

Variation spatio-temporelle de la structure de l'éphéméroptérofaune dans l'oued Sejenane (Ichkeul, Tunisie septentrionale)

Spatio-temporal variation of the structure of the ephemeropterofauna in Sejenane stream (Ichkeul, northern Tunisia)

Manel Korbaa, Mustapha Bejaoui and Moncef Boumaiza

Volume 22, Number 3, 2009

URI: <https://id.erudit.org/iderudit/037776ar>

DOI: <https://doi.org/10.7202/037776ar>

[See table of contents](#)

Publisher(s)

Université du Québec - INRS-Eau, Terre et Environnement (INRS-ETE)

ISSN

1718-8598 (digital)

[Explore this journal](#)

Cite this article

Korbaa, M., Bejaoui, M. & Boumaiza, M. (2009). Variation spatio-temporelle de la structure de l'éphéméroptérofaune dans l'oued Sejenane (Ichkeul, Tunisie septentrionale). *Revue des sciences de l'eau / Journal of Water Science*, 22(3), 373–381. <https://doi.org/10.7202/037776ar>

Article abstract

The spatio-temporal variation in the community structure of Ephemeroptera was studied over a period seven of months (from May to November 2003) at four sampling stations along the Sejenane stream (tributary of the lake Ichkeul, northern Tunisia). The Ephemeroptera preferentially populate the stations located upstream of the Sejenane dam, due to the lower mineralization, better water oxygenation, coarser substrate texture and a relatively faster current that characterize these waters.

The structure of the Ephemeroptera population is sharply unbalanced in favour of a single species, *Caenis luctuosa*, which is characterized by a marked phenotypic plasticity; it is the most prolific, the most plentiful and the most frequent species at the four studied stations. The spatial distribution of the Ephemeroptera is directly conditioned by the quantity of dissolved salts. From upstream to downstream, the population structure changes markedly, presumably in response to the rise in the salinity of the water.

Analysis of the dendrogramme of interbiotope similarity separated the four stations into two biotopes. However, the affinity between these two biotopes is high (48%), suggesting that the Sejenane dam does not represent a strong ecological barrier ($I_j > 33\%$) for Ephemeroptera, despite the fact that it separates two stream reaches that differ markedly at the morpho-dynamic and physico-chemical levels.

VARIATION SPATIO-TEMPORELLE DE LA STRUCTURE DE L'ÉPHÉMÉROPTÉROFAUNE DANS L'OUED SEJENANE (ICHKEUL, TUNISIE SEPTENTRIONALE)*

*Spatio-temporal variation of the structure of the ephemeropterofauna in Sejenane stream
(Ichkeul, northern Tunisia)**

MANEL KORBAA^{1*}, MUSTAPHA BEJAOUTI ET MONCEF BOUMAIZA

*¹Faculté des sciences de Bizerte, Laboratoire d'hydrobiologie littorale et limnique, 7021 Jarzouna, Tunisie

Reçu le 13 novembre 2006, accepté le 22 octobre 2007

*Cet article est une contribution aux actes de la 8^e Conférence Internationale des Limnologues d'Expression Française tenue à Hammamet, Tunisie, du 17 au 21 mars 2006 (Éditeurs : Téléspore SIME-NGANDO et Habib AYADI)

RÉSUMÉ

La variation spatio-temporelle de la structure du peuplement des Éphéméroptères a été étudiée durant sept mois (de mai à novembre 2003) dans quatre stations le long de l'oued Sejenane (Tributaire du lac Ichkeul, Nord tunisien).

L'Éphéméroptérofaune tunisienne peuple préférentiellement les stations situées en amont du barrage Sejenane en rapport avec leur plus faible minéralisation, une meilleure oxygénation des eaux ainsi qu'une texture plus grossière du substrat et un courant relativement plus rapide.

La structure de peuplement éphéméroptérologique est nettement déséquilibrée en faveur d'une seule espèce, *Caenis luctuosa*, qui se caractérise par une grande plasticité

phénotypique; elle est la plus prolifique, la plus abondante et la plus fréquente dans les quatre stations étudiées.

La répartition spatiale des Ephémères est directement conditionnée par la quantité des sels dissous. De l'amont vers l'aval, la structure de ce peuplement montre une évolution décroissante sous l'effet de l'élévation de la minéralisation des eaux.

L'analyse de dendrogramme de similitude interbiotope sépare les quatre stations étudiées en deux biotopes; l'affinité entre ces deux biotopes est réalisée à 48 %, ce qui montre que le barrage Sejenane ne constitue pas une forte barrière écologique ($I_j > 33\%$) pour les Éphéméroptères bien qu'il sépare deux milieux nettement différents sur les plans morpho-dynamique et physico-chimique.

Mots clés : Tunisie, Oued Sejenane, Ephéméroptères, structure.

*Auteure pour correspondance :

Téléphone: 21-6-59-07-17

Télécopie : 21-6-59-05-66

Courriel : manelkorbaa@yahoo.fr

ABSTRACT

The spatio-temporal variation in the community structure of Ephemeroptera was studied over a period seven of months (from May to November 2003) at four sampling stations along the Sejenane stream (tributary of the lake Ichkeul, northern Tunisia). The Ephemeroptera preferentially populate the stations located upstream of the Sejenane dam, due to the lower mineralization, better water oxygenation, coarser substrate texture and a relatively faster current that characterize these waters.

The structure of the Ephemeroptera population is sharply unbalanced in favour of a single species, *Caenis luctuosa*, which is characterized by a marked phenotypic plasticity; it is the most prolific, the most plentiful and the most frequent species at the four studied stations. The spatial distribution of the Ephemeroptera is directly conditioned by the quantity of dissolved salts. From upstream to downstream, the population structure changes markedly, presumably in response to the rise in the salinity of the water.

Analysis of the dendrogramme of interbiotope similarity separated the four stations into two biotopes. However, the affinity between these two biotopes is high (48%), suggesting that the Sejenane dam does not represent a strong ecological barrier ($I_j > 33\%$) for Ephemeroptera, despite the fact that it separates two stream reaches that differ markedly at the morpho-dynamic and physico-chemical levels.

Key words: Tunisia, Sejenane stream, Ephemeroptera, structure.

1. INTRODUCTION

Les Éphéméroptères, très largement répandus dans nos réseaux hydrographiques, constituent un ordre important parmi les macro-invertébrés dulcicoles; ils présentent une grande importance sur le plan écologique et biologique, d'une part par leur position dans le réseau trophique de l'écosystème lotique, et d'autre part par les indications qu'ils peuvent apporter sur la qualité des eaux (ALBA-TERCEDOR, 1996, 2000; ALBA-TERCEDOR et SANCHEZ-ORTEGA, 1988; BOUMAÏZA, 1994; KRAEÏM, 1994; VERNEAUX et TUFFERY, 1967).

En Tunisie, les travaux concernant ces insectes sont généralement d'ordre faunistique et écologique (BOUMAÏZA, 1994; BOUMAÏZA et THOMAS, 1986, 1994, 1995; GAUTHIER, 1928; LESTAGE, 1925). Les autres études, notamment de THOMAS et al., 1983, BEN ZINEB,

1996 et REJEB, 2003, sont en grande partie consacrées à la systématique et la biologie de quelques espèces. La faune des Éphéméroptères occupe une place importante dans nos réseaux hydrographiques aussi bien par le nombre d'espèces (22 espèces) que par le nombre d'individus récoltés (BOUMAÏZA, 1994).

2. MÉTHODOLOGIE

Dans chaque station, pour l'étude des paramètres abiotiques les plus importants, on a eu recours à la manipulation de divers appareils de mesure in situ et au laboratoire. Ces paramètres intéressent essentiellement la latitude, la longitude, l'altitude, la profondeur, la largeur, la texture du substrat, la température de l'eau, la vitesse du courant, la turbidité, la salinité, la conductivité électrique, le pH, la teneur en oxygène dissous et la teneur en cations majeurs (K^+ , Na^+ et Ca^{2+}).

Sur le terrain, des larves d'Éphémères ont été récoltées par un échantillonneur : filet de Surber (SURBER, 1937) d'ouverture rectangulaire, de vide de mailles 0,3 mm et muni d'un cadre de surface 0,05 m². Chaque échantillonnage est constitué de cinq prélèvements assez comparables. Au laboratoire, les larves sont triées sous loupe binoculaire puis conservées définitivement dans l'alcool à 70 %.

Le suivi de la structure de l'Éphéméroptérofaune a nécessité l'étude de certains paramètres écologiques tels que :

- la densité spécifique moyenne (D_m) : nombre d'individus de chaque espèce (n) dans 1 m² de surface (A_o)

$$D_m = \frac{n}{A_o} \quad (1)$$

- l'abondance relative (P_i) d'une espèce donnée : pourcentage entre le nombre total des individus de cette espèce (n) et le nombre total (N) des individus des différentes espèces présentes dans une station donnée

$$P_i = \frac{n}{N} \times 100 \quad (2)$$

- la fréquence (f_i) : définie comme étant le pourcentage entre le nombre d'individus d'une espèce i (n_i) dans tout le milieu et le nombre total des individus capturés de toutes les espèces du milieu (N_t) (ROGER, 1977)

$$f_i = \frac{n_i}{N_t} \times 100 \quad (3)$$

- l'affinité faunistique entre les différentes stations prospectées : déterminée à partir du calcul de l'indice de Jaccard (I_j) (MEMBIELA-IGLESIA et MARTINEZ-ANSEMIL, 1984).

$$I_j = \frac{2C_{ij}}{(A_i + B_j)} \times 100 \quad (4)$$

avec :

C_{ij} : nombre d'espèces communes aux deux stations (i et j);

A_i : nombre d'espèces présentes dans la première station (i);

B_j : nombre d'espèces présentes dans la seconde station (j).

3. CARACTÉRISATION DES STATIONS D'ÉTUDE

L'oued Sejenane est situé à l'extrême Nord de la Tunisie entre Cap Serrat et Garaât Ichkeul. Il s'écoule du Sud-Ouest au Nord-Est sur une longueur totale de 68,4 km (ZOUABI, 2003). Cet oued est considéré comme étant un cours d'eau

permanent puisqu'il reçoit une partie des eaux du barrage Sidi El Barrak (20 Millions $m^3 \cdot an^{-1}$) depuis l'année 1999, dans le but de participer à la préservation de l'équilibre écologique de l'écosystème de l'Ichkeul (D.G/B.G.T.H, 2002). Il traverse une région en grande partie montagneuse; seule la région sud est occupée par les plaines de Mateur et de Garaât Sejenane. La nature lithologique, à 75 % argileuse du remplissage alluvionnaire de la garaât, favorise la stagnation des eaux. Plus en aval, l'oued Sejenane assure le transfert de la totalité des eaux souterraines en direction du lac Ichkeul (BESBES et al., 1985).

Les prospections réalisées ont concerné quatre stations réparties le long de l'oued Sejenane : deux en amont du barrage et deux en aval (Figure 1; Tableau 1).

L'analyse des paramètres physico-chimiques mesurés de l'amont vers l'aval de l'oued Sejenane révèle une évolution spatiale décroissante pour la turbidité et le pH et croissante pour la température, la minéralisation et de la teneur des cations majeurs (K^+ , Na^+ et Ca^{2+}). La vitesse moyenne du courant est

Tableau 1. Localisation des stations prospectées.
Table 1. Location of the sampling stations.

Stations	1	2	3	4	
GPS	Latitude	37° 07, 219'	37° 08, 179'	37° 11, 252'	37° 11, 117'
	Longitude	009° 15, 801'	009° 22, 526'	009° 34, 757'	009° 35, 741'
Altitude (m)	108	95	13	7	
Pente (%)	0,1	0,1	0,08	0,05	

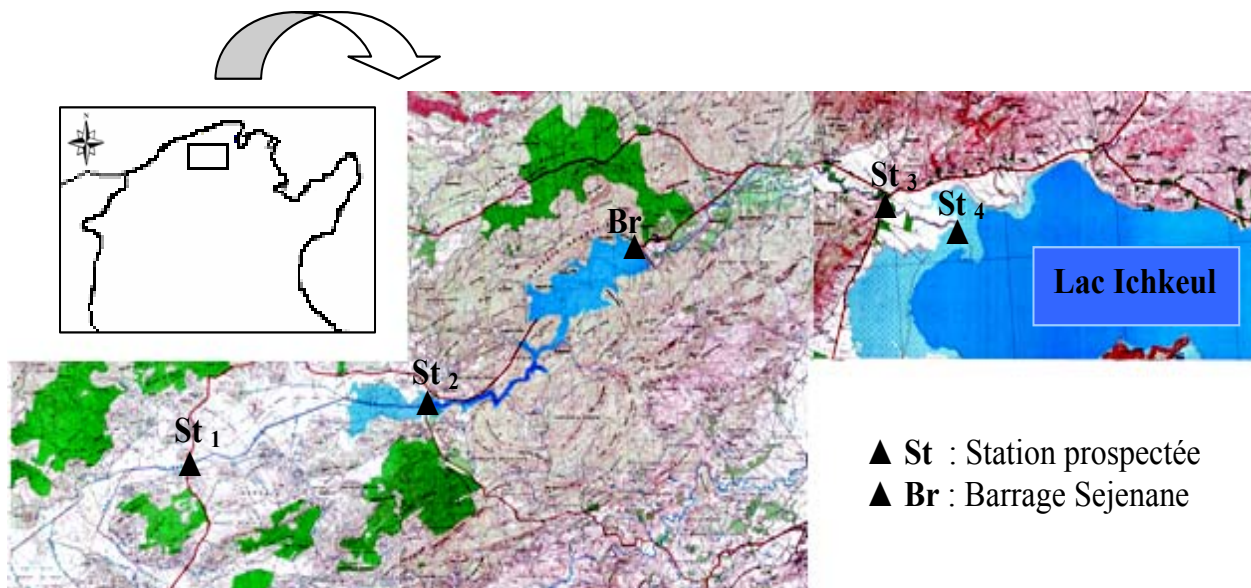


Figure 1. Situation géographique des stations d'étude (O T C, 1981, 1989a, b, c).
Geographical location of the study stations (O T C, 1981, 1989a, b, c).

qualifiée de très lente dans l'ensemble des stations et les eaux prospectées sont globalement bien oxygénées.

La station 4 la plus en aval est particulière car elle se détache très nettement des trois autres stations étudiées pendant toute la période d'étude, surtout au niveau de la minéralisation importante des eaux : salinité et conductivité électrique en général supérieures respectivement à 3 ‰ et 6 000 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ à 20 °C, teneurs en potassium, sodium et calcium pouvant dépasser respectivement 44 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, 735 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ et 58 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$.

Sur le plan temporel, la minéralisation de l'eau subit une élévation estivale qui coïncide avec l'augmentation de la température et l'installation des vents secs et chauds induisant une forte évaporation des eaux et une concentration plus importante en sels dissous (Tableau 2).

Malgré les variations spatio-temporelles de la minéralisation, les eaux de l'oued Sejenane sont douces dans l'ensemble; la salinité moyenne reste inférieure à 1 ‰ et la conductivité électrique ne dépasse pas 2 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 20 °C, si l'on fait exception de la station 4 la plus en aval (KORBÂA, 2005).

4. STRUCTURE DE L'ÉPHÉMÉROPTÉROFAUNE

Deux mille deux cent vingt-sept larves d'Ephémères ont été récoltées dans les quatre stations au cours des sept mois de prélèvement et ont été réparties en six familles, pour la majorité monospécifiques, sauf la famille des Baetidae qui comporte quatre espèces.

La station 1 présente toujours les densités larvaires en Éphéméroptères les plus élevées (5 156 et 1 184 $\text{ind}\cdot\text{m}^{-2}$ respectivement en juin et octobre 2003). Dans les autres stations, la densité demeure faible au cours de tous les mois de prélèvement ne dépassant pas les 352 $\text{ind}\cdot\text{m}^{-2}$ (Figure 2).

L'évolution spatio-temporelle de l'abondance relative spécifique met en évidence la dominance de l'espèce *Caenis luctuosa* dans les quatre stations prospectées et au cours des sept mois d'étude ($P_i > 36\%$). La station 2 est différente car *Baetis rhodani* devient la plus abondante pendant les mois de juillet et de novembre (respectivement $P_i = 53,8\%$

Tableau 2. Caractéristiques physico-chimiques des stations prospectées.
Table 2. Physico-chemical characteristics at the sampling stations.

Stations	1	2	3	4	
Profondeur (cm)	28,9 ± 4,68	24,8 ± 7,27	20,8 ± 3,47	250 ± 0	
Largeur (m)	12,5 ± 0,5	6,7 ± 1,3	30,5 ± 0,6	40 ± 0	
Fraction grossière du sédiment (%)	95	95	80	59	
Fraction fine du sédiment (%)	5	5	20	41	
Texture du substrat	sableux avec des galets, des blocs et des pierres	sableux plus rarement parsemé de galets et de pierres	texture moyenne à fine, sablo-vaseux	texture fine, plutôt vaseux	
Température moyenne de l'eau (°C)	24,56 ± 4,72	25 ± 4,79	25,93 ± 4,17	26,26 ± 4,02	
Vitesse moyenne du courant ($\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$)	9,30 ± 6,58	6,96 ± 9,67	9,75 ± 8,38	7,40 ± 4,06	
Turbidité moyenne (NTU)	933 ± 327	500 ± 219	317 ± 214	377 ± 429	
Salinité moyenne (‰)	0,35 ± 0,22	0,44 ± 0,28	0,73 ± 0,28	3,75 ± 0,67	
Conductivité électrique moyenne ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ 20 °C)	836 ± 409	1027 ± 380	1436 ± 351	6227 ± 1199	
Concentration moyenne des cations majeurs ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	K ⁺	4,51 ± 0	6,21 ± 3,09	7,15 ± 3,81	
	Na ⁺	155 ± 34	164 ± 44	403 ± 296	735 ± 421
	Ca ²⁺	40,9 ± 12,5	43,5 ± 9,4	57 ± 16,6	58,8 ± 10,1
Teneur moyenne en oxygène dissous ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	6,93 ± 1,54	7,91 ± 1,41	7,5 ± 1,96	6,73 ± 2,03	
pH	8,3 ± 0,28	8,1 ± 0,57	7,8 ± 1,07	7,8 ± 0,86	

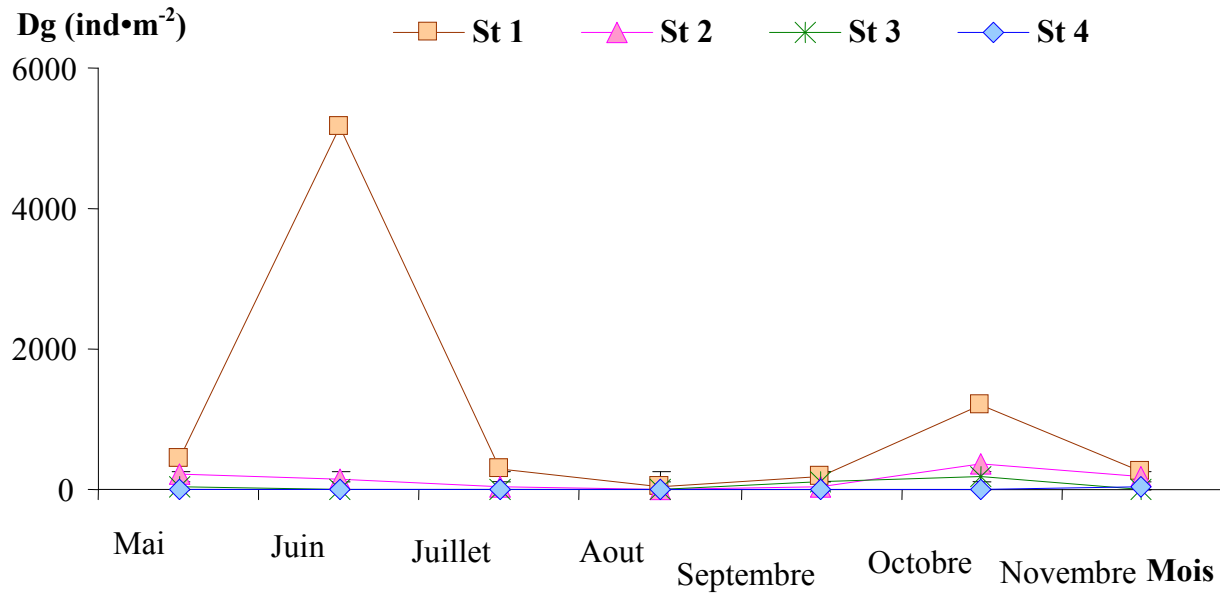


Figure 2. Évolution spatio-temporelle de la densité globale des larves d'Éphéméroptères récoltées dans l'oued Sejenane.
Spatio-temporal trends in the total density of Ephemeroptera larvae collected from the Sejenane stream.

Tableau 3a. Évolution spatio-temporelle de l'abondance relative spécifique des larves d'Ephéméroptères dans les stations en amont de l'oued Sejenane.

Table 3a. *Spatio-temporal trends in the specific relative abundance of Ephemeroptera larvae in the upstream stations in the Sejenane stream.*

Station 1							
Mois	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre
<i>Ca lu</i>	36,0	92,9	52,9	50	63,0	94,3	94,0
<i>B pa</i>	32,4	0,5	4,3	0	0	0	1,4
<i>B rh</i>	27,0	2,8	0	0	30,4	0	4,5
<i>Ce lu</i>	0	0	0	0	0	1,0	0
<i>C co</i>	0	0	0	0	0	1,35	0
<i>C ma</i>	4,5	0,9	34,2	50	6,5	3,0	0
<i>E gl</i>	0	0,9	8,6	0	0	0	0
<i>P lu</i>	0	1,8	0	0	0	0	0
<i>E sp</i>	0	0,1	0	0	0	0,3	0
Station 2							
Mois	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre
<i>Ca lu</i>	58,6	81,3	7,7	0	66,7	95,5	9,8
<i>B pa</i>	0	6,3	15,4	0	0	1,1	4,9
<i>B rh</i>	3,5	12,5	53,8	0	0	2,3	39,0
<i>Ce lu</i>	0	0	0	0	0	0	14,6
<i>C co</i>	0	0	0	0	0	0	31,7
<i>C ma</i>	37,9	0	0	0	33,3	0	0
<i>E gl</i>	0	0	23,1	100	0	1,1	0
<i>P lu</i>	0	0	0	0	0	0	0
<i>E sp</i>	0	0	0	0	0	0	0

Tableau 3b. Évolution spatio-temporelle de l'abondance relative spécifique des larves d'Ephéméroptères dans les stations en aval de l'Oued Sejenane.
Table 3b. Spatio-temporal trends in the specific relative abundance of Ephemeroptera larvae in the downstream stations of the Sejenane stream.

Station 3							
Mois	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre
<i>Ca lu</i>	100	100	100	0	53,3	100	0
<i>B pa</i>	0	0	0	0	0	0	0
<i>B rh</i>	0	0	0	0	23,3	0	0
<i>Ce lu</i>	0	0	0	0	0	0	0
<i>C co</i>	0	0	0	0	0	0	0
<i>C ma</i>	0	0	0	0	23,3	0	0
<i>E gl</i>	0	0	0	0	0	0	0
<i>P lu</i>	0	0	0	0	0	0	0
<i>E sp</i>	0	0	0	0	0	0	0

Station 4							
Mois	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre
<i>Ca lu</i>	0	0	0	0	0	75	100
<i>B pa</i>	0	0	0	0	0	0	0
<i>B rh</i>	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ce lu</i>	0	0	0	0	0	0	0
<i>C co</i>	0	0	0	0	0	0	0
<i>C ma</i>	0	0	0	0	0	25	0
<i>E gl</i>	0	0	0	0	0	0	0
<i>P lu</i>	0	0	0	0	0	0	0
<i>E sp</i>	0	0	0	0	0	0	0

(*Ca lu* : *Caenis luctuosa*, *B pa* : *Baetis pavidus*, *B rh* : *B. rhodani*, *Ce lu* : *Centroptilum luteolum*, *C co* : *Cloen cognatum*, *C ma* : *Choroterpes mauritanicus*, *E gl* : *Ephemera glaucops*, *P lu* : *Potamanthus luteus* et *E sp* : *Ecdyonurus sp*).

et 39,0 %) et *Ephemera glaucops* prédomine le mois d'août (Tableaux 3a et 3b).

L'analyse de la fréquence des différentes espèces d'Ephéméroptères recensées dans l'ensemble du milieu révèle que *Caenis luctuosa* est l'espèce la plus fréquente ($f_i = 84\%$). Les autres espèces sont très peu fréquentes ($2\% < f_i < 5,5\%$) (*Baetis pavidus*, *Baetis rhodani* et *Choroterpes mauritanicus*) ou même rares ($f_i \leq 1\%$) (*Centroptilum luteolum*, *Cloen cognatum*, *Ephemera glaucops*, *Potamanthus luteus* et *Ecdyonurus sp*) (Figure 3).

5. DISCUSSION ET CONCLUSION

« Pour toute espèce, le taux d'accroissement exerce un contrôle qui fait qu'une espèce, quel que soit le groupe auquel elle appartient, ne peut submerger la biosphère » (ROGER, 1977). En effet, si une population montre une densité excessive dans un biotope, c'est qu'elle trouve l'écoespace nécessaire pour son développement (KHALLOUFI, 1998). Dans notre cas, l'espèce *Caenis luctuosa* est la plus prolifique,

elle a l'effectif le plus élevé, elle s'avère la plus dense, la plus abondante ($P_i > 60\%$) et la plus fréquente ($f_i = 84\%$) dans les quatre stations étudiées. Ainsi, la structure de ce peuplement éphéméroptérologique est nettement déséquilibrée en faveur d'une seule espèce, *Caenis luctuosa*, qui se caractérise par une grande plasticité phénotypique; c'est une espèce euryèce, la plus tolérante et la plus robuste des espèces d'Ephéméroptères (BOUMAÏZA, 1994).

La répartition spatiale des Éphémères est directement conditionnée par la quantité des sels dissous; la richesse diminue essentiellement avec l'élévation de la minéralisation des eaux. En effet, l'apparition des larves coïncide avec l'installation des conditions les plus favorables, notamment une faible minéralisation des eaux due aux apports plus ou moins importants d'eau plus douce évacuée du barrage Sidi El Barrak. Ces résultats sont en accord avec les observations de BOUMAÏZA (1994) et de REJEB (2003) dans d'autres réseaux hydrographiques tunisiens, entre autres ceux du nord-ouest. Ainsi, les Éphéméroptères sont présents pendant toute la période d'étude mais leur prolifération est liée à la stabilité des facteurs écologiques.

□ *Ca lu* ■ *B pa* ▨ *B rh* ▩ *Ce lu* ▩ *C co* ▩ *C ma* ■ *E gl* ▨ *P lu* ▩

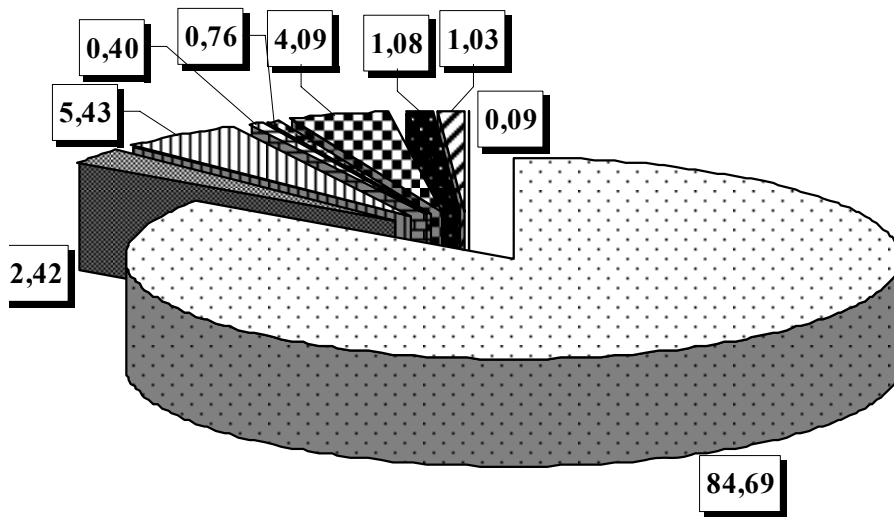


Figure 3. Fréquence spécifique des larves d’Éphéméroptères dans le milieu d’étude.
Specific frequency of Ephemeroptera larvae in the sampled stream.

Le suivi faunistique, aussi bien qualitatif que quantitatif des peuplements d’Éphémères, révèle une nette variation sur le plan spatio-temporel des paramètres descripteurs de cet ordre. La structure de l’Éphéméroptérofaune montre une évolution décroissante de la densité globale de l’amont vers l’aval de l’oued Sejenane, en étroite relation avec la variation des paramètres abiotiques (particulièrement la granulométrie et la minéralisation).

L’étude de l’association interspécifique montre une certaine homogénéité écologique des Éphémères dans l’oued Sejenane puisque les espèces recensées possèdent en général une grande affinité entre elles ($I_a \geq + 0,5$).

Le calcul de l’indice d’affinité de Jaccard, basé sur l’Éphéméroptérofaune, permet de construire le dendrogramme de similitude interbiotope et de séparer les quatre stations étudiées en deux biotopes (Figure 4) :

- le premier biotope, situé en amont du barrage, regroupe les stations 1 et 2 à forte affinité : ($I_j = 87,5$ %);
- le second biotope, situé plus en aval à proximité du lac Ichkeul, est formé par les stations 3 et 4 ($I_j = 80$ %).

L’analyse de ce dendrogramme révèle que l’affinité entre ces deux biotopes est réalisée à 47,7 %, ce qui montre que le barrage ne constitue pas une forte barrière écologique ($I_j > 33$ %) (SANCHEZ-ORTEGA et AZZOUZ, 1998) pour les Éphéméroptères malgré qu’il sépare deux milieux nettement différents sur les plans morphodynamique et physico-chimique.

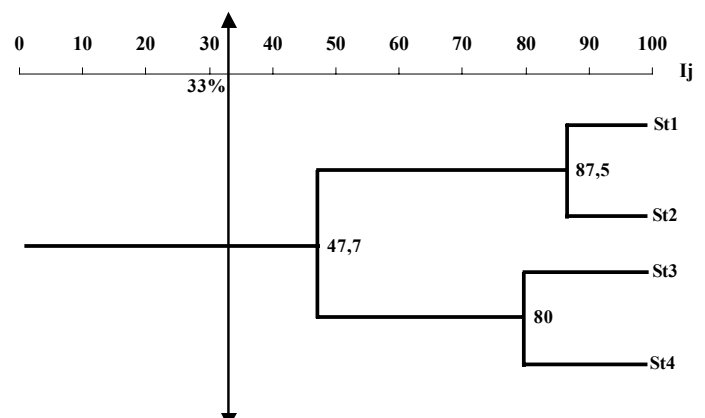


Figure 4. Cluster de l’affinité faunistique établi entre les biotopes à partir de l’indice de Jaccard.
Faunistic affinity cluster established between the biotopes as calculated using the Jaccard index.

6. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALBA-TERCEDOR J. (1996). Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de Los Rios. *IV Simposio del Agua en Andalucía (SIAGA)*. Almeria, II, 203- 213.
- ALBA-TERCEDOR J. (2000). BMWP', un adattamento spagnolo del « British biological monitoring working party (BMWP) score system ». *Biol. Amb*, 14 : 65- 67.
- ALBA-TERCEDOR J. et A. SANCHEZ-ORTEGA (1988). Un método rápido y simple evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes basado en el de Hellawell (1978). *Limnética*, 4, 51-56.
- BEN ZINEB E. (1996). *Les Éphéméroptères (Insecta, Ephemeroptera) du bassin versant de la Mejerda (Tunisie) : contribution à l'étude biosystématique et écologique*. D.E.A. écologie animale, Faculté Sciences Tunis, Tunisie, 92 p.
- BESBES M., M. ENNABLI, M. GHOURABI et Y. SELMI (1985). Étude sur modèle numérique du drainage des nappes phréatiques. Actes. *1^{er} Cong. Nat. Sc. Terre*, Tunis, Tunisie (II), 335-340.
- BOUMAIZA M. (1994). *Recherches sur les eaux courantes de Tunisie. Faunistique, Écologie et Biogéographie*. Thèse de doctorat d'État es Sciences Biologiques. Faculté Sciences Tunis, Tunisie, 429 p.
- BOUMAIZA M. et A.G.B. THOMAS (1986). *Répartition et écologie des Éphéméroptères de Tunisie (1^e partie)* (Insecta, Ephemeroptera). Arch. Inst. Pasteur. Tunis, 63, 567-599.
- BOUMAIZA M. et A.G.B. THOMAS (1994). Premier inventaire faunistique et biogéographique des Baetidae (Insecta, Ephemeroptera) de Tunisie. *Bull. Soc. Sc. Nat., Tunisie*, 23, 26-30.
- BOUMAIZA M. et A.G.B. THOMAS (1995). Distribution and ecological limits of Baetidae vs. the other mayfly families in Tunisia: a first evaluation (Insecta, Ephemeroptera). *Bull. Soc. Hist. Toulouse*, 131, 27-33.
- DG/BGTH. (2002). *Les barrages en exploitation : rapport synthétique 2001-2002*. Ministère de l'agriculture et de l'environnement et des ressources hydrauliques, Tunis, Tunisie, 76 p.
- GAUTHIER H. (1928). *Recherches sur la faune des eaux continentales de l'Algérie et de la Tunisie*. MINERVA (ÉDITEURS), Alger, Algérie, 419 p.
- KHALLOUFI N. (1998). *Contribution à l'étude morphologique, anatomique et écologique de 15 espèces de mollusques des eaux douces de Tunisie*. D.E.A. écologie animale, Faculté Sciences Tunis, Tunisie, 186 p.
- KORBAA M. (2005). *Contribution à l'étude de la biodiversité de deux ordres d'insectes hétérométaboles : les Éphéméroptères et les Odonates dans l'oued Sejenane*. D.E.A. Sciences de l'Environnement. Faculté Sciences Bizerte, Tunisie, 117 p.
- KRAIEM M.M. (1994). *La pollution des eaux continentales et les indicateurs biologiques*. Thèse de doctorat d'État es Sciences Biologiques (2^e Thèse bibliographique). Faculté Science Tunis, Tunisie, 60 p.
- LESTAGE J.M. (1925). Éphéméroptères, Plécoptères et Trichoptères recueillis en Algérie par M. H Gauthier et liste des espèces connues actuellement de l'Afrique de Nord. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. N.*, 16, 8-18.
- MEMBIELA IGLESIA P. et E. MARTINEZ ANSEMIL (1984). Larves de Plecopteros del Rio Tambre (Galicia) : *Estudio Ecologico. Boln. Asp. Ent.*, 8, 101-109.
- O.T.C. (1981). *Carte topographique de Menzel Bourguiba N. O. Feuille 6 (1 : 25 000)*. Tunis.
- O.T.C. (1989a). *Carte topographique de l'Oued Sejan N. E. Feuille 5 N. E. (1 : 25 000)*. Tunis.
- O.T.C. (1989b). *Carte topographique de l'Oued Sejan S. E. Feuille 5 S. E. (1 : 25 000)*. Tunis.
- O.T.C. (1989c). *Carte topographique de l'Oued Sejan S. O. Feuille 5 S. O. (1 : 25000)*. Tunis.
- REJEB F. (2003). *Contribution à l'étude systématique, écologique et biologique des Éphéméroptères (Insecta, Ephemeroptera) du Nord de la Tunisie*. D.E.A. Sciences de l'Environnement. Faculté Sciences Bizerte, Tunisie, 163 p.
- ROGER J. (1977). *Collection d'écologie : Paléoécologie*. Masson (Éditeur), Paris, France, 170 p.
- SANCHEZ-ORTEGAA. et M. AZZOUZ (1998). Faunistique et phénologie des Plécoptères (Insecta, Plecoptera) du Rif marocain (Afrique du Nord). Relations avec les autres aires de la région méditerranéenne occidentale. *Bull. Soc. Ent. Suisse*, 71, 449-461.
- SURBER E.W. (1937). Rainbow trout and bottom fauna production in one mile of stream. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 66, 193-202.

- THOMAS A.G.B., M. BOUMAIZA et T. SOLDAN (1983).
Baetis punicus n. sp. Ephéméroptère nouveau de Tunisie
(Baetidae). *Ann. Limnol.*, 19, 107-111.
- VERNEAUX J. et T.G. UFFERY (1967). Une méthode
zoologique pratique de détermination de la qualité biologique
des eaux courantes. *Ann. Sci. Univ. Besançon*, 3, 79-89.
- ZOUABI B. (2003). *Étude de la qualité des eaux du Barrage
Sejnane*. D.E.A. Géologie Appliquée à l'Environnement.
Faculté Sciences Tunis, Tunisie, 96 p.