

Écologie et biomonitoring des cours d'eau du Liban septentrional. 1. La rivière Aarqa [Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera]

par Aref DIA*¹ & Alain THOMAS**

*Université Libanaise, Conseil National de la Recherche Scientifique, B. P. 11-8281
Riad el Sohl, Beyrouth, Liban

** Évolution et Diversité Biologique, UMR CNRS 5174, Bât.R3b2, Université Paul Sabatier
118 route de Narbonne, F - 31062 Toulouse Cedex 9, France

1. Travail subventionné par le CNRS libanais

Mots-clés : répartition écologique, bassin hydrographique, sources, pollutions organiques, qualité de l'eau, indice biotique, score moyen.

9 stations de récolte, parmi lesquelles 4 sources, ont été prospectées sur le bassin hydrographique très anthropisé de la petite rivière Aarqa. La répartition des EPT (Ephemeroptera, Plecoptera et Trichoptera) y a été étudiée de mars à novembre, en même temps que 12 paramètres physico-chimiques. L'impact anthropique le plus fort a lieu dans les sources. La qualité de l'eau a été évaluée à chaque station par l'indice biotique spécifique SMEPL (Score Moyen des Éphémères et des Plécoptères du Liban : DIA et al. 2002).

Ecology and biomonitoring of streams in Northern Lebanon. 1. The Aarqa river [Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera]

Keywords: ecological distribution, catchment, springs, organic pollutions, water quality, biotic index, mean score.

9 stations, including 4 springs, were surveyed in the polluted catchment of the small river Aarqa. 12 physico-chemical parameters and the ecological distribution of EPT (Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera) were studied from March to November. The strongest human impact occurred in springs. Water quality was assessed using the specific biotic index SMEPL (Mean Score of Ephemeroptera and Plecoptera of Lebanon: DIA et al. 2002).

1. Introduction

Le présent travail est une contribution à la limnologie des eaux courantes méditerranéennes de l'Est, dont les caractéristiques dominantes sont l'hétérogénéité des bassins hydrographiques, ainsi que la diversité et l'irrégularité du débit.

Notre étude concerne une petite rivière du Nord Liban -l'une des régions du Proche-Orient peu étudiées jusqu'ici- située sur la façade maritime des massifs calcaires du Mont Liban, où les écoulements superficiels sont largement alimentés par des nappes souterraines karstiques.

Neuf stations appartenant au bassin de la rivière Aarqa, ont ainsi fait simultanément l'objet de prélèvements de faune benthique et d'analyses de l'eau pendant huit mois, de mars à novembre 2000.

Les résultats détaillés du cycle d'analyses concernant quatorze paramètres physiques et chimiques de l'eau font l'objet d'une publication distincte (A. Dia, en cours).

L'utilisation des EPT (Éphémères, Plécoptères et Trichoptères) parmi les organismes pollu-sensibles déterminés à l'espèce est devenue classique dans plusieurs pays et même continents, car sa précision présente un intérêt particulier en biomonitoring (HELLAWELL 1989, ROSENBERG & RESH 1993).

2. Le bassin hydrographique de la rivière Aarqa : généralités

Situation géographique et description

Le bassin de la rivière Aarqa est l'un des plus septentrionaux du Liban. Il se situe sur le versant Ouest du Mont-Liban, entre 34°28' et 33' N et entre 35°56' et 36°14' E, pour une superficie de 153 km². Il s'agit d'un petit réseau hydrographique côtier, d'altitude moyenne (sommet le plus élevé à 1300 m ; aucune source, aucun écoulement à plus de 900 m). Il est montagneux à 75%, le reste correspondant à la plaine côtière. Une partie importante du cours se situe dans une région de collines, au-dessous de 500 m d'altitude.

Après un cours de 20 km, l'Aarqa se jette dans la Méditerranée, à une vingtaine de km au Nord-Est de la ville de Tripoli. Les bassins hydrographiques adjacents sont : au Nord, Nahr Aaouiq et Nahr Oustouane ; à l'Est, Nahr Oustouane ; au Sud, Nahr El Bared et Nahr Ej Jamousse.

Ce réseau est essentiellement monoaxial, avec deux affluents de rive gauche (Nahr El Houaïch et Nahr Châne) et un affluent de rive droite (Nahr El Maïyet).

Le Nahr El Houaïch prend naissance à une altitude de 850 m et forme plusieurs chutes et marmites. Ses rives sont riches en petites sources, mais en période d'étiage, plusieurs tronçons s'assèchent par suite de l'importance des pompages pour l'irrigation.

Le Nahr Châne, d'aspect et substrat voisins, prend ses sources vers 500 m d'altitude et forme une succession de seuils et de mouilles, affectée aussi par les pompages.

Le Nahr El Maïyet est temporaire et ne rejoint la rivière Aarqa que pendant la saison humide. Ses eaux naissent de plusieurs petites sources à faible débit (de 2,4 à 9,9 L/s), alimentées par l'aquifère jurassique, et d'altitude comprise entre 550 et 700 m. Ces sources se trouvent dans des zones urbanisées (villages).

Le débit de l'Aarqa est sensiblement accru à 255 m par l'apport de la source El Gharah (environ 50 L/s), non prospectée en raison d'un accès long et difficile.

Géologie et nature du substratum

Le substratum de base de l'Aarqa est formé essentiellement de terrains calcaires. Plusieurs zones se succèdent :

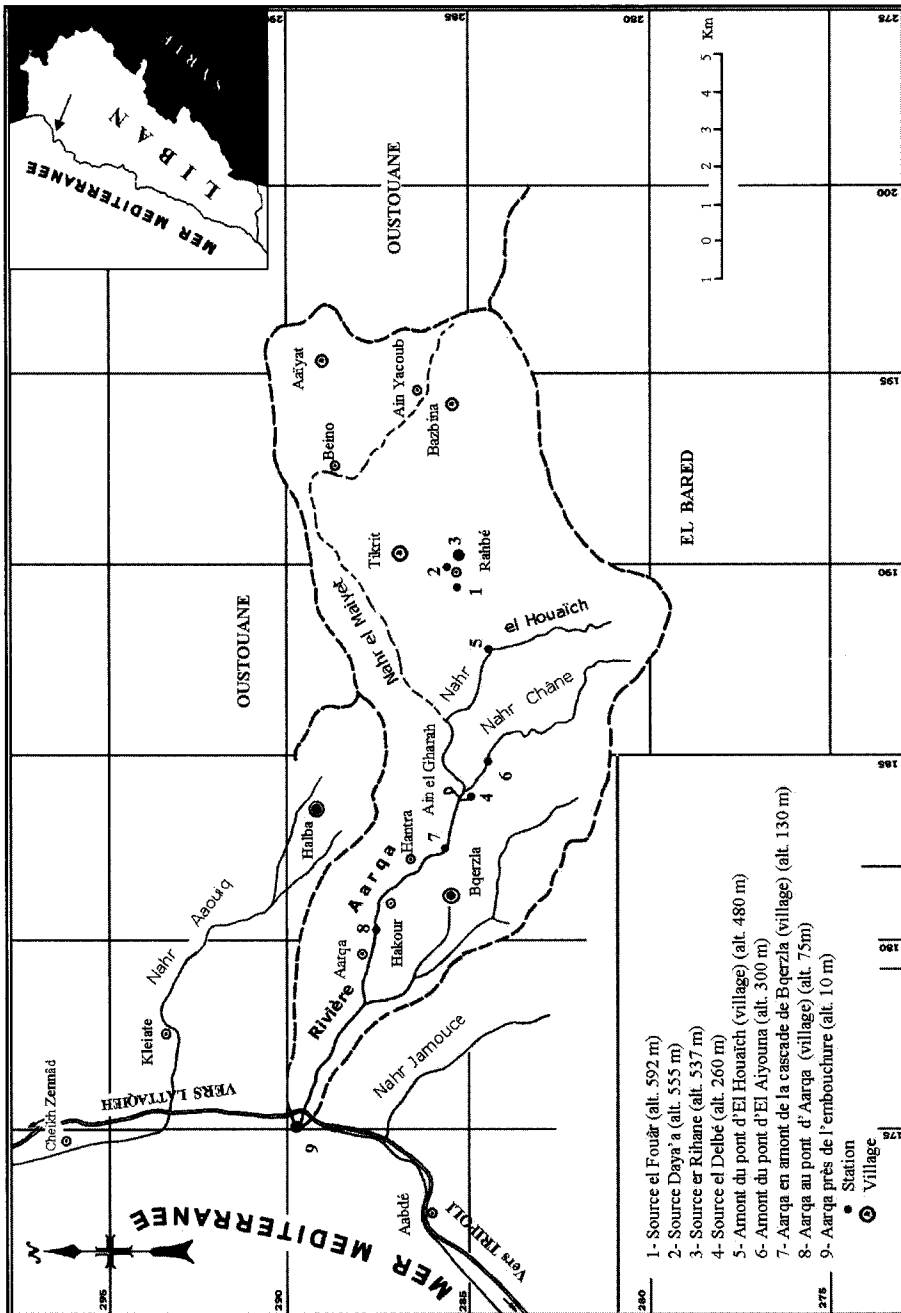


Fig. 1. Le bassin de la rivière Aarqa. Situation géographique et emplacement des stations.

Fig. 1. The river Aarqa catchment. Sampling sites.

- dans la haute vallée, la rivière coule sur des calcaires (Cénomano-turonien), un grès de base, et une alternance de terrains argilo-sableux et de bancs calcaires (Crétacé Aptien) ;
- dans la zone moyenne, les terrains sont constitués par des argiles et des marnes sableuses et calcaires (Pliocène sédimentaire) ;
- au voisinage de l'embouchure, il s'agit d'alluvions quaternaires (terres arables).

À son débouché dans la plaine d'Aakkâr, au pied d'un énorme tell, la rivière a entaillé marnes sableuses et mollasses calcaires en une gorge de près de 15 m de hauteur dont l'encaissement diminue ensuite progressivement.

Pluviométrie

Les précipitations annuelles, comprises entre 700 et 900 mm par an, sont très inégalement réparties sur les mois de l'année. La saison des pluies commence au mois de novembre et se termine au mois de mars. Les autres mois sont secs. Le climat est méditerranéen subhumide avec un hiver doux, et un été chaud.

Végétation et cultures

De l'amont vers l'aval se succèdent :

- dans la haute vallée : des forêts de conifères et des forêts de feuillus (partie Nord-Ouest), des zones arbustives, des plantations d'arbres fruitiers (village d'El Houaïch). ABI-SALEH (1978) a défini au niveau de ce secteur un étage de végétation thermoméditerranéen, constitué par des séries à *Quercus calliprinos* et *Q. infectoria* sur roche mère calcaire, *Pin brutia* et Cyprès sur marnes et marnes calcaires, enfin Pin Pignon sur grès ;
- dans la partie basse des collines : des vergers (oliviers et citronniers) et des vignes (villages de Bqerzla et Hakour) ;
- dans la plaine côtière d'Aakkâr : des cultures d'agrumes, légumes, arachide et maïs.

Les rives portent par endroits quelques îlots de ripisylve, à base de Peupliers, Saules et surtout Lauriers-roses.

3. Les stations d'étude : description et paramètres physico-chimiques

Neuf stations (Fig. 1) ont été suivies. Pour chacune, sont indiquées ci-dessous : l'altitude (A), la largeur (L) du lit et la vitesse moyenne du courant (Vm). La nomenclature de BERG (1948) a été utilisée pour la vitesse du courant et celle de CAILLEUX (1954) pour la granulométrie. La Fig. 2 regroupe les valeurs *maximales* relevées pour les principaux paramètres physico-chimiques de l'eau, sur une série de 6 mesures échelonnées sur 9 mois et effectuées en même temps que les prélèvements de faune.

STATIONS a)	Altitude	Δ Cdt	Δ pH	NO ₃	NO ₃	NO ₂	NH ₄
	m	μ S/cm	□	mg/L	moyenne	mg/L	mg/L
1. Source El Fouâr	592	460-535	7,50-7,95	4,0	3,7	0,015	0,08
2. Source Daya'a	555	430-475	7,45-8,00	5,3	4,8	0,013	0,05
3. Source Er Rihané	537	555-625	7,25-7,95	11,4	11,0	0,011	0,06
4. Source El Delbé	260	415-470	7,45-7,90	9,0	8,1	0,015	0,05
5. Nahr El Houaïch	480	505-615	7,85-8,25	5,1	4,7	0,031	0,10
6. Nahr Châne	300	450-545	8,05-8,20	12,8	11,8	0,028	0,08
7. Aarqa amont Bqerzla	130	450-505	7,85-8,10	9,5	8,5	0,030	0,07
8. Aarqa pont → Tripoli	75	440-550	8,05-8,40	9,9	8,9	0,023	0,13
9. Aarqa embouchure	10	420-465	8,10-8,15	8,1	6,1	0,067	0,93

STATIONS b)	T maxi	HCO ₃	Dureté totale	Ca	SO ₄	Cl	PO ₄
	°C	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
1. Source El Fouâr	15,9	284	179	42	28	13,9	0,06
2. Source Daya'a	15,2	275	189	42	9	12,3	0,09
3. Source Er Rihané	16,8	350	168	44	9	16,2	0,09
4. Source El Delbé	19,0	255	131	46	6	18,5	0,08
5. Nahr El Houaïch	17,2	300	152	42	85	18,5	0,20
6. Nahr Châne	18,0	271	173	42	25	22,3	0,08
7. Aarqa amont Bqerzla	19,0	263	152	40	25	21,6	0,13
8. Aarqa pont → Tripoli	21,5	250	158	44	25	22,3	0,10
9. Aarqa embouchure	23,0	259	137	36	27	22,3	0,08

Fig. 2. Paramètres physico-chimiques : valeurs maximales relevées aux stations de la rivière Aarqa.

Fig. 2. Physico-chemical parameters: maximal values at sampling sites of the Aarqa river.

A. Les sources

Station 1 : Source El Fouâr.

À 1 km du village de Rahbé : A = 592 m ; L = 1 m. De type semi-rhéocrène, elle est captée dans un bassin en pierres. Le fond de la vasque d'émergence et du petit émissaire est formé de débris végétaux, de sables, cailloux, graviers et galets, recouverts partiellement par des algues filamenteuses vertes et des Bryophytes. Courant de l'émissaire modéré ($V_m = 42$ cm/s). Végéta-

tion des rives abondante. Ces dernières sont occupées par des cafés-restaurants. Au-delà d'une dizaine de m vers l'aval, l'écoulement est utilisé pour l'irrigation et se perd dans les champs.

Station 2 : Source Daya'a.

À l'intérieur du village de Rahbé : A = 555 m; L = 0,5 m. De type semi-rhéocrène, cette petite source est bétonnée et canalisée pour l'irrigation et l'utilisation domestique. Fond de blocs, cailloux, galets, graviers, recouvert partiellement de Bryophytes et d'algues filamenteuses. Profondeur faible, assez uniforme. L'écoulement est lent à très lent ($V_m = 10$ cm/s) et au-delà de 5 m en aval, il disparaît sous terre.

Station 3 : Source Er Rihané.

Elle aussi dans le village de Rahbé : A = 537 m, avec deux points de jaillissement:

- l'un semi-rhéocrène forme une vasque (L = 10 m), aménagée et bétonnée. Fond de sables, limons, graviers, galets et blocs, avec des macrophytes. Courant lent ($V_m = 14$ cm/s).

- l'autre, plus petit (L < 1 m) et plus rapide, est de type rhéocrène ($V_m = 60$ cm/s).

Les deux émissaires se rejoignent pour former un ruisseau coulant sur des galets et des cailloux. Un égout provenant du village de Rahbé se déverse dans cet écoulement long d'environ 5 m, avant qu'il ne soit entièrement détourné et épuisé pour l'irrigation. Les deux sources et les deux émissaires ont été prospectés. Rives à végétation arbustive.

Station 4 : Source El Delbé.

Site bien ensoleillé dans une zone de collines : A = 260 m ; L = 0,5 m. L'eau s'écoule d'une petite faille, à faible débit (8 L/s), lentement ($V_m = 12$ cm/s), sur un substrat formé de sables, blocs, cailloux, galets, recouverts partiellement par des algues filamenteuses. La profondeur est très faible. Quelques platanes et une végétation herbacée sur les rives. En amont, un captage alimente des villages en eau de boisson. Des troupeaux de caprins fréquentent cet endroit.

B. Les affluents

Station 5 : Nahr El Houaïch

Dans le village d'El Houaïch, en amont du pont routier : A = 480 m ; L = 1 à 2 m. Lit formé de blocs encroûtés, cailloux, galets dont certains recouverts d'algues filamenteuses et de Bryophytes, avec quelques bancs de sable et de limons. Courant lent à modéré ($V_m = 33$ cm/s). Abondante végétation arborescente et arbustive (surtout à base de Lauriers-roses) sur les rives. Cette station est affectée par les activités agricoles, avec, en période estivale, un débit très réduit et une faible vitesse d'écoulement ($V_m = 12$ cm/s).

Station 6 : Nahr Chêne en amont du pont El Aiyouna.

Près du pont El Aiyouna, sur la route El Houaïch-Bqerzla : A = 300 m ; L = 1 à 2 m. Lit très hétérogène, constitué de cailloux rugueux, alvéolés (tufs) et enchâssés dans un substrat friable, formant une succession de seuils et de marmites. Quelques bancs de sables et de graviers alternent avec des rochers portant des Bryophytes. Courant lent à modéré ($V_m = 26$ cm/s). La vallée

est ombragée par une ripisylve. Le substratum de cette zone est perturbé lors du remplissage des citernes pour l'irrigation.

C. Le cours principal

Station 7 : la rivière Aarqa en amont de la petite cascade de Bqerzla.

Dans une vallée sinueuse formée de gorges, au pied du village de Bqerzla et à 2 km en aval de la source principale El Gharah : A = 130 m ; L = 4 à 6 m. Alternance de zones calmes (sédiments fins, sables-limons-argiles avec des blocs et cailloux, débris végétaux, macrophytes rivulaires) et de zones plus rapides (blocs parfois encroûtés de tufs calcaires, galets, graviers recouverts ou non d'algues filamenteuses et de périlithon dense) ; variation importante de la vitesse du courant (V maximale mesurée = 96 cm/s ; Vm = 32 cm/s) et de la profondeur, de l'ordre d'un m au niveau des mouilles. Ripisylve à base de Peupliers, Saules et Lauriers-roses. Plusieurs cafés-restaurants sont installés au bord de l'eau.

Station 8 : la rivière Aarqa au pont d'Aarqa.

Au pont routier Tripoli-Halba, à 6 km de l'embouchure : A = 75 m ; L = 4 à 6 m. Courant modéré (Vm = 50 cm/s ; V en surface au mois d'avril = 63-83 cm/s). Substrat formé de dépôts alluviaux (galets lisses, graviers, cailloux recouverts partiellement par des algues filamenteuses vertes) mêlés à des débris végétaux. En certains endroits du lit, de gros blocs sont enchâssés dans des sédiments fins. Un canal bétonné longe la rivière pour irriguer la plaine fertile d'Aakkâr. Les berges sont sablo-limoneuses avec des cailloux, bordées par des hydrophytes partiellement émergés. La ripisylve abondante est constituée de roseaux et d'arbustes, accompagnés par une végétation herbacée. Les rives sont souillées par des fumiers de bovins, des rejets domestiques divers, y compris des huiles de moteurs.

Station 9 : la rivière Aarqa à l'embouchure.

Au pont routier Tripoli-El Aarida, à 25 m de l'embouchure. A = 10 m ; L = 4 à 6 m. Par la nature du substratum, l'aspect des berges et la ripisylve, elle ressemble à la station 8 mais, à cause des pompages pour les cultures à haute productivité, elle n'est en eau que de décembre à avril ou début mai. En avril se forment des vasques qui s'assèchent à la fin mai. D'autre part, en mars et avril, le fond subit jusqu'au milieu du lit un fort piétinement par les agriculteurs, lors du lavage intensif des légumes. À la fin de la période d'écoulement, la pollution azotée toxique est beaucoup plus élevée qu'aux autres stations (Fig. 2).

En résumé, dans la haute vallée, on note des pompages jusqu'à la mise à sec de certains secteurs, un épandage incontrôlé de pesticides sur les arbres fruitiers et d'engrais chimiques azotés sur les sols, enfin la pollution microbienne de plusieurs sources situées en secteurs urbanisés, par des rejets d'eaux usées brutes. Sur le cours moyen, en l'absence de réseaux d'égouts, le contenu des fosses d'aisance et les eaux usées de plusieurs villages (Bqerzla, Hakour, Hantra, ...) sont déversés directement dans la rivière sans aucun traitement. En outre, les poissons sont l'objet d'un important braconnage par déversements instantanés de substances toxiques (à base de soufre, d'eau de Javel et autres).

4. La faune des Éphéméroptères, Plécoptères et Trichoptères

Modalités de prélèvements

Un filet Surber (vide de maille = 250 µm) a été utilisé lors de 7 séries mensuelles de prélèvements, les : 26-III, 21-IV, 28-V, 17-VI, 1-VII, 3-VIII et 22-XI-2000.

Des prélèvements et chasses à vue au troubleau et à la pince ont aussi été effectués en même temps, pendant une heure.

Le matériel total d'EPT récolté est indiqué sous le nom de chaque espèce (Fig. 3). En ce qui concerne les relevés au Surber, la densité de population mentionnée correspond au total récolté, ramené à un m² pour chaque espèce à chaque station.

Les Éphéméroptères

14 espèces d'Éphémères (Fig. 3) colonisent le réseau hydrographique de l'Aarqa, soit davantage que les Trichoptères, ce qui s'explique seulement par le petit nombre d'espèces de ce dernier ordre dans les sources (St 1 à 4).

Parmi les EPT, les Baetidae constituent de loin la famille la plus riche (9 espèces), la plus fréquente (fréquence d'occurrence : 77,8 %) et la plus abondante (81,9 % du total des Éphémères).

Habrophlebia sp. et *Rhithrogena znojko*i sont rares, seulement présentes respectivement à la station 5 et à la station 6. *Electrogena galileae* n'a été rencontrée qu'aux stations 4 et 5 où elle se montre fort peu rhéophile (0 à 20 cm/s).

On relève la disparition d'*Ephemerella danica perpallida* à la station 8, alors que la granulométrie du substratum lui est plus favorable qu'aux autres stations et que cette espèce peut être présente jusqu'à 26°C (DIA & THOMAS 2005). Nous pensons que ce sont les produits phytosanitaires, dont les macromolécules contaminent particulièrement les sédiments, qui éradiquent cette forme fousseuse polluosensible (polluosensibilité de 4 sur 5 : DIA et al. 2002) dans la plaine d'Akkar, de même que *Baetis bisri* (polluosensibilité de 3 sur 5 : DIA et al. ibid.) qui peut par ailleurs tolérer 29°C (DIA & THOMAS 2005).

Les Plécoptères

Cet ordre d'insectes déserte à peu près totalement le réseau de l'Aarqa, à la fois en richesse (seulement quatre espèces rencontrées) et quantitativement puisque le nombre total d'individus récoltés n'excède pas 23 (Fig. 3). Les deux seules stations hébergeant des Plécoptères (st 5 et 6) sont localisées sur des affluents. Cette situation est à imputer aux influences humaines, en particulier dans les sources, car plusieurs espèces de Plécoptères se montrent nettement crénophiles (*Protonemura zernyi*), voire crénobiontes (*Brachyptera galeata*, *Protonemura libanica*) dans d'autres réseaux hydrographiques libanais (DIA et al. 2002, DIA & THOMAS 2005, DIA sous presse). Toutefois, la température de l'eau aux 4 sources concernées ici est relativement élevée (entre 15 et 19°C), ce qui y aggrave l'impact potentiel des pollutions organiques.

Les Trichoptères

11 taxons seulement ont été mis en évidence (Fig. 3). Encore faut-il souligner que quatre espèces n'ont été récoltées qu'à l'état adulte (*Hydroptila angustata*, *Hydropsyche bitlis* et *yahfi-fah*, *Adicella syriaca*). Pour la plupart des espèces, le nombre total d'individus récoltés est faible à très faible, en regard de la pression de prélèvement exercée. *Polycentropus baroukus* et *Tinodes israelica* sont toutefois les deux seules espèces d'EPT présentes à la source El Fouâr. On relève l'absence dans les sources, d'espèces crénobiontes comme *Agapetus caucasicus* et *Apatania cypria*, ou d'espèces créno-rhithrobiontes comme *Tinodes israelica* (absente des st 3 et 4) et *Sericostoma flavicorne*. Or ces quatre espèces sont présentes dans la plupart des sources situées sur des bassins hydrographiques très proches (Abou-Ali, El Bared, El Jaouz, Oustouane), ce qui traduit bien l'important impact humain sur le réseau hydrographique de l'Aarqa, dès le jaillissement de l'eau.

Les Hydropsychidae constituent la principale famille de Trichoptères sur ce bassin hydrographique, avec 60,2% de l'effectif total récolté, tandis que le genre *Hydropsyche* présente la plus forte fréquence d'occurrence (55,6%), devant *Hydroptila* et *Psychomyia* (50,0%) puis *Tinodes* (33,3%). Les Hydropsychidae sont proportionnellement assez abondants sur le cours principal, à la st 8 très anthropisée.

5. Diversité et qualité de l'eau

La richesse spécifique en EPT (Fig. 3) est très faible dans les sources (en particulier aux stations 1 à 3). Elle paraît stable, 16 -une valeur relativement faible pour ces trois ordres d'insectes cumulés- sur les affluents et le cours principal à 130 m (st 5 à 7), puis elle régresse fortement vers l'aval (st 8) et s'annule sur le dernier secteur (st 9) où l'écoulement est temporaire. La contribution des Éphéméroptères au total des EPT est majeure dans le cas de la rivière Aarqa, qualitativement et quantitativement.

L'utilisation de l'indice de SHANNON (1948), sous sa forme la plus simple (voir CLIFFORD & STEPHENSON 1975), montre une « diversité brute » maximale à la station 5, à l'exception du pic observé en station 8 -non seulement en dépit de la faible richesse spécifique à cette station, mais en raison de la prolifération relative des Baetidae et des Hydropsychidae- en particulier dans le cas où les récoltes par prélèvements à vue (P. à v.) sont aussi prises en compte sous ce type de climat.

La diversité par individu (indice de SHANNON-WEAVER 1949) est maximale et pratiquement constante de la station 5 à la station 7, très supérieure à ce qui est observé dans les sources.

Les analyses chimiques de l'eau révèlent que les valeurs maximales en NH_4 et NO_2 sont acceptables partout sauf à la station 9, alors que les valeurs atteintes par l'ion NO_3 , peu toxique sont proportionnellement souvent élevées. Mais en régions agricoles, de telles valeurs sont le plus souvent corrélées à l'épandage incontrôlé de produits phytosanitaires sur lesquels nous ne disposons malheureusement d'aucune analyse spécialisée (en particulier, nous ignorons la nature des produits déversés et par suite leur rémanence potentielle dans le sous-écoulement).

STATIONS ESPÈCES Matériel total récolté	Mode de prélèvement	Sources				Affluents		Cours principal		
		St 1	St 2	St 3	St 4	St 5	St 6	St 7	St 8	St 9
ÉPHÉMÉROPTÈRES										
<i>Baetis muticus</i> 22 larves	S : n/m ² P. à v.			62 5			7			
<i>Baetis gr. rhodani</i> 104 larves	S : n/m ² P. à v.		1	4 1	275 27	13 1	2 3		1	
<i>Baetis bisri</i> 58 larves	S : n/m ² P. à v.					89 4		2	16 5	
<i>Baetis spei</i> 146 larves; 24 imagos	S : n/m ² P. à v.			18 1			29 2		7 1	533 106;24i
<i>Baetis sp. 4</i> 126 larves	S : n/m ² P. à v.				1	91 2	13 18		9 44	16 3
<i>Baetis sp. 8</i> 137 larves	S : n/m ² P. à v.								4	58 109
<i>Centroptilum luteolum</i> 3 larves	S : n/m ² P. à v.							3		
<i>Cloeon gr. dipterum</i> 2 larves, 1 imago	S : n/m ² P. à v.					4				1 i
<i>Procloeon sp.</i> 4 larves	S : n/m ² P. à v.							9		
<i>Electrogena galileae</i> 15 larves	S : n/m ² P. à v.				9 11		2			
<i>Rhithrogena znojkoï</i> 1 imago	S : n/m ² P. à v.								1 i	
<i>Caenis macrura</i> 101 larves; 10 imagos et subim.	S : n/m ² P. à v.				4	7	44		20	115 17;10i
<i>Habrophlebia sp.</i> 2 larves	S : n/m ² P. à v.						4			
<i>Ephemera danica perpallida</i> 27 larves; 25 imagos et subim.	S : n/m ² P. à v.						22 3 i-s	36	2 22i-s	
PLÉCOPTÈRES										
<i>Brachyptera galeata</i> 8 larves	S : n/m ² P. à v.							8		
<i>Protonemura ?libanica</i> 7 larves	S : n/m ² P. à v.							13 1		
<i>Protonemura ?zernyi</i> 2 larves	S : n/m ² P. à v.							4		
<i>Leuctra fusca latior</i> 4 larves, 2 imagos	S : n/m ² P. à v.							7 1		

Fig. 3 (1^e partie). Ci-dessus : Ephemeroptera et Plecoptera ; ci-contre : Trichoptera et indices.Fig. 3 (1st part). Above: Ephemeroptera and Plecoptera; opposite: Trichoptera and indices.

STATIONS ESPÈCES Matériel total récolté	Mode de prélèvement	Sources				Affluents		Cours principal		
		St 1	St 2	St 3	St 4	St 5	St 6	St 7	St 8	St 9
TRICHOPTÈRES										
<i>Glossosoma hazbanica</i> 1 nymphe	S : n/m ² P. à v.							2		
<i>Agraylea</i> sp. 3 larves	S : n/m ² P. à v.							7		
<i>Hydroptila angustata</i> 23 imagos	S : n/m ² P. à v.								23	
<i>Hydroptila</i> sp. 14 larves	S : n/m ² P. à v.					1	2	4	11	
<i>Hydropsyche bitlis</i> 7 imagos	S : n/m ² P. à v.							2	2	
<i>Hydropsyche yahfufah</i> 19 imagos	S : n/m ² P. à v.					14	1	4		
<i>Hydropsyche</i> sp./spp. 159 larves; 19 imagos femelles	S : n/m ² P. à v.				1	36	38	27	89	
<i>Polycentropus baroukus</i> 1 larve, 1 imago	S : n/m ² P. à v.	4								
<i>Psychomyia pusilla</i> 5 larves, 27 imagos	S : n/m ² P. à v.					7	2		2	
<i>Tinodes israelica</i> 68 larves	S : n/m ² P. à v.	60	4				4			
<i>Adicella syriaca</i> 1 imago	S : n/m ² P. à v.								1	
Richesse spécifique EPT		2	2	2	6	16	16	16	8	0
I. de Shannon brut (Surbers = 1 m ²)		impos.	impos.	10,4	225	527	379	195	260	-
idem (Surbers = 1 m ² + P. à v.)		20,1	2,5	18,7	412	704	545	541	1179	-
I. de Shannon-Weaver (S = 1 m ²)		impos.	impos.	0,47	0,64	1,80	2,00	1,99	1,26	-
SMEPL : Score Moyen des Éphémères et Plécoptères du Liban		0	1,10	1,10	2,90	4,30	3,70	3,05	2,40	0
Classe de qualité de l'eau (VI)		VI	V	V	III	II	II	III	IV	VI

Fig. 3 (2^e partie). Répartition des EPT aux stations de la rivière Aarqa ; indices de diversité et indice biotique SMEPL. S = prélèvements au surber (effectifs par m²) ; P. à v. = prélèvements qualitatifs d'une durée d'une heure.

Fig. 3 (2nd part). Distribution of EPT in the Aarqa river catchment; diversity indices and biotic index SMEPL. S = surber samples (numbers per m²); P. à v. = qualitative samples (duration: one hour).

Nous avons développé par ailleurs un indice biologique de qualité des eaux (DIA et al. 2002). Cet indice, le SMEPL (pour : Score Moyen des Éphéméroptères et des Plécoptères du Liban), est basé sur le taxon espèce et il concerne deux ordres d'insectes particulièrement polluosensibles (LENAT 1993, ROSENBERG & RESH 1993 etc.), dont les distributions sont très complémentaires dans les eaux libanaises, les Plécoptères colonisant préférentiellement ou exclusivement les sources, alors que les Éphéméroptères ne présentent aucune espèce crénobionte (DIA et al. 2002, DIA & THOMAS 2005). Cet indice a été essentiellement établi sur deux rivières du Liban méridional (Damour et Aouali) ; il était donc intéressant de le tester tel quel sur la rivière septentrionale Aarqa, en gardant présent à l'esprit que l'évaluation de la polluo-sensibilité d'un certain nombre d'espèces encore peu connues devra probablement être affinée au cours des études qui seront publiées prochainement sur d'autres rivières libanaises.

Les stations 5 et 6 sont les seules à parvenir à la classe II (qualité de l'eau : « bonne »). On remarque que ce sont aussi les seuls sites à héberger des Plécoptères. La situation la plus préoccupante est représentée par les sources étudiées dont 3 sur les 4 sont particulièrement mal notées (classes V et VI : qualité de l'eau respectivement « mauvaise » et « très mauvaise ») en raison d'une anthropisation irraisonnée (pompages exagérés, piétinement du substratum par les humains et le bétail, déversement d'égout dans l'émissaire, implantation de cafés-restaurants près du jaillissement de l'eau). Des problèmes sanitaires (pollution bactériologique) risquent d'affecter l'approvisionnement en eau potable sur ce réseau hydrographique dans un avenir proche. La forte pente relative de ce réseau hydrographique, de l'ordre de 45 pour 1000 est heureusement un facteur abiotique très favorable à la qualité de l'eau.

Remerciements

Les Trichoptères et les Plécoptères ont été déterminés par une collaboration d'A. Dia avec les Drs H. Malicky et I. Sivec, remerciés ici.

Travaux cités

- ABI-SALEH, B. 1978. Étude phytosociologique, phytodynamique et écologique des peuplements sylvatiques du Liban. Thèse Doctorat d'État, Université Aix-Marseille III : 184 pp. + 14 fig. + 22 tabl.
- BERG, K. et coll. 1948. Biological studies on the river Susaa. *Folia limnologica scandinavica*, 4: 1-318.
- CAILLEUX, A. 1954. Limites dimensionnelles et noms des fractions granulométriques. *Bulletin de la Société géologique de France*, 4 : 643-646.
- CLIFFORD, H.T. & W. STEPHENSON. 1975. *An introduction to numerical classification*. Academic Press, New York, 229 pp.
- DIA, A. 1983. *Recherches sur l'écologie et la biogéographie des cours d'eau du Liban Méridional*. Thèse de Doctorat d'État, Université Aix-Marseille III, 302 pp.
- DIA, A. & A. THOMAS. 2005. Sur la répartition et l'écologie des Éphémères et des Coléoptères Elmidae du Liban méridional. *Ephemera*, 5 (2) (2003) : 95-109.
- DIA, A., A. THOMAS & V. MARIE. 2002. Assessing water quality in Lebanon: a sensitive biotic index based on the specific communities of Ephemeroptera and Plecoptera (SEPL). 50th Annual meeting, North American Benthological Society, Pittsburgh, Pennsylvania. Abstract n° 413 in *Bulletin of the NABS*, 19 (1): 277-278.

- HELLAWELL, J.M. 1989. Biological indicators of freshwater pollution and environmental management. Pollution Monitoring Series, 2nd ed., Elsevier Applied Science, London, 546 pp.
- LENAT, D.R. 1993. A biotic index for the southeastern United States: derivation and list of tolerance values, with criteria for assigning water-quality ratings. *Journal of the North American Benthological Society*, **12** (3): 279-290.
- ROSENBERG, D.M. & V.H. RESH. 1993. Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. Chapman & Hall, New York, 488 pp.
- SHANNON, C.E. 1948. A mathematical theory of communication. *Bell Systems Technical Journal*, **27**: 379-423, 623-656.
- SHANNON, C.E. & W. WEAVER. 1949. *The mathematical theory of communication*. Urbana, IL : University of Illinois Press.
- THOMAS, A., A. DIA & J-F. PARPET. 2007. Compléments et corrections à la faune des Éphéméroptères du Proche-Orient. 6. *Ephemera danica perpallida* n. ssp. du Liban : description et écologie [Ephemeroptera, Ephemeridae]. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle, Toulouse*, **142** (1-2) : sous presse.