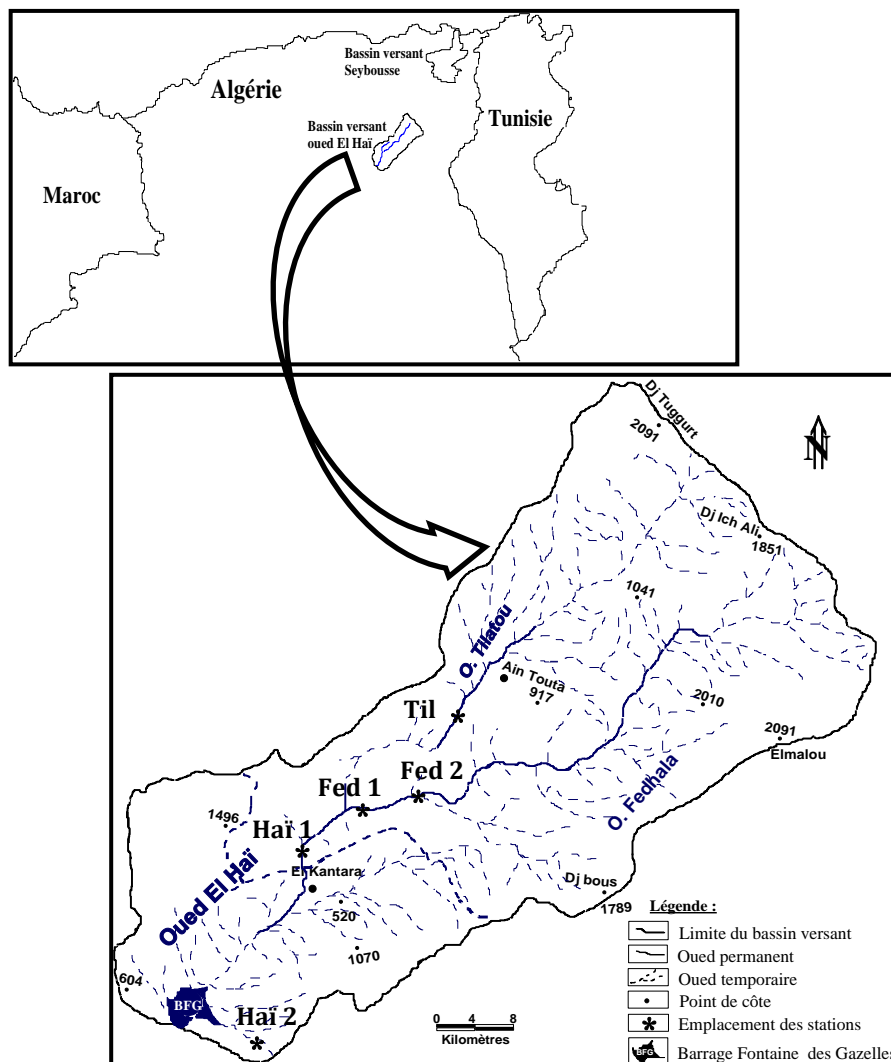


Figure 1: Carte du bassin versant de l'oued El Haï montrant les stations d'échantillonnage (Source : Cartes topographiques de Batna et Barika 1/200000).

Tableau 1 : Stations d'échantillonnage (classées par altitudes décroissantes) des larves et des nymphes des Simuliidae dans le bassin versant du réseau hydrographique de l'oued El Haï durant 2 années : 2008 et 2009.

Site (code)	Wilaya, Commune	Oued	Latitude (N)	Longitude (E)	Altitude (m)
Til	Batna, Ain Touta	Oued Tiltatou	35°33'40 N	06°00'44 E	930
Fed 1	Batna, Mâafa	Oued Fedhala, Station 1	35°33'02 N	06°00'22 E	720
Fed 2	Batna, Ain Zaatout	Oued Fedhala, Station 2	35°32'51 N	06°00'15 E	600
Haï 1	Biskra, El Kantara	Oued El Haï, Station 1	35°16'51 N	05°47'42 E	530
Haï 2	Biskra, El Outaya	Oued El Haï, Station 2	35°13'07 N	05°42'36 E	250

2.3. Analyse physico-chimique des eaux

Le prélèvement des eaux, pour analyse chimique au laboratoire, a été effectué dans des flacons stérilisés, fermés hermétiquement, puis conservés dans une glacière. Les paramètres physico-chimiques, tels que la température de l'eau (T°C), l'oxygène dissous (O₂), le pH, la conductivité et la salinité ont été mesurés sur le terrain à l'aide d'un analyseur multiparamètres. La largeur et la profondeur des oueds ont été mesurées à l'aide d'un mètre ruban. Les vitesses du courant ont été évaluées en calculant le temps mis par un petit bout de liège à parcourir 10 m dans l'eau courante (tableau 2). D'autres paramètres (chlorures (Cl⁻), magnésium (Mg²⁺), calcium (Ca²⁺), carbonate (HCO₃⁻), matière en suspension (MES), nitrites (NO₂⁻), nitrates (NO₃⁻), phosphore (PO₄³⁻) et sulfates (BaSO₄) ont été dosés au laboratoire par des méthodes volumétriques, titrimétriques ou gravimétriques (tableau 2).

2.4. Analyse statistique

Afin de décrire la typologie du cours d'eau et la relation entre l'abondance des espèces et les paramètres du milieu, une analyse canonique des correspondances [50] a été réalisée par le biais du logiciel Past3, traitant 16 descriptifs du milieu aquatique (paramètres physico-chimiques) reconnus comme facteurs écologiques responsables de la distribution spatiale des macroinvertébrés aquatiques, et 6 espèces de Simuliidae dans 4 stations ; la station Til, altérée par une forte pollution organique a été supprimée de l'analyse car elle ne contient aucun macroinvertébré.

3. Résultats et discussion

3.1. Structure de la faune simuliidienne de l'oued El Haï

Nous avons identifié 6 espèces nominales et complexes d'espèces appartenant à 2 genres, dans le bassin versant de l'oued El Haï. Une bionomie de chaque espèce et complexe d'espèces est fournie avec les données écologiques des stations échantillonnées, le nombre de spécimens récoltés et leur occurrence saisonnière (tableaux 2, 3)

Tableau 2 : Valeurs (maximum-minimum) des paramètres mésologiques pour les espèces de Simuliidae identifiées dans les 5 stations d'échantillonnage du réseau hydrographique de l'oued El Haï durant 2 années : 2008 et 2009.

Espèce	n	Profondeur (cm)	Largeur (m)	Vitesse moyenne du courant (m/s)	Nature du substrat	T°(C) de l'eau	pH
<i>M. blanci</i>	1	1 - 30	2 - 14	0.48-0.53	B, P, C	11.6-14.8	8.2-8.5
<i>S. velutinum</i> cytospecies '3'	4	1-100	0.2-31	0.13-1.42	B, D, P, C, Gr, S, li	7.5-31.6	7.14-8.95
<i>S. ruficorne</i>	2	1 - 60	0.2 - 38	0.13-1.19	D, P, Gr, C, S	12.2-31.6	7.14-8.77
<i>S. gr. ornatum</i>	2	1.5 - 30	0.8 - 22	0-1.42	B, P, C, Gr, S	8.8-16.6	8.2- 8.95
<i>S. pseudequinum</i>	4	1.5-100	0.2-22	0.15-1.2	B, D, P, C, Gr, S, li	8.8-28.0	8.07-8.84
<i>S. sergenti</i>	1	27	2.2	0.24	B, P, Gr, C, S	31.6	8.09
<i>M. blanci</i>	1	9.93-10.83	2160-2450	0.9-1.1	2.09-2.58	2.52-12.16	0.49-1.3
<i>S. velutinum</i> cytospecies '3'	4	3-16.25	1265-6160	0.4-3.3	0.02-2.1	0.20-12.16	0.01-1.33
<i>S. ruficorne</i>	2	3-16.25	1585-6160	0.6-3.3	0.02-0.46	0.37-2.87	0.01-0.1
<i>S. gr. ornatum</i>	2	10.62-12.37	2060-2110	0.9	0.05-3.56	0.20-12.16	0.44-0.76
<i>S. pseudequinum</i>	4	4.11-12.37	1585-2450	0.6-1.1	0.1-2.59	0.6-2.52	0.01-1.33
<i>S. sergenti</i>	1	8.21	3480	1.7	0.099	2.68	0.09

n= nombre de sites où les paramètres sont mesurés, D = dalles, B = blocs, P = pierres, C = cailloux, Gr = graviers, S = sable, L = limon, gr. = groupe.

Tableau 3 : Nombre total des spécimens et la saisonnalité des Simuliidae récoltées dans les stations de l’oued El Haï durant 2 années.

Espèce	Nombre des sites	Nombre total des spécimens	Mois
<i>M. blanci</i>	1	4L	Octobre, Novembre
<i>S. velutinum</i> cytospecies ‘3’	4	675L, 32N, 1N♂	Janvier, Mars-Décembre
<i>S. ruficorne</i>	2	504L, 36N	Janvier, Mars, Avril, Juin-Septembre, Novembre, Décembre
<i>S. gr. ornatum</i>	2	87L, 1N	Mars, Octobre, Novembre
<i>S. pseudequinum</i>	4	406L, 1N	Avril-Août, Octobre, Novembre
<i>S. sergenti</i>	1	2L	Juin

L = larve, N= nymphe.

Metacnephia blanci (Grenier & Theodorides, 1953)

La première mention de l’espèce en Algérie a été faite par [51]. Dans nos récoltes, elle a été trouvée dans une seule rivière à régime permanent, dans une eau fortement oxygénée (9.93-10.83 mg/l), moyennement minéralisée (2160-2450 µS/cm), fraîche (11.6-14.8 °C) et coulant à une vitesse modérée. Les larves ont été récoltées sur un substrat de cailloux, de pierres et de blocs parfois recouverts d’algues vertes, à des profondeurs entre 1 et 30 cm. Ces résultats sont, en partie, en accord avec ceux de [45]. Mais alors que, dans leur étude, *M. blanci* est récoltée pendant plusieurs mois, dans la nôtre, elle n’apparaît qu’en octobre et en novembre. Le fait de trouver *M. blanci*, dans l’oued Fedhala, où de fortes teneurs en nitrites (2.09-2.58 mg/l), en nitrates (2.52-12.16mg/l) et en phosphore (0.49-1.3 mg/l) ont été enregistrées montre qu’elle résiste à la pollution.

Site : Fed 2.

Simulium velutinum (Santos Abreu, 1922) cytospecies ‘3’

En Algérie, *Simulium velutinum* complexe a été mentionnée dans les monts de Tlemcen [18, 43, 44], de ceux de la Djurdjura [28, 29] et dans le nord-est algérien [45]. Très récemment, [46] ont étudié la biodiversité criptique dans le génome de larves d’espèces du groupe *aureum* d’Algérie et du Maroc ; ils ont découvert, parmi les sept ségrégations cytologiques identifiées, cinq formes cytogénétiques de *S. velutinum* s.l. dont la cyto-espèce ‘3’ a été identifiée sur des larves récoltées dans Fed 2 et Haï 2 en 2013 et 2014. Dans notre étude, *S. velutinum* complexe affectionne les eaux des quatre stations des Oueds Fedhala et El Haï et, elle y est largement distribuée durant toutes les saisons. Son abondance maximale est atteinte à 600 m d’altitude (Fed 2) au mois d’avril. Les larves et les nymphes occupent des habitats à caractéristiques diverses: largeurs (0.2-31 m), profondeurs (1-100 cm), vitesses variables (0.13-1.42 m/s), eaux froides à chaudes (7.5-31.6°C), eaux alcalines (7.14-8.95) à fortement minéralisée (1265-6160 µS/cm), eaux faiblement à fortement oxygénée (3-16.25 mg/l), eaux douces à salines (0.4-3.3). L’espèce occupe tous les types de substrats, et tolère donc des variations importantes des conditions abiotiques du milieu. Ces résultats corroborent avec ceux de [44, 45].

Sites : Fed 1, Fed 2, Haï 1, Haï 2.

Simulium (Nevermania) ruficorne (Macquart, 1838)

Cette espèce est mentionnée dans la région de Biskra [8, 52], dans le Sahara oriental [53-55] et dans les monts de Tlemcen [46]. Dans le bassin versant de l’Oued El Haï, elle se limite à deux cours d’eaux permanents, tempérés (12.2-31.6°C), situés à 600 et 250 mètres d’altitude, coulant à des vitesses variables, sur un substrat à granulométrie diversifiée, sur une largeur de 0.2 à 38 m, à une profondeur variant entre 1 et 60 cm, et où parfois pullulent des algues.

L’espèce supporte de faibles teneurs en oxygène dissous (3-16.25 mg/l), une minéralisation très élevée (1585-6160 µS/cm), une dureté calcique de 100.2-362.32 mg/l et des teneurs magnésiennes élevées (106.92-385.88 mg/l). Des conductivités extraordinairement hautes ayant été préalablement reportées dans des oueds algériens [56, 57].” Cependant, elle habite les eaux modérément polluées. Ces résultats sont en partie, en accord avec ceux de [45] sauf que dans notre étude, elle apparaît pendant neuf mois de l’année, alors que dans le bassin versant de Seybousse, elle n’est récoltée que durant cinq mois. Une seule larve a été reportée dans le Tafna [44].

Sites: Fed 2, Haï 2.

Simulium gr. *ornatum*

Les espèces du gr. *ornatum* sont mentionnées dans plusieurs travaux en Algérie [8, 18, 28, 29, 43-45]. L'espèce que nous avons rencontrée s'est avérée peu abondante, puisqu'elle n'habite que deux stations de moyenne altitude (600 m et 530 m) pendant à peine 3 mois (mars, octobre et novembre). L'espèce a été découverte dans des eaux fraîches (8.8-16.6°C), alcalines et fortement minéralisées, coulant sur un substratum rocheux, parfois recouvert d'algues. Elle supporte de fortes teneurs en nitrites et nitrates, résultant ainsi être polluo-tolérante.

Sites: Fed 2, Haï 1.

Simulium (*Wilhelmia*) *pseudequinum* (Séguy, 1921)

Simulium pseudequinum était parmi les premières espèces identifiées en Algérie [8]. Depuis, elle a été rapportée dans plusieurs travaux [18, 28, 29, 43-45]. Dans notre aire d'étude, elle a été récoltée dans 4 stations, mais elle est plus abondante dans celles à haute altitude. Elle apparaît pendant plusieurs mois de l'année (atteignant son abondance maximale en juin) sur des substrats diversifiés, dans des eaux douces (salinité : 0.6-1.1), alcalines, minéralisées, de dureté moyenne avec de grandes fluctuations en oxygène dissous. Elle ne tolère cependant pas les grandes variations en nitrites et nitrates. Ces résultats s'accordent avec ceux décrits pour le bassin versant du Seybousse [45] et celui du Tafna [44].

Sites: Fed 1, Fed 2, Haï 1, Haï 2

Simulium (*Wilhelmia*) *sergenti* (Edwards, 1923)

Décrite sur du matériel algérien (Biskra) par [8] l'espèce a été citée, depuis, par d'autres auteurs dans les monts de Tlemcen et du Djurdjura [18, 28, 29, 43, 44]. Dans le bassin versant de l'oued El Haï, elle n'a été échantillonnée qu'une seule fois, en juin, dans une seule rivière à régime permanent, sur un fond constitué essentiellement de pierres et de cailloux, là où le lit acquiert une largeur de 2.2 m à 27 cm de profondeur. L'eau coulait à une vitesse lente et enregistrait une température de 31.6°C, une minéralisation élevée (3480 µS/cm), un pH alcalin (8.09) et des teneurs en nitrites, nitrates et phosphore pas élevées. Ces résultats s'accordent avec ceux de [44].

Site : Fed 2.

3.1.1. *Abondance et fréquence des espèces simuliennes*

Le calcul de l'abondance relative est basé sur des effectifs des larves et des nymphes récoltées. L'effectif total des simulies recensées est de 1760 individus. D'après le tableau 4, il est évident qu'il existe trois (03) espèces à oued El Haï qui sont les plus fréquentes et les plus abondantes : *S. velutinum* cytospecies '3', *S. ruficorne* et *S. pseudequinum* avec respectivement 40,23%, 31,31% et 23,13% suivies de l'espèce *S. gr. ornatum* (5%). La dernière espèce *S. sergenti* est une espèce rare (tableau 4).

Tableau 4 : Abondance relative et fréquence des Simuliidae recensées de l'oued El Haï durant 2 années : 2008 et 2009.

Espèce/Genre	Effectif total	Abondance relative (%)	Fréquence
<i>S. velutinum</i> cytospecies '3'	708	40.23	81.82
<i>S. ruficorne</i>	551	31.31	59.09
<i>S. pseudequinum</i>	407	23.13	40.91
<i>S. gr. ornatum</i>	88	5.00	13.64
<i>M. blanci</i>	4	0.23	9.09
<i>S. sergenti</i>	2	0.11	4.55
Total	1760	100	/

Pour établir une classification hiérarchique des taxons, nous nous sommes basés sur les classifications de [58] et [59]. Nos espèces sont classées en cinq catégories : fondamentales et dominantes : *S. velutinum* cytospecies '3' et *S. ruficorne* ; sporadique et subrésidente : *M. blanci* ; une espèce accessoire mais dominante : *S. pseudequinum* ; une espèce sporadique et dominante : *S. gr. ornatum* ; enfin l'espèce sporadique et subrésidente, *S. sergenti*.

3.1.2. Distribution spatio-temporelle des Simuliidae

Le peuplement des simulies présente des fluctuations d'abondance en fonction du temps et de l'espace. Cette variation spatio-temporelle diffère d'une espèce à une autre, *S. velutinum* cytospecies '3' est la plus abondante et colonise toutes les stations. Elle atteint son abondance maximale en juin 2008 (289 individus) dans la station Fed 2.

Simulium pseudequinum colonise aussi toutes les stations avec un maximum en juin 2009 (241 individus) dans la station Fed1. *Simulium ruficorne* et *S. gr. ornatum* occupent deux stations seulement, se réunissent en Fed 2 et se séparent respectivement en Haï 2 et Haï 1. *S. ruficorne* atteint son abondance maximale en juin 2008 (394 individus) à Fed 2. D'après les données de la littérature, cette espèce fréquente les cours d'eaux à fond limoneux et à faible altitude comme l'est, la station Haï 2. Mais dans notre oued, nous avons également récolté *S. ruficorne* dans une autre station à fond pierreux avec une forte abondance. Sur les 24 mois d'étude, *S. gr. ornatum* n'apparaît qu'en mars, octobre et novembre, avec de faibles abondances.

Les espèces restantes sont rares et ne sont rencontrées qu'une ou deux fois et dans une seule station Fed 2, avec des abondances très faibles : *S. sergenti* (2 individus) récoltée en juin 2008 et *M. blanci* rencontrée deux fois, avec 3 individus en novembre 2008 et 1 individu en octobre 2009. Par conséquent, les stations en amont du réseau hydrographique de l'oued El Haï abritent une faune simuliidienne plus diversifiée et plus abondante que celles situées en aval du réseau (figure 2).

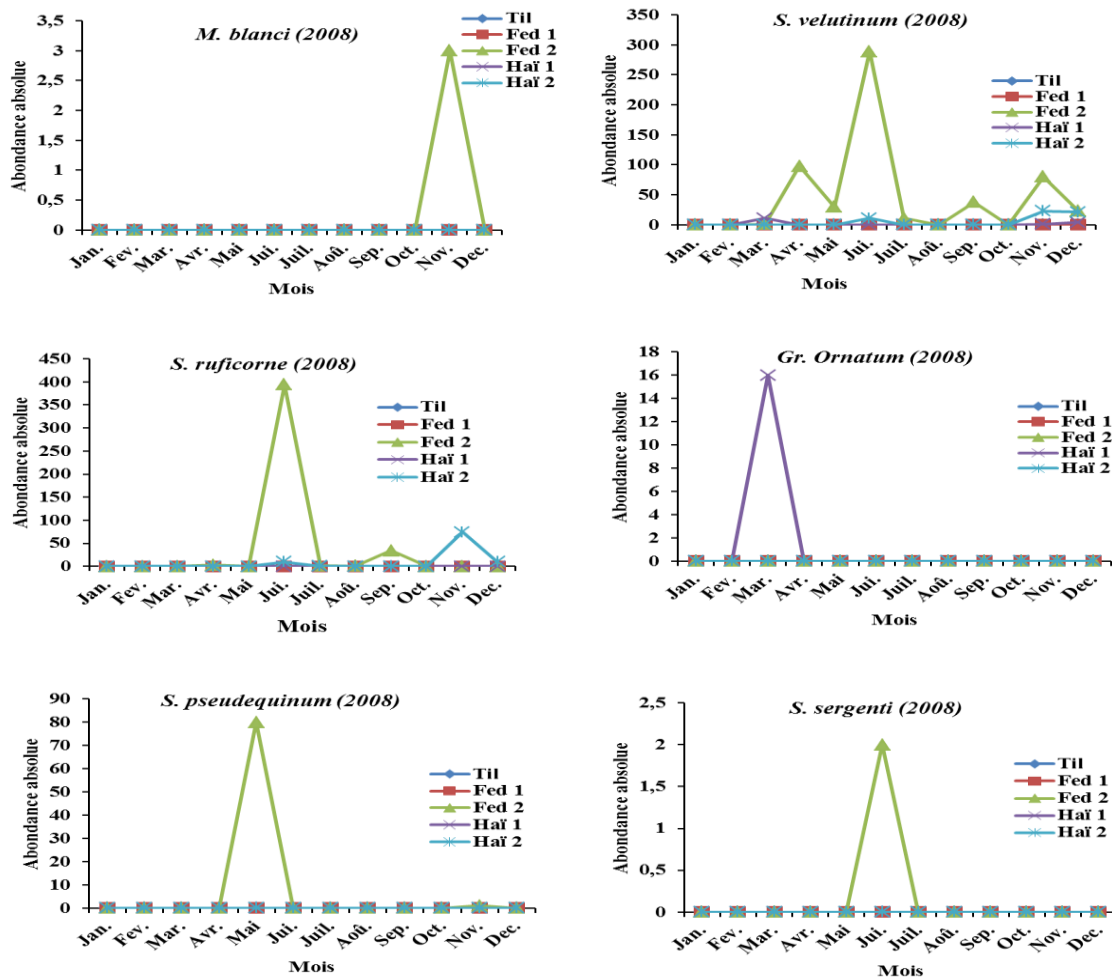


Figure 2 a : Variation spatio-temporelle de l'abondance absolue des Simuliidae dans oued El Haï (2008)

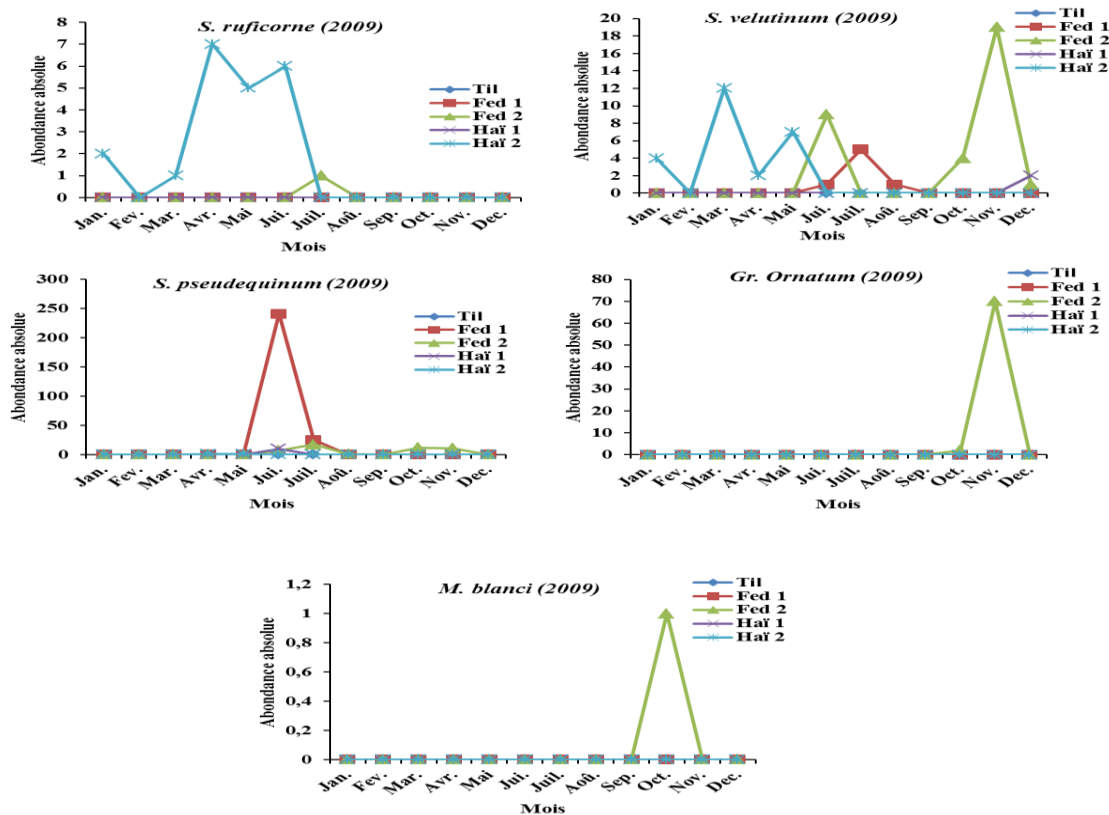


Figure 2 b : Variation spatio-temporelle de l'abondance absolue des Simuliidae dans oued El Haï (2009)

3.2. Typologie du réseau hydrographique du bassin versant de l'oued El Haï

L'analyse des matrices des données a permis d'obtenir une organisation assez significative de la typologie du cours d'eau de l'Oued El Haï à travers la projection du plan factoriel F1-F2. La représentation graphique de l'Analyse Canonique des Correspondances permet de visualiser simultanément les espèces, les sites et les variables (paramètres physico-chimiques). Les deux axes détiennent l'essentiel de l'information puisqu'ils représentent 99,24% de l'inertie totale (figure 3).

La projection des stations montre un gradient amont – aval bien net, puisque la structure mésologique obtenue permet de séparer la station située sur le cours supérieur, de celles des cours moyens et inférieur. Dans cette projection, la station de haute altitude se place sur la droite du plan factoriel alors que la station du cours inférieur se situe à l'opposé de cette première et celles du cours moyen au centre (figure 3).

L'axe 1 (87,44% de l'inertie totale) est corrélé surtout avec les paramètres mésologiques du milieu, tels que : l'altitude, la vitesse du courant, la température de l'eau. L'axe 2 (11,8% de l'inertie totale) s'explique principalement par le pH, et en particulier par les paramètres de la pollution : nitrites, nitrates, phosphore et sulfates.

D'après le graphique on distingue que l'espèce *S. pseudequinum* (Sps) préfère les milieux rhéophiles des zones amont de ce cours d'eau, caractérisées par des eaux relativement fraîches et oxygénées (station Fed 1). *S. gr. ornatum* (gr.Or), *S. velutinum* cytospecies '3', *M. blanci* et *S. sergenti* semblent plus tolérantes vis à vis de la pollution. *S. ruficorne*, espèce thermophile semble préférer les basses altitudes en aval (station Haï 2). Ainsi, Le plan factoriel F1-F2 permet de distinguer 3 groupes de stations :

- A- La station du cours supérieur à haute altitude (Fed 1 à 720 m) : se caractérise par les eaux les plus fraîches, rapides et bien oxygénées.

- B- Groupement des stations du cours moyen à moyenne altitude (Fed 2 et Haï 1) : il comporte la station Fed 2 (530 m), la plus diversifiée du réseau hydrographique et qui se caractérise par des eaux bien oxygénées, coulant à une vitesse moyenne et la station Haï 1 (600 m), comparable du point de vue mésologique.
- C- La station du cours inférieur à basse altitude (Haï 2 à 250 m) : elle se caractérise par les eaux les plus minéralisées, les plus salines, les plus sulfatées, à forte dureté calcique et à forte teneur en chlorures.

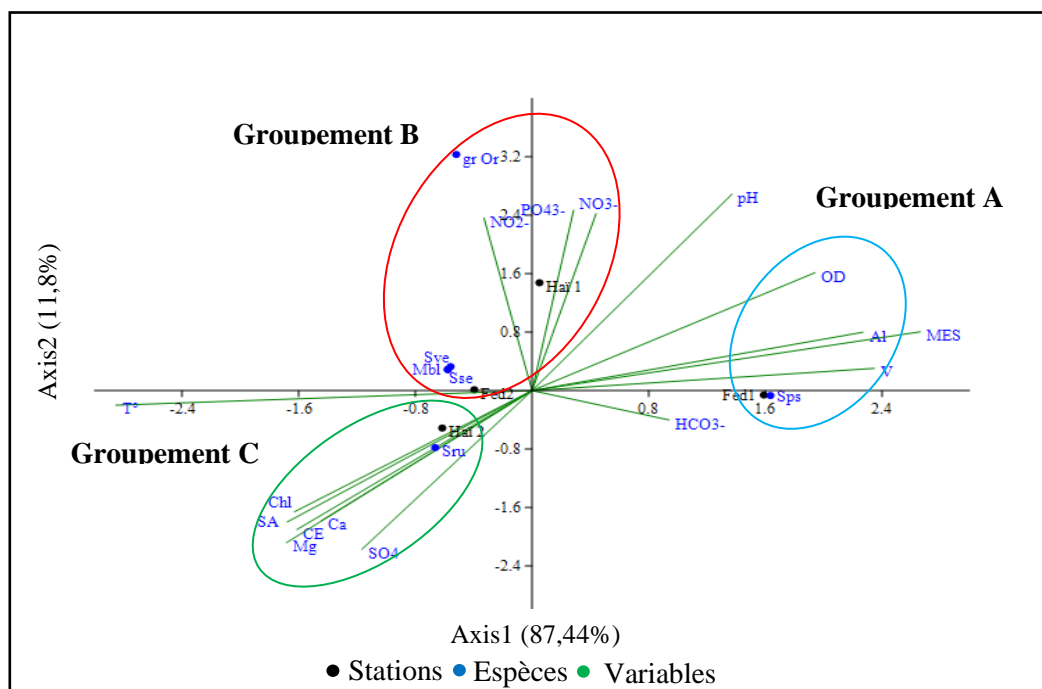


Figure 3: Plan F1-F2 de l'ACC : structure du nuage-paramètres mésologiques, espèces et stations de l'oued El Hai

Conclusion

Actuellement, la faune algérienne de Simuliidae renferme 30 espèces [47]. La plupart de ces espèces recensées se localisent au nord de l'Algérie dans des régions humides et sub-humides. Notre étude enregistre une faible diversité de la faune simulidienne, avec 6 taxa dans le bassin versant de l'oued El Haï par rapport aux autres bassins versants algériens où 23 espèces sont enregistrées à oued Sébaou [28] et 10 espèces sont répertoriées dans le Tafna [44]. Dans le Seybouse qui est le plus proche de notre région d'étude, 8 espèces ont été recensées [45]. La physionomie du réseau hydrographique de l'oued El Haï et le climat semi-aride seraient probablement à l'origine de cette pauvre diversité.

Nous avons recensé 6 espèces : *M. blanci*, *S. velutinum* cytospecies '3', *S. ruficorne*, *S. gr ornatum*, *S. pseudequinum* et *S. sergenti*. La faune totale récoltée (1760 spécimens, durant deux années d'étude) montre une dominance de *S. velutinum* cytospecies '3' suivie par *S. ruficorne* et *S. pseudequinum*. Les deux espèces restantes sont moins répandues. Parmi les six espèces, trois sont polluo-tolérantes : *M. blanci*, *S. velutinum* cytospecies '3' et *S. gr ornatum*. Les trois autres ont des préférences particulières et différentes vis à vis des conditions du milieu. L'étude typologique du réseau hydrographique permet de distinguer 3 groupements de stations : une station du cours supérieur de haute altitude (Fed 1) avec des eaux de bonne qualité, des stations du cours moyen (Fed 2 et Haï 1) d'une qualité bonne à médiocre, qui comprend la station la plus diversifiée (Fed 2) et dont les eaux sont utilisées pour l'irrigation des terres agricoles voisines, et enfin une station du cours inférieur de basse altitude (Haï 2) caractérisée par des eaux salées et fortement minéralisées. Il est à noter que la station Til en amont est très polluée à cause du rejet des eaux usées de la ville avoisinante.

Références

1. Tachet H., Richoux P., Bournaud M., Usseglio-Polatera P. Invertébrés d'eau douce: Systématique, Biologie, Ecologie. 15^e Ed., CNRS Edition, Paris, France (2006).
2. Pinel-Alloul B., Methot G., Lapierre L., Willsie A., *Environ. Poll.* 91(1) (1996) 65.
3. David S. M., Somers K. M., Reid R. A., Hall R. J., Girard R. E. Sampling Protocols for the Rapid Bioassessment of Streams and Lakes using Benthic Macroinvertebrates, 2nd edition. Ministry of the Environment. Ontario. (1998).
4. Somers K. M., Reid R. A., David S. M., *Nor. Americ. Benth. Soci.* 17 (4) (1998) 348.
5. Burton T. M., Uzarski D. G., Gathman J. P., Genet J. A., Keas B. E., Stricker C. A., *Wetl.* 19 (1999) 869.
6. King R. S., Nunnery K. T., Richardson C. J., *Wetl. Eco. Manag.* 8 (2000) 243.
7. Bedel L., *Soc. Ent. Fr.* (ed.), Paris. (1895) 402p.
8. Edwards F.W., *Arch. Inst. Past. Alg.* 1 (1923) 647.
9. Lestage J. A., *Bull. Soc. Hist. Nat. Afrique du nord.* 16 (1925) 8.
10. Gauthier H., Thèse de Doctorat Es-Sciences, (1928).
11. Navás L., *Boln Soc. ent. Esp.* 18 (7-9) (1935) 77.
12. Vaillant F., *Hydrobio.* 5 (1953) 180.
13. Vaillant F., *Mem. Mus. Hist. Nat.* 11 (1955) 258.
14. Gagneur J., Giani N., Martinez-Ansemil E., *Bull. Soc. Hist. Nat.* 122 (1986) 119.
15. Lounaci A., Thèse de Magister, Université d'Alger, Algérie, (1987).
16. Malicky H., & Lounaci A., *Opuse. Zool. Flumin.* 14 (1987) 1.
17. Gagneur J., Thomas A. G. B., *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse.* 124 (1988) 213.
18. Gagneur J., & Clergue-Gazeau M., *Annl. Limnol.* 24 (3) (1988) 275.
19. Arab A., Thèse de Magister I.S.N, Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene, Alger, Algérie, (1989).
20. Gagneur J., Chaoui-Boudghane C., *Stycol.* 6 (2) (1991) 77.
21. Clergue-Gazeau M., Lek S., *Rev. Hydrobiol. Trop.* 24 (1) (1991) 47.
22. Thomas A.G.B., Gagneur J., *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse.* 130 (1994) 43.
23. Moubayed J., Ait-Mouloud S., Lounaci A., *Nachr. Bl. Bayer. Ent.*, 41 (1992) 21.
24. Lounaci-Daoudi D., Thèse de Magister, Université de Tizi-Ouzou, Algérie, (1996).
25. Thomas A.G.B., *Bull. Soc. Hist. nat. Toulouse.* 134 (1998) 13.
26. Vaillant F., & Gagneur J., *Ann. Soc. Entomol.*, 34 (1998) 365.
27. Samraoui B., & Menai R., *Inter. Journ. Odonat.*, 2 (1999) 145.
28. Lounaci A., Brosse S., Ait Mouloud S., Lounaci-Daoudi D., Mebarki N., Thomas A. G. B., *Bull. Soc. Hist. Nat.* 136 (2000a) 43.
29. Lounaci A., Brosse S., Thomas A. G. B., Lek S., *Annl. Limnol.* 36 (2) (2000b) 123.
30. Mebarki M., Thèse Magister, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, Algérie, (2001).
31. Arab A., Thèse de Doctorat d'Etat, Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene, Alger, Algérie, (2004).
32. Arab A., Lek S., Lounaci A., Park Y. S., *Annl. Limnol.* 40 (4) (2004) 123.
33. Lounaci A., & Vinçon G., *Ephemera.* 6 (2) (2005) 109.
34. Zerguine K., Samraoui B., Rossaro B., *Boll. Zool. agr. Bachic. Ser. II*, 41 (3) (2009) 167.
35. Zougaghe F., Moali, A., *Rev. Écol.* 64 (4) (2009) 305.
36. Zougaghe F., Thèse de Doctorat, Université de Béjaia. Algérie, (2010).
37. Zougaghe F., Moali A., *Rev. Écol.* 67 (2) (2012) 237.
38. Chaïb N., Fouzari A., Bouhala Z., Samraoui B., Rossaro B., *Journ. Entomo. Acaro. Res.* 45 (2013) 4.
39. Yasri N., Vinçon G., Lounaci A., *Bull. Soc. Entomol. Suisse*, 86 (2013) 25.
40. Zougaghe F., Mouni L., Tafer M., *Larhyss. Jour.* 17 (2014) 21.
41. Bebbi N., El Alami M., Arigue S. F., Arab A., *J. Mater. Environ. Sci.* 6 (4) (2015) 1164

42. Fassel B., Roger M. C., Cazin B., *Annl. Limnol.* 29 (3-4) (1993) 307.
43. Chaoui Boudghane-Bendiouis C., Belqat B., Hassaine-Abdellaoui K., Yadi B., *Bolet. Soci. Entomo. Arago.* 50 (2012) 305.
44. Chaoui Boudghane-Bendiouis C., Abdellaoui-Hassaine K., Belqat B., Franquet E., Boukli Hacene S., Yadi B., *Ope. Jour. Eco.* 4 (2014) 1014.
45. Cherairia, M., Adler, P.H., Samraoui, B., *Zootaxa.* 3796 (1) (2014) 166.
46. Adler P.H., Cherairia M., Arigue S.F., Samraoui B., Belqat B., *Med. Vet. Entomol.* 29 (3) (2015) 276.
47. Adler, P.H., Crosskey, R.W., World blackflies (Diptera: Simuliidae): a comprehensive revision of the taxonomic and geographical inventory [2016] 126 pp. Available from: <http://www.clemson.edu/cafls/biomia/pdfs/blackflyinventory.pdf>.
48. Rerboudj A., Mémoire de Magister, Université El Hadj Lakhdar de Batna, Département Sciences de la Terre, Algérie, (2005).
49. Belqat B., Dakki M., *Zool. Baet.* 15 (2004) 77.
50. Ter Braak C. J. E., *Eco.* 67 (5) (1986)1167.
51. Crosskey R. W., Howard T. M., *A new taxonomic and geographical inventory of world blackflies (Diptera: Simuliidae)*. The Natural History Museum, 144 pp. London. (1997).
52. Parrot L., *Arch. Inst. Past. Alg.* 27 (1949) 273.
53. Grenier P., Clastrier J., *Arch. Inst. Past. Alg.* 38 (1960) 329.
54. Clastrier J., Grenier P., *Arch. Inst. Past. Alg.* 39 (1961) 106.
55. Belazzoug S., Tabet-Derraz, O., *Arch. Inst. Past. Alg.* 54 (1980)107.
56. Maoui A., Kherouf M., Derradji F., *Afriq. Sci.* 7 (3) (2011) 49.
57. Reggam A., Bouchelaghem H., Houhamedi M., *J. Mater. Environ. Sci.* 6 (5) (2015) 1417.
58. Giudicelli J., Thèse de Doctorat, Université Aix-Marseille, France, (1968).
59. Bournaud M., Keck G., Richoux P., *Annl. Limnol.* 165 (1) (1980) 55.

(2016) ; <http://www.jmaterenvirosci.com/>