

Bulletin mensuel
de la

SOCIÉTÉ LINNÉENNE DE LYON



Evaluation de la qualité biologique des eaux du Nahr el Jaouz (Liban) : application des méthodes indicielles

Gaby Khalaf^{1,3}, Kamal Slim^{2,3}, Zeinab Saad^{2,3} et Khaled Nakhle¹

¹ Centre National des Sciences Marines, CNRS – Liban, Batroun- BP 534. <bihar@cnsr.edu.lb>

² Commission Libanaise de l'Énergie Atomique, CNRS – Liban

³ Université Libanaise - Faculté des Sciences

Résumé. - Cette étude est basée sur l'application de diverses méthodes biologiques permettant de déterminer la qualité des eaux du Nahr el Jaouz. Il s'agit d'indices de diversité et de similitude, des deux indices biotique IB et biologique normalisé IBGN, et de l'indice diatomique ID. Les résultats obtenus ont permis de distinguer : i) un tronçon depuis la source jusqu'en amont du village de Tannourine, présentant une faune benthique relativement riche et diversifiée et une flore diatomique oligosaprobe, traduisant une bonne qualité des eaux ; ii) un tronçon en aval de Tannourine correspondant à la zone des rejets des eaux usées où les valeurs des différents indices sont faibles et où on note une abondance des Chironomidés ; une auto-épuration s'ensuit dans cette partie du cours supérieur, améliorant la qualité de l'eau et la diversité spécifique iii) un cours moyen et inférieur présentant une détérioration de la qualité des eaux due essentiellement aux conditions climatiques et hydrologiques ; les valeurs des indices de qualité sont faibles, surtout pour le cours inférieur.

Mots clés. – cours d'eau, macroinvertébrés, diatomées, bioindicateurs, pollution, Liban.

Evaluation of the water biological quality of Nahr el Jaouz (Lebanon) : application of the index methods

Summary. - This study is based on the use of various biological methods determining the water quality of Nahr el Jaouz. These are: diversity and similarity indices, biotic IB and biological normalized global IBGN indices, and diatom index ID. The results distinguish: i) a section upstream from the village of Tannourine, with a rich and diverse benthic fauna and an oligosaprobic diatomic flora indicating a good biological water quality; ii) a section downstream of Tannourine corresponding to the discharge of waste water, here the values of the different indices are low, chironomids are abundant, self purification follows in this section improving the biological quality of the water; iii) the middle and lower courses present a deterioration of water quality essentially due to climatic and hydrologic conditions; the values of quality indices are low, especially in the lower course of the river.

Key words. – streams, macroinvertebrates, diatoms, bioindicators, pollution, Lebanon.

INTRODUCTION

Cette étude fait suite à des travaux antérieurs sur les écosystèmes d'eau continentale du Liban (SLIM *et al.*, 2000 ; ABBOUD *et al.*, 2002 ; KHALAF, 2003 ; SAAD *et al.*, 2004) et s'inscrit dans le cadre général de la stratégie STIP (Science and Technology Innovation Policy) proposée à l'échelle nationale et adoptée par le CNRS libanais. Dans cette stratégie une grande part est réservée à l'aménagement des bassins versants des rivières par l'étude, entre autres, des paramètres biocénotiques et physico-chimiques des cours d'eau afin d'évaluer leur qualité et d'établir un point zéro qui permettra, par la suite, de suivre, par la méthode des bioindicateurs, toute évolution qui affectera ces écosystèmes.

Nahr el Jaouz (fig. 1), cours d'eau côtier de 33 km de longueur, coule sur le flanc occidental du mont Liban en descendant perpendiculairement à la côte depuis ses principales sources dans Jroud Tannourine à 1700 m d'altitude jusqu'à son embouchure à Koubba (Batroun), à 57 km au nord de Beyrouth. Son bassin versant a un relief assez accentué, caractérisé par la succession de paliers, de gorges et une importante cascade. Ses eaux sont captées pour l'irrigation des plaines agricoles, très importantes dans le secteur intermédiaire, et pour alimenter la région de Batroun en eau potable. Des déversements d'eaux d'égouts sont notés dans le secteur amont, en aval du village de Tannourine.

L'utilisation des indices biotiques de macroinvertébrés benthiques et de la microflore diatomique sur l'ensemble des données devrait permettre de mettre en évidence une détérioration de la qualité des eaux et un déséquilibre des peuplements faunistiques et floristiques dans le cours inférieur.

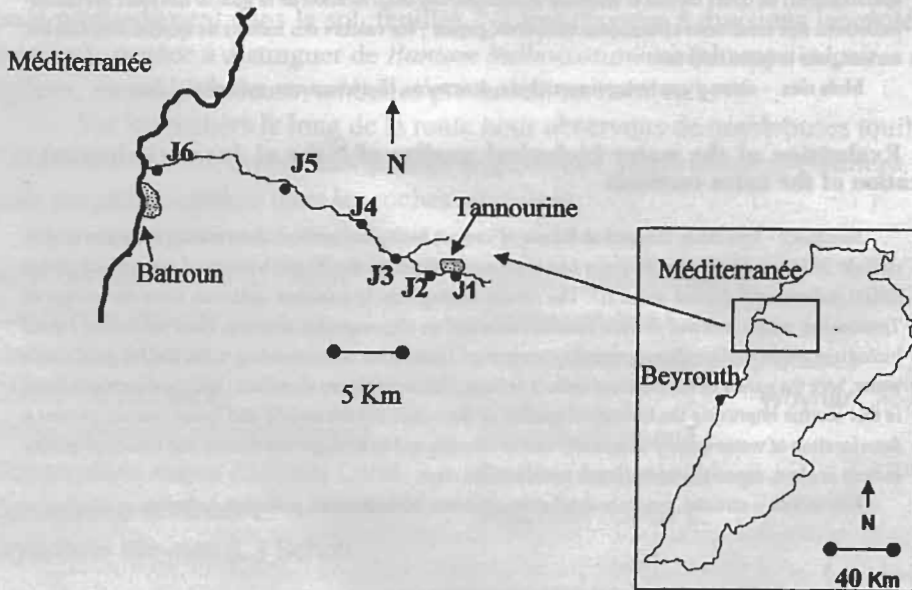


Figure 1 - Bassin versant du Nahr el Jaouz et localisation des stations

I. PRESENTATION DU MILIEU D'ETUDE

1. Caractéristiques morphodynamiques

D'après le profil longitudinal du Nahr el Jaouz (fig. 2), nous pouvons distinguer trois secteurs :

-un cours supérieur de 10 km de longueur, à forte pente (11,5 %), qui s'étale entre les stations J1 et J4 ;

-un cours moyen d'une longueur de 9 km entre les stations J4 et J5, divisé en deux tronçons séparés par une cascade de 100 m de dénivellation ; le premier tronçon d'environ 3,5 km, de pente faible (0,6 %), entouré de terrains agricoles ; le second tronçon d'environ 5,5 km, de pente 3,5 %

-un cours inférieur d'une longueur de 14 km épousant une pente faible de 1,4%.

Le régime de ce cours d'eau est pluvial, torrentiel, avec des débits assez élevés en période de fortes eaux entre janvier et mai et des débits faibles entre juillet et octobre. Les cours supérieur et moyen sont permanents, tandis que le cours inférieur s'assèche généralement en période estivale.

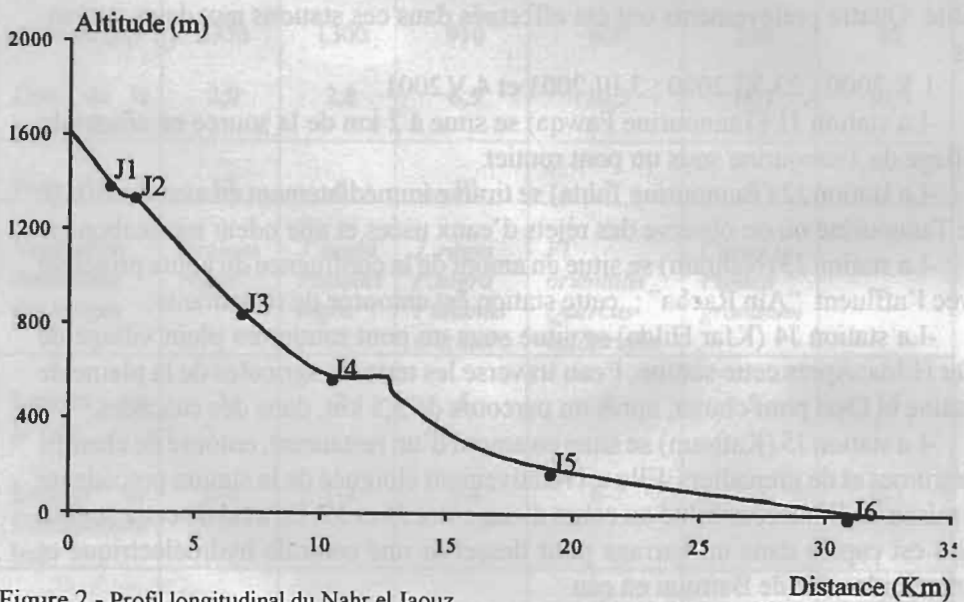


Figure 2 - Profil longitudinal du Nahr el Jaouz

2. Cadre géologique

Nahr el Jaouz coule pour certaines parties de son parcours sur de grands accidents tectoniques induisant la formation de failles de direction est-ouest.

Au dessus de Tannourine, dans la partie la plus haute, on trouve les différentes couches du Crétacé, du Néocomien jusqu'au Cénomanién. Ces couches sont associées à des niveaux volcaniques du Jurassique supérieur à l'Aptien. Les calcaires jurassiques sont beaucoup plus massifs et, dans de nombreux endroits, on passe à des calcaires dolomitiques. Dans la région de Tannourine, le fleuve traverse un canyon dans les calcaires uniquement jurassiques.

En aval de cette zone, le fleuve parcourt rapidement les terrains du Crétacé inférieur ; on y trouve des grès et des calcaires de l'Aptien, ainsi que des grès du Néocomien.

Dans la partie plane du cours moyen (entre Bsatine el Ossi et Kfar Hilda), il traverse des sédiments du Quaternaire puis reprend sa progression dans du Turonien, puis dans du Cénomanién.

Dans le cours inférieur affleure du Miocène marin, puis un Paléogène associé à du Crétacé supérieur de type Sénonien. L'embouchure se fait dans du Quaternaire côtier.

3. Choix et caractéristiques des stations (tableau I)

Pour la réalisation de cette étude, six stations ont été prospectées sur Nahr el Jaouz de l'amont vers l'aval (fig. 1). Le choix de ces stations repose sur leur situation par rapport aux agglomérations, aux sources de pollution et sur leur accessibilité. Quatre prélèvements ont été effectués dans ces stations aux dates suivantes :

1. X.2000 ; 23. XI.2000 ; 3. III.2001 et 4. V.2001.

-La station J1 (Tannourine Fawqa) se situe à 2 km de la source en amont du village de Tannourine sous un pont routier.

-La station J2 (Tannourine Tahta) se trouve immédiatement en aval du village de Tannourine où on observe des rejets d'eaux usées et une odeur nauséabonde.

-La station J3 (Nahraïn) se situe en amont de la confluence du cours principal avec l'affluent "Aïn Racha" ; cette station est entourée de restaurants.

-La station J4 (Kfar Hilda) se situe sous un pont routier en plein village de Kfar Hilda. Après cette station, l'eau traverse les terrains agricoles de la plaine de Bsatine el Ossi pour chuter, après un parcours de 3,5 km, dans des cascades.

-La station J5 (Kaftoun) se situe en amont d'un restaurant, entouré de champs d'agrumes et de grenadiers. Elle est relativement éloignée de la station précédente en raison de l'inaccessibilité au cours d'eau entre J4 et J5. En aval de cette station l'eau est captée dans un barrage pour desservir une centrale hydroélectrique et alimenter la ville de Batroun en eau.

-La station J6 (Msailha) se situe sous l'autoroute côtière à 3,5 km de l'embouchure ; elle tarit en période de basses eaux, en raison du captage de l'eau dans le barrage de Kaftoun.

II. MATERIEL ET METHODES

1. Analyse et prélèvement des organismes

Les prélèvements de faune invertébrée ont été effectués, en eau calme à l'aide d'un troubleau, en milieu courant à l'aide d'un filet Surber de 500 µm de vide de maille et de petites dimensions 10 * 20 cm, mieux adaptées aux milieux temporaires et à leurs différents biotopes (BOUZIDI et GIUDICELLI, 1994). La détermination des macroinvertébrés benthiques a été réalisée en se référant aux travaux de TACHET *et al.* (1974), RICHOUX (1982) et KRAIEM (1994).

L'échantillonnage du périphyton se fait par brossage des faces supérieures des pierres immergées sur une surface d'environ 400 cm² en zone lotique et aussi par récolte des algues filamenteuses. La préparation se fait par les méthodes classiques: nettoyage des frustules à l'HCl concentré pour dissoudre les minéraux calcaires; les squelettes nettoyés de Diatomées sont montés entre lame et lamelle dans du Naphrax. On procède au comptage de 500 frustules et on complète la liste floristique par un balayage complémentaire.

	J1	J2	J3	J4	J5	J6
Altitude (m)	1356	1300	910	600	230	40
Dist. de la source (km)	2,0	2,8	6,5	10,5	18,7	30,5
Pente (%)	17	6	10	7	4	1
Végétation dominante des berges	<i>Juglans regia</i>	<i>J. regia</i> <i>Populus nigra</i>	<i>J. regia</i> <i>P. nigra</i> <i>Platanus orientalis</i>	<i>Pl. orientalis</i> <i>Quercus calliprinos</i>	<i>Citrus sp.</i> <i>Punica granatum</i>	—
Largeur du lit (m)	5	2	5	8	5	15
Largeur de l'écoulement (m)	2-4	1-2	3-4	6-7	2-5	0-7
Hauteur de l'eau (cm)	5-40	20-70	25-80	30-50	30-80	0-50
Vitesse	Rapide	Rapide	Rapide	Rapide	Rapide	Rapide à moyenne
Substrat	Gravier, gros cailloux	Blocs, gros cailloux	Blocs, cailloux, graviers	Blocs, cailloux, sable	Blocs, cailloux, sable	Graviers, galets, sable

Tableau I : Caractéristiques morphodynamiques du Nahr el Jaouz au niveau des stations en période de prospection.

2. Traitement des données

L'étude quantitative et qualitative de la faune benthique et de la flore diatomique est basée sur l'analyse de l'abondance relative et de la fréquence des taxons ainsi que sur le calcul de divers indices :

- l'indice de SHANNON et WEAVER (1948) : $H' = - \sum p_i \log_2 p_i$, où p_i = l'abondance relative d'un taxon ;

- l'indice de similitude de JACCARD (1902) : $j = (2c/a+b) * 100$, où a = nombre de taxons du peuplement A, b = nombre de taxons du peuplement B et c = nombre de taxons communs à A et B ;

- l'indice biotique IB (VERNEAUX et TUFFERY, 1967) qui permet d'évaluer, dans les limites de sa sensibilité, l'effet d'une perturbation sur le milieu récepteur ;

- l'indice biologique global normalisé IBGN (AFNOR, 1992) qui exprime l'aptitude d'un cours au développement de la macrofaune benthique, considérée comme expression synthétique de la qualité générale ;

- l'indice diatomique ID (LECLERCQ *et al.*, 1996) :

taxons saproxènes d'eau non polluée (valence saprobique entre 5,0 et 4,3)

taxons oligosaprobés d'eau faiblement polluée (v.s. entre 4,2 et 3,6)

taxons β -mésosaprobés d'eau modérément polluée (v.s. entre 3,5 et 3,0)

taxons α -mésosaprobés d'eau fortement polluée (v.s. entre 2,9 et 2,3)

taxons polysaprobés d'eau très fortement polluée (v.s. entre 2,2 et 1,0).

III. RÉSULTATS ET DISCUSSION

1. Richesse taxonomique et fréquence

a. Faune de macro-invertébrés benthiques

L'analyse de la richesse taxonomique (tableau II) montre qu'il y a deux groupes de stations, d'un côté les stations J1, J3 et J4 qui ont un nombre de taxons cumulés relativement élevé (respectivement 23, 24 et 26), de l'autre les stations J2, J5 et J6 dont le nombre de taxons cumulés est respectivement 13, 15 et 5.

Dans l'ensemble du cours d'eau, une légère augmentation du nombre des taxons est notée lors des prélèvements du 4.V.2001 ; ceci pourrait trouver son explication par le débit élevé de la rivière en cette période de l'année et qui est favorable au développement des organismes. Le premier prélèvement à la station J6 n'est pas effectué en raison de son assèchement à cette date.

Les Plécoptères, qui caractérisent généralement les eaux propres, ont été pris dans les stations J1 et J3. Les Oligochètes, les *Baetis* et les Chironomes, ubiquistes, sont présents tout le long du cours d'eau et presque constamment aux différentes dates de prélèvement. Les *Simulium* caractéristiques des eaux rapides ont généralement été capturés dans toutes les stations, mais le 4.V.2001 uniquement dans J5 et J6.

STATIONS	J1			J2				J3				J4				J5				J6								
Prélèvements	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Taxons																												
<i>Dugesia</i>			1			1			10	4	1	10																
Oligochètes	1	4	3		13	4	28	7	5	10	4	1	2		4	4			1	2			39	2	1			
<i>Eteobdella</i>		1			4	1	2				1	1																
<i>Gammarus</i>		2	2					4						4	1	17												
<i>Baetis</i>	13	31	9	98	82		1	38	16	138	77	147	1	16	17	94			2	28				1	295			
<i>Heptagenia</i>	1	1	4												1			1										
Leptophlebiidae										1																		
<i>Ephemera</i>									1	1							2	1										
<i>Leuctra</i>	7								46								1											
<i>Nemoura</i>										1	2																	
Chloroperlidae		4	1								37																	
Capniidae		3	1																									
Aeschnidae									3	1																		
<i>Cordulegaster</i>									5				1															
<i>Stenelmis</i>										1									1									
Dytiscidae	10	1				4																			2			
<i>Limnius</i>	1													1														
Limnephilidae	2	1	9	6			1	5	5	3	4	2	1	1														
<i>Hydropsyche</i>				5						2	1	5	3	3														
<i>Rhyacophila</i>				2											2													
Sericostomatidae		1																										
Tipulidae	6	1	2	2	1	1	1		2	4		1	1															
<i>Simulium</i>	1	1	11		5		24		4	37	7	62	2	1	763				8						16			
Blepharoceridae											4																	
Chironomidae	159	10	4	8	661	644	32	210	13	20	5	2		4				8	4	10		16	1	6				
Stratiomyidae									2	5	2	1		1						1								
Empoidea				1						11		5		1						2								
<i>Atherix</i>								6					10					2										
Thaumaleidae			1			1								6														
Ceratopogonidae						1																						
Tabanidae													1						1									
<i>Planorbis</i>							1						15	1				2										
<i>Ancylus</i>				1					8	2	2		4						1									
<i>Bithynia</i>													7															
<i>Bythinella</i>													5															
<i>Pisidium</i>													1					1										
Hydrobiidae				1																								
<i>Anodonta</i>			2								1																	
Total	201	48	40	147	766	651	91	292	118	285	106	275	52	35	30	947	5	12	9	53	0	55	4	320				
Nb de taxons	10	6	13	16	6	5	9	7	13	16	12	15	12	9	8	14	3	4	5	8	0	2	3	5				
IB	7	7	9	9	5	5	5	6	8	10	7	8	7	6	5	8	6	7	4	5	-	2	4	5				
IBGN	11	15	15	12	5	1	5	5	12	16	11	14	6	5	5	6	4	4	5	5	-	2	4	4				
H'	1,2	1,5	3,2	2,5	0,7	0,07	2,0	1,4	3,0	3,7	1,7	2,4	3,1	2,2	1,9	1,2	1,5	1,4	2,0	1,9	-	0,9	1,5	0,5				

Tableau II : Effectifs des macroinvertébrés benthiques récoltés.

Dates : 1 = 01.X.00; 2 = 23.XI.00; 3 = 03.III.01; 4 = 04.V.01

IB = Indice Biotique de VERNEAUX et TUFFERY (1967);

IBGN = Indice Biologique Global Normalisé (AFNOR 1992);

H' = Indice de Diversité de SHANNON et WEAVER (1948)

Selon leur fréquence d'occurrence (F, tous prélèvements confondus dans chaque station) nous pouvons classer comme suit les taxons présents dans Nahr el Jaouz :

taxons très fréquents ((80 à 100%) : Chironomes (J2)

taxons fréquents (50 à 80%) : *Simulium* (J4) et *Baetis* (J6)

taxons assez fréquents (20 à 50%) : *Baetis* (J1, J3 et J5), Chironomes (J1 et J5)

taxons rares (5 à 20%) : *Leuctra* (J3), *Baetis* (J2 et J4), Oligochètes (J6), *Simulium* (J3 et J5) et Chironomes (J3 et J6).

taxons accidentels (inférieur à 5%) : autres groupes.

Aux stations J1, J3 et J4, les différents taxons ont, à l'exception des *Simulium* dans J4 (4.V.2001), une représentation relativement équilibrée. Le groupement "autres" (F< 5%) est important, ceci suppose aussi que la distribution des espèces au sein du peuplement tend vers un certain état d'équilibre. Par contre, au niveau des autres stations J2, J5 et J6 nous notons : la dominance nette des Chironomes dans J2, la faible représentation, qualitative et quantitative, des taxons dans J5 et la pauvreté spécifique relative de la station J6 avec dominance des *Baetis* dans le prélèvement du 4.V.2001.

La densité des peuplements est très variable d'une station et d'un prélèvement à l'autre. Elle semble être liée, surtout, à la pollution des eaux (J2), aux débits torrentiels et variables des eaux et à l'assèchement du cours inférieur en période estivale sèche.

b. Microflore diatomique (tableau III)

La flore trouvée dans les échantillons est composée de 64 taxons diatomiques. Le reste du phytobenthos est essentiellement représenté par des algues macroscopiques (algues filamenteuses vertes et Cyanobactéries) qui ont fait l'objet d'une étude antérieure (ABBOUD *et al.*, 2002). Les Diatomées prospectées sont représentées de la manière suivante :

56 taxons benthiques dont on connaît la sensibilité. Ces taxons forment 90% des assemblages analysés.

2 taxons benthiques dont on ne connaît pas la sensibilité.

6 taxons planctoniques ou tychoplanctoniques.

Le tableau IV totalise pour chaque station les pourcentages atteints par les espèces de même auto-écologie, conformément à la méthode de l'indice diatomique ID (LECLERCQ *et al.*, 1996). Sur les 6 stations prospectées cinq (J1, J3, J4, J5 et J6) sont dominées par les taxons sensibles et oligosaprobies et la dernière (J2) par les taxons α -mésosaprobies.

En amont, à la station J1, la microflore diatomique est dominée par *Cocconeis placentula* et *Achnanthes minutissima* var. *minutissima*, taxons les plus fidèles et les plus abondants de tout le périphyton naturel des eaux carbonatées du

	Vs	Vi	J1	J2	J3	J4	J5	J6
<i>Achnanthes inflata</i> (Kütz.) Grun.	2,0	3	-	-	-	-	0,1	-
<i>A. lanceolata</i> (Breb.) Grun	3,4	2	-	-	-	0,1	-	-
<i>A. minutissima</i> var. <i>minutissima</i> Lango Bert.	4,0	3	21,6	7,1	15,2	13	9,5	41,2
<i>Amphora ovalis</i> (Kütz.) Kütz.	3,4	3	0,8	0,2	0,4	0,1	0,1	-
<i>A. pediculus</i> (Kütz.) Grun.	3,8	3	-	-	0,1	0,1	0,1	0,2
<i>A. veneta</i> Kütz.	1,0	2	-	-	0,1	0,2	-	-
<i>Caloneis bacillum</i> (Grun.) Cleve	4,0	4	0,1	-	-	-	-	-
<i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenb.	3,5	3	0,6	-	-	-	-	-
<i>C. placentula</i> Ehrenb.	3,8	3	14,1	8,4	29,2	34,2	23,1	22,4
<i>C. p. var. euglypta</i> (Ehr.) Grun.	3,8	3	-	-	-	-	0,1	0,1
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kütz.	2,6	4	-	-	-	-	0,1	0,1
<i>Cymatopleura elliptica</i> (Breb.) W.Sm	3,9	3	-	0,1	-	-	0,1	-
<i>C. solea</i> (Breb.) W.Sm	3,9	3	-	0,1	0,1	-	-	-
<i>Cymbella affinis</i> Kütz.	4,0	2	12,1	8,2	10,1	7,8	10,3	8,1
<i>C. cistula</i> (Ehr.) Kirchn.	3,8	5	6,2	3,2	4,1	2,3	2,3	-
<i>C. helvetica</i> Kütz.	5,0	3	1,1	-	-	-	0,1	-
<i>C. lanceolata</i> (Ehr.) Kirchn.	4,0	2	-	-	-	-	0,1	-
<i>C. microcephala</i> Grun.	4,0	2	-	-	-	-	0,1	0,1
<i>C. naviculiformis</i> (Aucers.) Cleve	3,9	3	0,5	-	-	-	-	-
<i>C. sinuata</i> Gregory	4,1	3	-	-	-	-	-	0,1
<i>C. tumida</i> (Breb.) van. Heurck	3,0	3	0,2	0,3	0,3	0,3	-	0,1
<i>C. ventricosa</i> Kütz.	4,0	2	0,2	0,8	0,1	0,1	0,1	0,4
<i>Diatoma elongatum</i> (Lyngb) Agardh	3,0	2	6,1	18,2	12,6	9,8	10,7	8,2
<i>D. hemale</i> (Roth.) Heib.	5,0	3	6,8	6,1	4,3	2,4	8,3	6,7
<i>D. vulgare</i> Bory.	2,9	2	9,1	19,2	6,8	14,3	11,3	3,2
<i>Diploneis puella</i> (Schum.) Cleve	5,0	3	-	-	-	-	0,1	-
<i>Epithemia zebra</i> (Ehr.) Kütz	4,0	3	0,1	-	-	-	-	-
<i>Fragilaria capucina</i> Desm.	3,9	3	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
<i>F. intermedia</i> Grun.	3,0	1	-	0,8	-	-	-	-
<i>F. ulna</i> (Nitzsch) Lango B.	3,0	2	0,8	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
<i>F. u. acus</i> (Kütz.) Lango B.	3,4	3	0,1	-	-	-	0,1	0,1
<i>Gomphonema acuminatum</i> var. <i>coronata</i> (Ehr.) Kütz.	3,8	3	-	-	-	0,2	-	-
<i>G. angustatum</i> (Kütz.) Rabh.	3,6	4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
<i>G. constrictum</i> var. <i>capitata</i> (Ehr.) Grun	4,0	1	-	-	-	0,1	-	-
<i>G. janensis</i> Maillard	5,0	1	-	0,1	-	-	-	-
<i>G. intricatum</i> Kütz.	5,0	1	12,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
<i>G. lanceolatum</i> Ehr.	4,0	3	0,1	0,1	0,1	0,1	-	-
<i>G. olivaceum</i> (Horn.) Breb.	3,2	2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
<i>G. parvulum</i> (Kütz.) Kütz.	2,5	3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
<i>Gyrosigma spencerii</i> (W. Smith.) Cleve	3,8	4	-	-	0,1	0,1	0,1	0,1
<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenb.) Grun.	2,3	4	-	-	-	0,1	0,1	-
<i>Melosira arenaria</i> Moore	5,0	3	0,1	-	0,1	0,1	0,1	0,1
<i>M. varians</i> Ag.	4,0	1	0,1	-	0,1	0,1	0,1	0,1
<i>Meridion circulare</i> (Grev.) Ag.	4,3	4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
<i>Navicula cincta</i> (Ehrenb.) Ralfs	3,0	1	0,1	-	0,1	0,1	0,1	0,1
<i>N. cryptocephala</i> Kütz.	2,8	3	0,4	0,6	0,1	0,1	0,4	-
<i>N. gracilis</i> Ehr.	4,0	2	3,4	2,4	20,1	14,2	8,2	6,8
<i>N. iranensis</i> Hust.	-	-	1,2	-	-	-	-	-
<i>N. pupula</i> Kütz.	2,0	2	-	0,1	-	-	-	-
<i>N. rynchocephala</i> Kütz.	3,3	2	-	0,1	0,1	0,1	0,1	-
<i>Neidum affine</i> Kütz.	4,3	5	-	-	-	-	0,1	0,1
<i>Nitzschia amphibia</i> Grun.	2,7	2	0,1	28,1	-	0,1	-	-
<i>N. apiculata</i> (Grev.) Grun.	2,0	2	-	-	-	0,1	0,1	-
<i>N. desertorum</i> Hust.	-	-	0,1	0,1	-	-	-	-
<i>N. fonticola</i> Grun.	3,7	3	0,8	0,7	0,1	0,1	-	-
<i>N. intermedia</i> Hantzsch	1,0	3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1
<i>N. palea</i> (Kütz.) W.Sm.	2,0	3	0,1	2,9	0,1	0,1	0,1	0,1
<i>Rhodosphaeria curvata</i> (Kütz.) Grun.	3,0	2	0,6	0,6	0,1	0,1	0,8	-
<i>Stauroneis smithii</i> Grun.	3,8	3	-	-	-	0,1	-	-
<i>Surirella angusta</i> Kütz.	3,1	3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
<i>S. ovata</i> Kütz.	3,0	2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
<i>S. ovata</i> var. <i>salina</i> W.Sm.	3,0	1	-	0,1	-	-	-	-
<i>Synedra vaucheria</i> Kütz.	3,0	1	-	0,1	-	-	12,2	-

Tableau III: Relevés de Diatomées dans les 6 stations. Résultats en pourcentage d'abondance relative. Vs = valence saprobique; Vi = valeur indicatrice.

Liban (SLIM 1996 ; SLIM *et al.*, 2000 ; 2001). Ce peuplement indique une oligosaprobie accentuée. A J2 la composition de la végétation change, le développement remarquable de *Nitzschia amphibia*, de *N. palea* et de *Diatoma vulgare*, caractéristiques des eaux légèrement polluées par les matières organiques, masque la présence des autres taxons.

Plus en aval, la situation s'améliore et la qualité des eaux se révèle satisfaisante. La vitesse du courant et l'apport d'eaux fraîches d'un affluent, en aval de J3, ont abaissé les teneurs des matières eutrophisantes (ABBoud *et al.*, 2002). La station J3 est caractérisée par la dominance de *Cocconeis placentula*, *Navicula gracilis* et *Achnanthes minutissima* var. *minutissima*. Les stations suivantes J4, J5 et J6 présentent des eaux d'une qualité acceptable ; les espèces représentées sont surtout : *Cocconeis placentula*, *Cymbella affinis*, *Diatoma elongatum* et *Navicula gracilis* qui sont surtout des taxons oligosaprobies.

2. Etude de la diversité

Les valeurs moyennes de l'indice de diversité des macroinvertébrés H' sont supérieures à 2 pour les stations J1, J3 et J4, reflétant ainsi une bonne diversité spécifique et une récupération de la qualité de l'eau en J3 (Tableau II). Ces valeurs, inférieures à 2 pour J2, J5 et plus proches de zéro pour J6, confirment ainsi un léger déséquilibre de ces milieux et une faible diversité de leurs peuplements, se traduisant par une richesse taxonomique faible et une forte dominance des Chironomidés en J2 et des *Baetis* en J6.

En se référant au tableau V, l'indice biotique IB relatif aux différentes stations permet de classer les stations J1, J3 et J4 dans la classe II de VERNEAUX et TUFFERY indiquant une qualité biologique acceptable malgré une présence de pollution, les stations J2, J5 et J6 dans la classe IV avec une qualité biologique critique des eaux et une pollution importante. Les valeurs de l'IBGN calculées conformément à la norme AFNOR (1992), permettent d'attribuer une qualité acceptable

	J1	J2	J3	J4	J5	J6
Saproxènes	6,4	6,4	4,6	2,7	11,0	6,4
Oligosaprobies	59,5	31,5	73,8	71,1	52,3	79,9
β mésosaprobies	10,4	22,8	14,1	11,0	24,3	8,9
α mésosaprobies	9,6	38,0	7,1	14,7	12,0	4,4
Polysaprobies	0,3	1,3	0,4	0,5	0,4	0,2
Indice diatomique	3,6	3,1	3,7	3,7	3,6	3,8
Pollution	f	m	f	f	f	f

Tableau IV: Synthèse des comptages de Diatomées (abondances relatives cumulées en %) et indices diatomiques.

Pollution: f = faible, m = modérée.

à l'eau des stations J1 et J3, une qualité critique à l'eau des stations J2, J4, J5 et J6.

Les indices de qualité, IB et IBGN, montrent une similitude avec la diversité brute, excepté pour la station J4. Globalement l'indice biologique IB a tendance à surévaluer la qualité de l'eau. Les valeurs des indices de qualité calculées pour les différentes stations (Tableau II) ne présentent pas d'importantes variations saisonnières malgré le débit de l'eau relativement élevé au printemps de ce cours dont le régime d'écoulement est semblable à celui de la majorité des cours côtiers libanais (SLIM *et al.*, 2000 ; ABBOUD *et al.*, 2002 ; KHALAF, 2003 ; SAAD *et al.*, 2004).

	J1	J2	J3	J4	J5	J6
Espèces cumulées	23	13	24	26	15	5
Indice de SHANNON (H') moyen	2,1	1,0	2,7	2,1	1,7	1,0
Indice Biotique (IB) moyen (note/10)	8	4	8	7	5	3
Indice Biologique Global Normalisé (IBGN) moyen (note/20)	13	4	16	6	4	3
Indice Diatomique (ID)	3,6	3,1	3,7	3,7	3,6	3,8

Tableau V: Différents indices appliqués pour déterminer la qualité biologique des eaux du Nahr el Jaouz.

La comparaison des stations entre elles, basée sur la présence de la faune de macroinvertébrés benthiques, a été réalisée par l'indice de similitude de JACCARD (tableau VI). Cet indice montre que la ressemblance la plus élevée des peuplements existe entre les stations J1, J3 et J4. La station qui ressemble le moins aux autres est J6 qui a les indices les plus faibles, excepté avec J2 (56%) ; ceci est expliqué par le faible débit et l'assèchement de J6 pendant une longue période de l'année, qui pourrait conditionner la survie et le développement des organismes.

L'indice diatomique ID permet de distinguer d'un côté la station J2 dont les eaux sont classées dans la classe β -mésosaprobe d'eau modérément polluée (LECLERCQ *et al.*, 1996) et de l'autre les stations J1, J3, J4, J5 et J6 dont les eaux sont classées dans la classe oligosaprobe d'eau faiblement polluée.

La différence du point de vue groupement des stations entre les indices biologiques IB et IBGN d'un côté et l'indice diatomique ID de l'autre pourrait relever du fait que les Diatomées réagissent plutôt aux modifications de la composition chimique du milieu aquatique alors que les macroinvertébrés benthiques sont, en plus, influencés par les conditions du substrat et du courant (LECLERCQ *et al.*, 1996).

Toutefois ces indices, mis au point pour l'Europe à climat océanique ou tempéré, présentent quelques imperfections quant à leur application intégrale aux cours d'eau libanais. L'une d'elles réside dans la composition des groupes repères qui entrent en jeu dans le tableau d'établissement de l'indice. En effet l'instabilité

	J2	J3	J4	J5	J6
J1	51	64	65	42	36
J2		43	56	36	56
J3			60	62	28
J4				59	26
J5					40

Tableau VI : Corrélation (en %) entre les stations d'après l'indice de similitude de JACCARD (1902).

du débit des cours d'eau torrentiels libanais provoque le développement d'une faune mieux adaptée à l'alternance de violentes crues et d'assèchements et donc composée principalement de stratégies r, qui ne figurent jamais parmi les groupes polluo-sensibles. Il est donc nécessaire d'adapter les tableaux d'établissement des indices en tenant compte des espèces colonisant habituellement ces écosystèmes qui ont de grandes variations saisonnières de débit.

CONCLUSION

L'étude biologique du Nahr el Jaouz établit la relative pauvreté de la macrofaune invertébrée benthique et de la microflore diatomique, résultats concordant avec des études déjà effectuées sur d'autres cours d'eau côtiers libanais (KHALAF et LAHOUD, 1983 ; KHALAF, 1984 ; 1997 ; SAAD *et al.*, 2004 ; SLIM *et al.*, 2000 ; 2001). La plupart des espèces rencontrées sont caractéristiques des eaux alcalines en ce qui concerne les Diatomées, et des cours d'eau torrentiels à débit saisonnier variable en ce qui concerne les macroinvertébrés benthiques.

L'abondance relative révèle une nette variation spatiale de la richesse en taxons qui se traduit par la disparition de la plupart d'entre eux en J2 et en aval de J4 et par l'apparition d'espèces diatomiques indicatrices de pollution organique en J2 (*Nitzschia amphibia*, *N. palea* et *Diatoma vulgare*). L'indice de diversité H' montre que le peuplement benthique tend vers une répartition équilibrée des taxons en J1, J3 et J4, qui ont entre eux des indices de similitude élevés, et révèle une perturbation de l'écosystème au niveau des trois autres stations, qui ont aussi entre elles des indices de similitude relativement élevés. L'indice diatomique aussi classe la station J2 avec une qualité plus mauvaise que celle des autres.

Les indices de qualité IB et IBGN confirment une dégradation en aval du village de Tannourine et attribuent à l'eau de cette station une qualité biologique critique. Une récupération de la qualité de l'eau s'ensuit, par auto épuration, suivie par une nouvelle perturbation essentiellement expliquée par les conditions climatiques et hydrologiques instables.

En définitive, la présente étude met en évidence, d'un côté, l'impact des facteurs anthropiques sur la détérioration de la qualité de l'eau en aval du village de Tannourine et par suite sur le développement de la faune et de la flore aquatique et, de l'autre, l'effet de l'écoulement intermittent sur la diversité spécifique et le développement des organismes.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abboud M., Slim K. et Andary R., 2002.- Contribution à l'étude physico-chimique et biologique du Nahr el Jaouz et son apport nutritif au milieu marin. Hannon, 15 : 105 - 128.
- AFNOR, 1992.- Essais des eaux. Détermination de l'indice biologique global normalisé (IBGN). NFT 90 - 350 : 9 p.
- Bouzidi A. et Giudicelli J., 1994.- Ecologie et distribution spatiale des macro-invertébrés des eaux courantes du Haut-Atlas marocain. Rev. Fac. Sci. Marrakech, 8 : 23-43 + annexes.
- Jaccard P., 1902. - Lois de distribution florale dans la zone alpine. Bull. Soc. Vaud. Sc.Nat., 38 : 69 - 130.
- Khalaf G. et Lahoud M., 1983.- Contribution à l'étude écologique des fleuves côtiers du Liban. 1.Le Nahr-el-Kalb. Bulletin mensuel de la Société linnéenne de Lyon, 52: 21-32.
- Khalaf G., 1984.- Contribution à l'étude des fleuves côtiers du Liban. 2 - Cours moyen et inférieur du Nahr-Ibrahim. Bulletin mensuel de la Société linnéenne de Lyon, 53: 9-20.
- Khalaf G., 1997.- Etude physico-chimique et biocénétique du cours d'eau Antélias (Liban).Leb. Sci. Res. Rep., 2 -1: 3-14.
- Khalaf G., 2003.- Etude biocénétique et qualité des eaux de quatre cours d'eau côtiers libanais Nahr Ibrahim, Nahr el Kalb, Nahr Antélias et Nahr Beyrouth : biologie et écologie de *Capoeta damascina* Günther 1868 (Poisson, Cyprinidae). Thèse Doctorat, Université de Perpignan. 20 p. + annexes.
- Kraiem M. M., 1994.- La pollution des eaux continentales et les indicateurs biologiques. Thèse complémentaire Doctorat es Sciences biologiques, Université de Tunis II : 60 p. + annexes.
- Leclercq L., Rosillon F. et Van der Borgh P., 1996.- Qualité chimique et biologique du bassin de la Semois (partie belge). Bull. Fr. Pêche Piscic., 341/342 : 81 - 108.
- Richoux P., 1982.- Introduction pratique à la systématique des organismes des eaux continentales françaises. (2) Coléoptères (genre : adultes et larves). Bulletin mensuel de la Société linnéenne de Lyon, 51:105-128 ; 257-272 et 289-304.
- Saad Z., Slim K., Khalaf G. et Elsamad O., 2004.- Impact des rejets des eaux résiduaires sur la qualité physico-chimique et algologique du Nahr Antélias Bull. Soc. Neuchâtel. Sci. Nat., 127 :69-82.
- Shannon C.E. et Weaver W., 1948.- A mathematical theory of communication. Bull. Syst.Techn. J., 27 : 379-423, 623-656.
- Slim K., 1996.- Contribution à l'étude de la flore algologique du bassin du Litani. Leb.Sci. Journ., 1,I : 65 - 73.

- Slim K., Saad Z. et Khalaf G., 2000.- Estimation de la qualité des eaux du Nahr Beyrouth. Utilisation de l'indice diatomique de polluo-sensible (IPS). Cah. Ass. Sci. Eur. Eau et Santé, 5 : 51 – 60.
- Slim K., Saad Z. et Nasreddine M., 2001.- Les algues des sources libanaises : influence de l'apport éolien sur la distribution des espèces caractéristiques. Bull. Soc. Neuchâtel. Sci. Nat., 124 : 107 – 117.
- Tachet H., Bournaud M. et Richoux P., 1974.- Introduction à l'étude des macro-invertébrés des eaux douces. Université Lyon I, Association Française de Limnologie, Thonon : 155p.
- Vermeaux J. et Tuffery G., 1967.- Une méthode zoologique de détermination de la qualité biologique des eaux courantes. Indices biotiques. Ann. Sci. Univ. Besançon, Zool., 3 : 79 – 90.



SOCIÉTÉ LINNÉENNE DE LYON

Siège social : 33, rue Bossuet, F-69006 LYON — Tél. et fax : +33 (0)4 78 52 14 33

<http://www.linneenne-lyon.org> — email : societe.linneenne.lyon@wanadoo.fr

Groupe de Roanne : Maison des anciens combattants, 18, rue de Cadore, F-42300 ROANNE

Rédactrice : Marie-Claire PIGNAL - Directeur de publication : Bernard GUÉRIN

Conception graphique de couverture : Nicolas VAN VOÏREN

Tome 76 • Fascicule 9-10 • Novembre-décembre 2007

SOMMAIRE

Leblanc P. - Révision des espèces ouest-paléarctiques du genre <i>Medimorda</i> Méquignon, 1946 et description de deux nouvelles espèces d'Afrique du Nord (Coleoptera Mordellidae)	235 - 250
Macqueron G. - Compte rendu de la sortie de la section botanique dans la vallée du Doux (Ardèche) le 13 mai 2007	251 - 254
Khalaf G. et al. - Evaluation de la qualité biologique des eaux du Nahr el Jaouz (Liban) : application des méthodes indicelles	255 - 268
Delahaye N. et al. - Diagnose d'un Tragocephalini du Gabon appartenant à un genre nouveau (Coleoptera, Cerambycidae, Lamiinae)	269 - 272
Consignes aux auteurs	273 - 275

CONTENTS

Leblanc P. - Revision of West Palearctic species of the genus <i>Medimorda</i> Méquignon, 1946 with description of two new species from North Africa (Coleoptera, Mordellidae, Mordellini)	235 - 250
Macqueron G. - Plants of Doux Valley (Ardèche)	251 - 254
Khalaf G. et al. - Evaluation of the water biological quality of Nahr el Jaouz (Lebanon) : application of the index methods	255 - 268
Delahaye N. et al. - Diagnosis of a Tragocephalini beetle from Gaboon belonging to a new genus (Coleoptera, Cerambycidae, Lamiinae)	269 - 272
Instructions for authors	273 - 275

Prix 10 euro

ISSN 0366-1326 • N° d'inscription à la C.P.P.A.P. : 1109 G 85671

Imprimé par Dumas-Titoulet Imprimeurs, 42000 ST-ÉTIENNE

N° d'imprimeur : 46120 • Imprimé en France • Dépôt légal : novembre 2007

Copyright © 2007 SLL. Tous droits réservés pour tous pays sauf accord préalable.