

Impact des rejets de margines sur la qualité des eaux du Nahr Hasbani (Sud Liban) par référence spéciale aux indices diatomiques

Kamal Slim^{a,b}, Ali Atoui^b, Mirvat Temsah^a

^aUniversité Libanaise, Faculté des Sciences, Hadath- Liban

^bCommission Libanaise de l'Energie Atomique, CNRSL PO .Box 11-8281 Beyrouth-Liban

Abstract

The sustainable development in Lebanon is highly related to the existence of water resources. However, these resources seemed to be insufficient in the past few years. This is due in part to the demographic growth and the development of agriculture and industrial sectors in the country. The south east of Lebanon is known as the region the least irrigated. The main water resource of this region is the Hasbani River (Nahr Hasbani) beside small limited springs. Olive culture occupies an important place in the agriculture sector of the South. However the rejection of olive margins in the Nahr Hasbani deteriorated the water quality, especially at winter time. In this study 124 algal species identified during spring and summer were shown to be characteristic of oligotrophic water. 85 % of these species were identified as diatoms. The use of diatom indices confirmed the river eutrophication by excessive proliferation of *Nitzschia palea* and *Gomphonema parvulum*.

Keywords : phytoplankton, diatom, water quality, biodiversity

1. Introduction

Depuis la nuit des temps, l'olivier a marqué par son ampleur géographique la vie quotidienne des civilisations méditerranéennes où se réalise 98% de la production mondiale de l'huile d'olive. L'un des produits de l'extraction de l'industrie oléicole, les margines, est fréquemment déversé dans les eaux courantes et pose de sérieux problème environnemental.

Dans le sud-est libanais coule la rivière Hasbani qui reçoit des charges élevées de margines sans aucun traitement préalable conduisant à une détérioration de la qualité des eaux.

Une des conséquences les plus marquantes de l'apport organique excessif a été la prolifération d'algues indicatrices des eaux polluées et la réduction de la diversité biologique.

Plusieurs espèces appartenant aux diatomées caractéristiques d'oligotrophie et connues par leur sensibilité aux composés organiques disparaissent.

Dans ce contexte, cette étude sur l'évolution de la qualité des eaux du Nahr Hasbani fait suite à des travaux antérieurs [1, 2] et s'inscrit dans le cadre général de la stratégie STIP (Science and Technology Innovation Policy) proposé à l'échelle nationale et adoptée par le Conseil national de la recherche scientifique libanais.

L'ensemble des données biocénotiques recensées en 1984 ont été réexaminées pour la période 2010-2011 et la liste des communautés algales s'est largement enrichie par des espèces nouvelles pour la région.

Le présent article tentera de décrire l'état des eaux du point de vue physico-chimiques et biocénotiques pendant le rejet automnal et après cette période en utilisant la méthode des indices diatomiques. Ces bioindicateurs, récemment utilisés au Liban pour la détection de la qualité des eaux donnent des résultats fiables et complètent les données physico-chimiques [3].

2. Matériel et méthodes

2.1. Site d'étude

Le Nahr Hasbani (33.24° N, 35.44° E), de 21 km de long, prend sa source au pied de Mont Hermon dans le sud-est libanais. Il est alimenté par plusieurs sources principales: Hasbani, Dardara et Ouazzani (à la frontière Libano- Israélienne) et reçoit des apports d'oueds temporaires (Fardis et Sreid). Son bassin versant a un relief assez accentué, caractérisé par la succession de paliers, de gorges. Ses eaux sont captées pour l'irrigation

et pour alimenter les villages frontaliers en eau potable (source Ouazzani).

Les caractéristiques du Nahr Hasbani sont résumées ci-dessous:

- Superficie du bassin versant: 562 km²
- Superficie du bassin versant entre le Litani et le Hasbani: 175 km²
- Débit maximum: 14.93 m³/s
- Débit minimum: 0.02 m³/s.
- Altitude: 750-1350 m
- Apport hydrologique: 145 m³/an

Pour la réalisation de cette étude sept stations ont été prospectées de l'amont vers l'aval du Nahr Hasbani. Le

choix de ces stations repose sur leur situation par rapport aux agglomérations, aux sources de pollution et à leur accessibilité. Les sources choisies se situent dans le versant ouest du Mont Hermon (Anti-Liban). Ce plateau, en forme de vigoureuse pyramide, est couvert de neige pour une bonne partie de l'année, il est " le Château d'eau" du Proche-Orient et ses réserves aquatiques alimentent le Jourdain (Hasbani, Yarmouk et Dan). Les stations prospectées sont les suivantes (Figure 1) [4]:

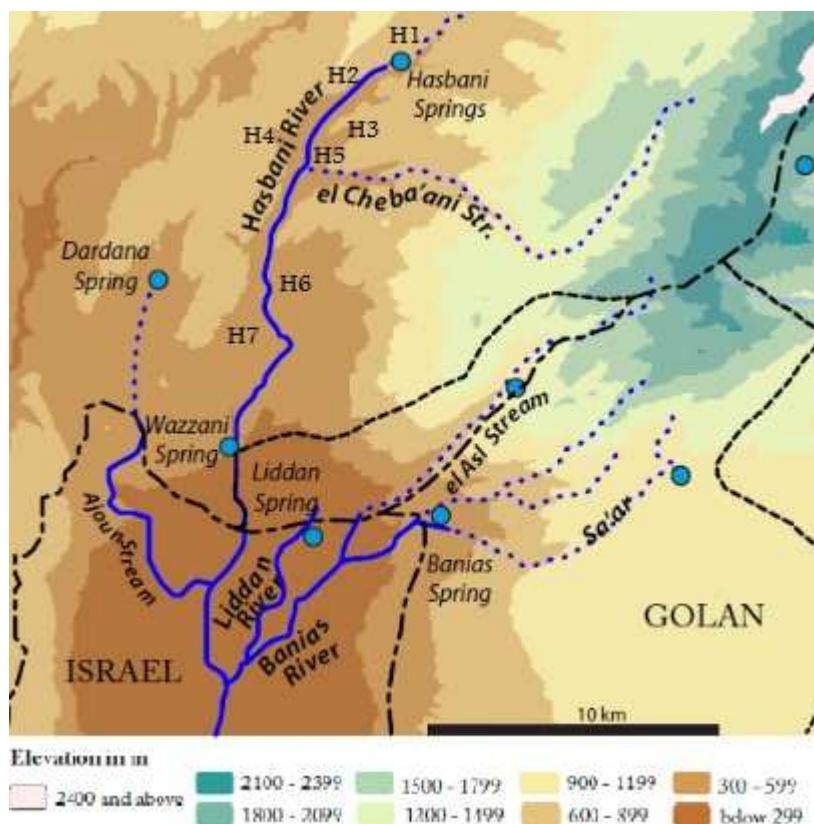


Figure 1. Carte du Nahr Hasbani et les points de prélèvement

- H1: Nabeh el Raheb (altitude 755 m)
- H2: Source principale (Hasbani) (altitude 750 m)
- H3: Marjayoun (783 m)
- H4: Abou Amha (confluence des 2 rivières) (altitude 760 m)
- H5: source Chebaa (altitude 1350 m)
- H6: Ibl el Sakki (altitude 800 m)
- H7: Pont Fardis (altitude 790 m)

2.2. Echantillonnage et analyses physico-chimiques

Des échantillons de 1L d'eau ont été collectés et conservés dans des bouteilles en polyéthylène ultérieurement traitées avec de l'acide nitrique 1%. Ils seront ensuite filtrés à travers un filtre Millipore 45-µm et acidifiés avec de l'acide nitrique 0.2 % v/v. L'étude de métaux a été réalisée à l'aide de la technique de l'absorption atomique (Perkin Elmer, Analyst 100 avec un four en graphite HGA 800) avec une flamme Air-Acétylène. La conductivité électrique, le TDS (Total

Dissolved Solid), l'oxygène dissous et le pH, ont été mesurées respectivement à l'aide d'un conductivimètre portable (WTW LF 90), analyseur portable d'oxygène dissous (HI 9146, HANNA) et pH mètre WTW 90.

2.3. Le prélèvement des algues

Le prélèvement des algues s'est effectué par grattage à l'aide de brosse à dents de plusieurs substrats durs naturels (blocs de pierre), récoltes d'algues filamenteuses et par pressage de végétaux. Les échantillons sont formolés in situ et nettoyés à chaud dans l'eau oxygénée concentrée. Le comptage s'est effectué (au laboratoire à l'aide d'un microscope inversé) au fur et à mesure du balayage de la préparation à l'objectif 100 à immersion à large ouverture. Les cellules sont ainsi dénombrées et identifiées à l'espèce [5, 6].

3. Résultats et discussions

3.1. Caractéristiques physico-chimiques

Les valeurs du pH, du TDS et de la conductivité électrique varient respectivement entre 7.3 et 8.2, 352-500 mg/l et 400-510 $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ (Tableau 1). Les concentrations en bicarbonates HC0_3^- sont assez élevées

Tableau 1

Caractéristiques chimiques des eaux du Nahr Hasbani mai 2011 (les teneurs en novembre et en décembre 2010 sont précédées par un astérisque)

	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7
T ($^{\circ}\text{C}$)	22	18	18	24	16	18	24
O_2 (mg/l)	8.5- 7.8 *	8 – 5.5 *	7.5-3.8*	7.8- 4*	8 - 4.2*	8.5-5.5*	8.5- 6.5*
pH	7.32	7.6 – 7.3 *	8.2- 4.3*	7.7 - 4*	7.9 – 4.2*	7.6-5*	7.6- 5*
HC0_3^- (mg/l)	280	260	170 -1800*	220-2000*	210-1850*	255-800*	245-600*
Cond. ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	449	400	420	435	510	482	475
TDS (mg/l)	370	352	366	365	500	412	400
Ca^{2+} (mg/l)	99.5	102.6	102.6	120	102.6	132	132
Mg^{2+} (mg/l)	15	14	16	15	16	15	18
K^+ (mg/l)	0.7	0.8	1.6	1.4	2.02	1.1	1.1
Na^+ (mg/l)	6.76	10.18	11.2	10.5	10.5	10.18	11.8
Cl^- (mg/l)	11	10	9.7	9.7	11	10	11
NO_3^- (mg/l)	5.1	10	20.5	18	17.1	20.8	43.2
NH_4^+ (mg/l)	0.2	0.15- 0.2 *	0.3-5.4*	0.25-6.2*	0.25- 4*	0.2- 4*	0.25-2.4*
SO_4^{2-} (mg/l)	20.5	18	17	22.4	18.1	28	25
PO_4^{3-} (mg/l)	1.1-1.8*	1.1-6.8*	1.2-8.4*	3.4-7.4*	4- 5.5*	1.8-3*	1.8-2.5*

3.2. Etude de la flore algale

59 échantillons du phytoplancton et du périphyton du Nahr Hasbani ont révélé l'existence de 124 espèces

(170-280 mg/l) indiquant la nature carbonatée calcique du bassin. Les teneurs élevées de sulfates sont détectées surtout en période hivernale due à la dissolution des terrains riches en anhydrite et en dolomite, Ce dernier implique aussi les concentrations élevées en magnésium. Les nitrates et les phosphates paraissent acceptables et si en certaines périodes sont élevées, cela est dû aux rejets de fertilisants et aux déversements d'eaux usées.

En conclusion, les eaux de la rivière sont de type bicarbonatés-calcique avec des teneurs en ions variant selon l'ordre suivant: $\text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{Na}^+ > \text{K}^+$ pour les cations et $\text{HC0}_3^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{CL}^-$ pour les anions.

Oxygène dissous : L'évolution des taux de l'oxygène dissous dans les eaux de la rivière varie très légèrement d'une station à une autre (Tableau 1). Cependant les résultats montrent une variation saisonnière de la teneur en oxygène dissous qui passe par 3 états —: en automne, l'impact saisonnier des rejets des huileries est très perceptible sur le régime de l'oxygène, de faibles teneurs d'oxygénéation (3.8- 5.5 mg/l dans les stations H2, H3, H4, H5, H6, marqués par un astérisque dans le Tableau 1) voire même des états transitoires d'anoxie (absence totale d'oxygène dissous) ont été enregistrés. Avec l'arrêt des décharges de margines en hiver, une nette amélioration s'opère et les teneurs en oxygène augmentent au printemps. Or, en été, le débit devient de plus en plus faible et la rivière s'assèche en certains tronçons.

d'algues dont 14 espèces appartiennent aux cyanobactéries et chlorophycées et 110 aux diatomées (Tableau 2). Cette liste n'est pas exhaustive, il est évident que les travaux ultérieurs vont enrichir le panorama algal. Les espèces rencontrées pour la première fois dans la flore libanaise

sont 3 espèces de cyanobactéries (*Microcoleus variantus*, *Nostoc calcicola* et *Oscillatoria limosa*) et 12 espèces de diatomées.

La prospection des diatomées des sources de cette rivière effectuée par Slim en 1984 [1] avait révélée l'existence de 74 espèces dont la plupart de cette liste est retrouvée dans cette étude mais l'effectif d'*Achnanthes lanceolata* et de *Denticula tenuis var. crassula* s'est abaissé de 70% à moins de 5%. La présence des diatomées est connue comme étant le groupe le plus caractéristique des eaux courantes (figure 2). Les 8 genres les plus représentés renferment 4 espèces et plus. *Navicula* est le plus varié avec 16 espèces suivit par *Gomphonema* et *Cymbella* avec 13 espèces chacun. En 3^{eme} lieu, *Fragilaria construens*, *F. ulna*, *Surirella ovata* sont représentées par des variétés. La plupart des espèces rencontrées sont cosmopolites et quelques espèces sont rencontrées pour la première fois au Liban telles que *Cymbella monticola*, *C. muelleri*, *Gomphonema abbreviatum*, *G. affine*, *G. clevei*, *G. fanensis* et *Surirella subsala*.

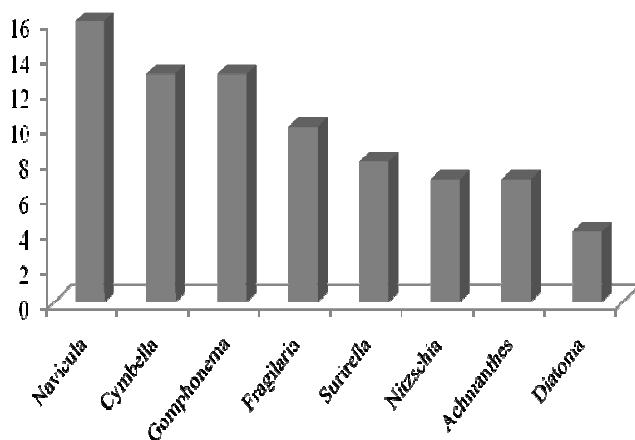


Figure 2. Nombres des espèces des 8 groupes taxonomiques diatomiques majeurs inventoriées à Nahr Hasbani (Sud Liban).

Quelques remarques écologiques seront précisées sur l'influence de la répartition des espèces vis-à-vis des facteurs physico-chimiques. Les chlorophycées, peu nombreuses dans nos récoltes, sont calcifuges et nos Tableau 2 :

Caractéristiques écologiques et géographiques des algues du Nahr Hasbani.

N°	Espèces	Abondance	Habitat	Indices de saprobies	pH	Géographie
Cyanobactéries						
1	<i>Lyngbya</i> sp	-	-	-	-	-
2	<i>Microcoleus variantus</i> , Vaucher Gomont	2	B	2	4	-

rivières ne leur conviennent que peu. Nous ne rencontrons que des espèces filamenteuses qui pullulent avec l'augmentation des sels nutritifs surtout en période d'étiage. Par contre, les diatomées sont bien représentées et le calcaire ne semble pas être nocif. Le courant est un facteur très favorable pour des espèces qui recherchent les eaux agitées telles que *Diatoma anceps* et *D. vulgaris*. Les teneurs importantes en chlorures permettent de distinguer différentes catégories de diatomées, suivant leurs affinités pour le sel. Le Nahr Hasbani, rivière de l'intérieur du pays, est caractérisé par des teneurs réduites en chlorures, riches en espèces halophobes telles que *Epithemia sorex*, *Navicula nivalis*, *Caloneis silicula*. Quelques espèces fortement halophiles ont été rencontrées, accidentellement, comme *Achnanthes delicatula* et *Amphora commutata*. Hustedt [7] avait étudié la flore diatomique des sources de la montagne libanaise à partir des échantillons récoltés en 1902 et il a conclu que l'ensemble du massif montagneux du Liban ne cache en général qu'une flore de diatomées bien pauvre en espèces et un mélange de flores d'eaux douces et saumâtres.

Parmi les espèces recensées par Hustdet [7], 7 sont omniprésentes dans la flore libanaise et figurent dans notre étude (signalées par un astérisque dans la liste taxonomique). Les prélèvements effectués ont montré une distribution très hétérogène une association d'espèces dominantes ou parfois une seule espèce caractérise la station à une période déterminée. Ainsi dans les stations des sources H1 et H2, *Melosira arenaria* abonde en H1 avec plus de 60% en octobre et novembre et régresse dans le reste du cycle annuel et *Cocconeis placentula* et *Achnanthes minutissima* en H2, tandis qu'au mois de février, *Hantzschia amphioxys* joue le rôle prédominant, elle apparaît à chaque fois et domine les stations en amont (30-40%), elle est associée souvent avec *Surirella angusta*. Au début d'été, *Cymbella affinis* abonde dans toutes les stations avec une présence réduite de *Cocconeis placentula*. Comme dans plusieurs rivières méditerranéennes, le régime hydrique présente des perturbations diverses: crues hivernales et sécheresse sur certaines tronçons en été. Les biocénoses suivent ces irrégularités qui sont aussi influencées par les facteurs anthropiques: pollutions, curages [8].

N°	Espèces	Abondance	Habitat	Indices de saprobies	pH	Géographie
3	<i>Nostoc calcicola</i> Breb.	3	Ep	3	4	-
4	<i>Oscillatoria limosa</i> Ag	2	B	3	4	-
5	<i>O. tenuis</i> Ag	2	B	3	4	K
6	<i>Pseudanabaena catenata</i> Lauterborn	2	P	2	4	K
7	<i>Spirulina platensis</i> (Nordst.) Geilt	1	P,S	-	3	K
Chlorophytes						
8	<i>Cladophora glomerata</i> (L.) Kützing	2	p-B	2	4	K
9	<i>Closterium acutum</i> Bréb	1	p	2	-	K
10	<i>Cosmarium formosolum</i> Hoff.	1	p	2	-	K
11	<i>Oedogonium</i> sp	1	B	2	-	-
12	<i>Spirogyra lambertiana</i> Transeau	2	B	2	-	-
13	<i>Stigeoclonium tenue</i> Kutz	1	B	2	-	K
14	<i>Ulothrix zonata</i> Kütz.	2	p	2	-	K
Diatomées						
15*	<i>Achnanthes coarctata</i> (Breb.) Grun.	1	S	1	3	K
16	<i>A. delicatula</i> (Kütz.) Grun.	1	Ep	-	3	-
17	<i>A. lanceolata</i> (Breb.) Grun.	1	Ep	3	4	K
18	<i>A. minutissima</i> var. <i>minutissima</i> Kütz.	4	B	2	3	K
19	<i>A. cryptocephala</i> Kutz.	4	B	2	3	k
20	<i>Amphora commutata</i> Grun.	1	B	-	2	K
21	<i>Amphora Lybica</i> Ehr.	1	Ep	2	3	K
22	<i>A. ovalis</i> (Kütz.) Kütz.	1	B	2	4	K
23	<i>A. pediculus</i> (Kütz.) Grun.	1	B	2	4	K
24	<i>Anomoeoneis sphaerophora</i> (Ehr.) Kütz.	1	p-B	5	3	K
25	<i>Caloneis bacillum</i> (Grun.) Cleve	1	B	2	4	K
26	<i>C. silicula</i> (Ehr.) Cleve	1	Ep	7	4	K

N°	Espèces	Abondance	Habitat	Indices de saprobies	pH	Géographie
27	<i>Cocconeis placentula</i> (Ehr.) Grun.	5	p-B	2	4	K
28	<i>C. placentula</i> var. <i>euglypta</i> (Ehr.) Grun.	4	p-B	2	4	K
29	<i>Cyclotella meneghiniana</i> (Kütz.)	1	p-B	4	4	K
30	<i>C. stelligera</i> (Cleve & Grunow) Van Heurck	1	Ep	-	-	K
31	<i>Cymatopleura elliptica</i> (Breb.) w. Smith	1	P	2	4	K
32	<i>C. solea</i> (Breb.) W. Smith	1	P	2	4	K
33	<i>Cymbella affinis</i> Kütz.	3	P	2	4	K
34	<i>C. amphicephala</i> Naeg.	1	p-B	2	3	K
35	<i>C. cymbiformis</i> (Kütz.) Hust.	1	Ep	2	3	T
36	<i>C. helvetica</i> Kütz.	1	P	1	4	K
37	<i>C. helvetica</i> var. <i>compacta</i> Kütz.	1	P	1	4	K
38*	<i>C. Kolbei</i> Hust	2	Ep	-	-	K
39	<i>C. hustedtii</i> Krasske	1	B	2	4	b
40	<i>C. microcephala</i> Grun.	1	B	1	4	K
41	<i>C. monticola</i> Hust.	1	p	-	-	-
42	<i>C. muelleri</i> Hust.	1	p	-	-	Ha
43	<i>C. naviculiformis</i> (Auerswald) Cleve	1	p	2	3	K
44	<i>C. sinuata</i> (Greg.)	1	p	2	-	K
45	<i>C. tumida</i> (Breb.) Van Heurck	1	Ep	1	4	K
46	<i>C. ventricosa</i> Kütz.	2	p	-	-	-
47	<i>Denticula tenuis</i> var. <i>Crassula</i> (Naeg.) Hust.	2	Ep	1	4	K
48	<i>Diatoma anceps</i> (Ehr.) Kirchner	2	p-B	1	3	-
49	<i>D. elongatum</i> (Lyng.) Agard	1	p-B	-	3	-
50	<i>D. hiemale</i> (Lyng.) Heib	1	Ep	1	4	K
51	<i>D. vulgaris</i> Bory	5	Ep	2	5	-
52	<i>Diploneis elliptica</i> (Kütz.) Cleve	1	Ep	1	4	K

N°	Espèces	Abondance	Habitat	Indices de saprobies	pH	Géographie
53	<i>Epithemia sorex</i> (Kütz.)	1	Ep	2	5	K
54	<i>Fragilaria construens</i> (Ehr.) Grun.	2	p-B	2	4	
55	<i>F. construens</i> var. <i>venter</i> (Ehr.) Hust.	2	p-B	2	4	
56	<i>F. intermedia</i> Grun.	1	Ep	2	4	K
57	<i>F. pinnata</i> Ehr.	2	Ep	2	4	K
58	<i>F. rumpens</i> (Kütz.) Carlson	1	Ep	-	3	K
59	<i>F. ulna</i> (Nitz.) Lange-Bertalot	1	p-B	4	4	K
60	<i>F. ulna</i> var. <i>impressa</i> (Nitz.) Lange-Bertalot	1	p-B	4	4	K
61	<i>F. ulna</i> var. <i>acus</i> (Kütz) Lange-Bertalot	1	Ep	3	4	K
62	<i>F. ulna</i> var. <i>oxyrhynchus</i> (Kütz.) Lange-Bertalot	1	p-B	3	4	K
63	<i>F. vaucheria</i> (Kütz.) Peterson	1	p-B	-		K
64	<i>Frustulia vulgaris</i> (Thwaites) De Toni	1	Ep	2	4	K
65	<i>Gomphonema acuminatum</i> var. <i>coronata</i> (Kütz.) Rabh	2		2	4	K
66	<i>G. abbreviatum</i> Agardh	4	P	-	4	-
67	<i>G. affine</i> Kütz.	1	p-B	2	4	K
68	<i>G. angustatum</i> (Kütz.) Rabenh					K
69	<i>G. clavatum</i> Ehr.	1	p	1	3	
70	<i>G. clevei</i> F. Fricke	1	Ep	-	3	-
71	<i>G. constrictum</i> var. <i>capitata</i> (Ehr.) Grun.	2	p	-	4	
72	<i>G. fanensis</i> Maillard	1	Ep	2	3	
73	<i>G. lanceolatum</i> C.A. Agardh	1	Ep	3	3	K
74	<i>G. olivaceum</i> (Hornem.) Breb.	1	p	-	5	K
75	<i>G. olivaceum</i> var. <i>calcareum</i> (Cleve) Cleve	1	p	-	5	K
76	<i>G. truncatum</i> Ehr.	1	B	2	4	-
77	<i>G. parvulum</i> (Kütz.) Kütz	2	B	4	3	K
78	<i>Gomphonitzschia ungeri</i> Grun.	1	P	-	4	Ha

N°	Espèces	Abondance	Habitat	Indices de saprobies	pH	Géographie
79	<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kütz.) Raben	1	B	2	5	K
80	<i>G. spencerii</i> (W. Smith) Griff	1	p-B	2	5	K
81*	<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehr.) Grun.	3	S	4	3	K
82*	<i>Melosira arenaria</i> Moore	1	Ep	-	4	K
83	<i>M. varians</i> C.A. Agardh	2	Ep	3	4	K
84	<i>Meridion circulare</i> (Grev.) Ag.	2	p-B	4	2	K
85	<i>Navicula angusta</i> Grun.	1	B	1	2	K
86	<i>N. capitatoradiata</i> Germain	1	p-B	3	4	-
87	<i>N. cari</i> Ehr	1	B	-	4	-
88	<i>N. cincta</i> (Ehr.) Ralfs	1	p-B	3	4	K
89*	<i>N. contenta</i> Grun.	3	S	2	4	K
90	<i>N. cf. cryptocephala</i> Lange-Bertalot	1	p-B	3	3	K
91	<i>N. cryptonella</i> Lange-Bertalot	1	Ep	2	4	K
92	<i>N. gracilis</i> Ehr.	1	Ep	-	3	K
93	<i>N. hungarica</i> var. <i>capitata</i> (Ehrenberg) Cleve	1	Ep	-		K
94	<i>N. halophila</i> (Grun.) Cleve	1	Ep	3	4	K
95*	<i>N. mutica</i> (Kütz.)	1	Ep	3	3	K
96*	<i>N. mutica</i> var. <i>ventricosa</i> (Kütz) Cleve & Grun.	1	Ep	2	3	K
97	<i>N. neoventicosa</i> Hust.	1	Ep	2	3	Ha
98	<i>N. nivalis</i> Ehr.	1	Ep, S	2	3	K
99	<i>N. pupula</i> Kütz.	1	Ep	3	3	-
100	<i>N. radiosa</i> Kütz.	1	Ep	2	3	K
101	<i>N. tripunctata</i> (O.F.Müller) Bory	3	B	2	4	K
102	<i>N. trivialis</i> Lange.Bertalot	1	B	4	3	K
103	<i>N. rhynchocephala</i> Kütz.	1	Ep	2	4	K
104	<i>N. subrhynchocephala</i> Hust.	1	Ep	-	-	K

N°	Espèces	Abondance	Habitat	Indices de saprobies	pH	Géographie
105	<i>Neidium apiculata</i> (Greg.) Grun	1	Ep	3	4	K
106	<i>N. dubium</i> (Ehr.) Cleve	1	B	2	3	K
107	<i>Nitzschia desertorum</i> Hust.	2	B	2	3	Ha
108	<i>N. dissipata</i> (Kütz.) Grun.	1	Ep	2	4	K
109	<i>N. frustulum</i> (Kütz.) Grun.	1	B	2	4	K
110	<i>Nitzschia gracilis</i> Hantzsch	1	Ep	2	3	K
111	<i>N. intermedia</i> Hantzsch	1	B	2	3	K
112	<i>N. palea</i> (Kütz.) W. Smith	1	B	5	3	K
113	<i>Pinnularia appendiculata</i> (Agardh) Lange-Bertalot	1	Ep	1	2	K
114	<i>P. viridis</i> (Nitz.) Ehr.	1	B	2	3	K
115	<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (Agardh) Lange-Bertalot	1	p-B	2	4	K
116	<i>R. curvata</i> Grun.	1	Ep	2	4	K
117*	<i>Stauroneis anceps</i> Ehr.	1	B	2	3	-
118	<i>S. brebissonii</i> Lange-Bertalot	1	B	-	4	K
119	<i>Surirella angusta</i> Kütz.	1	p-B	-	4	K
120	<i>S. ovalis</i> var. <i>pinnata</i> (W. Smith) Van Heurck	1	B	3	4	K
121	<i>S. ovata</i> var. <i>salina</i> (W. Smith) Rabh	2	p-B	3	4	K
122	<i>S. ovata</i> Kütz.	1	p-B	3	4	K
123	<i>S. subsala</i> W. Smith	1	B	-	-	
124	<i>S. spiralis</i> Kütz.	1	Ep	1	3	K

Habitat : B= benthique, p= planctonique, p-B= Planctonique benthique, S = aérophytique, Ep= épiphytique.

Indice saprobie : 1, Oligosaprbé ; 2, β-mésosaprobe ; 3, α-mésosaprobe ; 4, α-méso-polysaprobe; 5, polysaprobe.

pH: 1- acidibiontique <5.5, 2- acidophile <7, 3- neutre= 7, 4- alcaliphile > 7.5, 5- alcalibionitique >8.

Géographie: mt= Méditerranéen, K= cosmopolite, b= boréal, Ha= holactique

3.3. Problèmes des rejets des margines

L'industrie oléicole occupe une place importante dans tout le bassin méditerranéen depuis des millénaires. L'extraction de l'huile d'olive produit de la margine qui est un liquide légèrement acide (pH = 4,5 à 5), de couleur violet foncé intense qui vire vers le noir; d'odeur forte de

l'huile d'olive, de goût amer, de degré élevé de pollution organique (protéines, lipides, glucides et polyphénols peu biodégradable de demande chimique en oxygène: DCO > 220 g/L avec un rapport de DCO/DBO entre 2,5 et 5 (donc difficilement dégradable); et de concentration élevée de matières en suspension totales 20 g/L [9]. La margine constitue une source de pollution de l'eau qui se transmet vers les eaux souterraines et superficielles du

globe terrestre [10], puisque les margines sont le plus souvent rejetés dans les récepteurs naturels des cours d'eau, sans aucun traitement préalable, ce qui empêche ces eaux de s'autoépurer. En effet le phosphore contenu dans la margine accélère le développement des algues et augmente la probabilité d'une eutrophisation entraînant un déséquilibre écologique dans les eaux naturelles [11]. La présence des tannins, dans la margine provoque une décoloration de ces eaux. Les sucres de la margine provoquent une augmentation de la population microbienne et par conséquent une augmentation de la consommation d'oxygène dissous, donc la réduction de sa disponibilité pour d'autres organismes vivants. Les lipides forment un film imperméable, ce qui empêche la pénétration des rayons lumineux et de l'oxygène [12].

Le problème des margines déversées dans les cours d'eau libanais ne se posait pas auparavant. Les quantités d'huile d'olive produites alors de manières traditionnelles étaient bien moins importantes que les quantités actuelles. Selon le ministère de l'agriculture [13], la superficie cultivée de l'olivier est estimée à 51 ha et la production de margines de 21000 à 42000 mètres cubes (1999). Les rejets de margines et celles des eaux usées urbaines ont affecté particulièrement la qualité des eaux dans lesquelles elles sont déversées. Elles colorent les eaux et leur forte charge organique exige une forte consommation d'oxygène entraînant la dégradation de la qualité des eaux. Les biocénoses aquatiques sont sérieusement touchées, l'appauvrissement en oxygène dissous (inférieures à 5mg/l) est responsable de la mort excessive des poissons. La flore algale est réduite et on ne rencontre que très peu d'espèces. Le cours d'eau paraît sans vie et la situation se normalise à partir du mois de janvier.

3.3. Critère de la qualité des eaux

En vue de détecter la qualité de l'eau, nous avons utilisé la méthode de l'indice diatomique (ID) de Leclercq 1996 [14]. Les diatomées sont des organismes qui enregistrent fidèlement l'état actuel et les perturbations du milieu aquatique. Elles sont sensibles aux formes de l'azote et du phosphore fréquent dans les pollutions domestiques [15-18]. Lorsque la teneur en ces éléments augmente dans l'eau la diversité spécifique se modifie rapidement: les espèces sensibles régressent au profit des espèces résistantes. La méthode attribue à chaque taxon d'un ensemble de 400 taxons une valence saprobique (Vs) et une valeur indicatrice (Vi) qui décrivent son autoécologie issue des observations de nombreuses références bibliographiques des zones tempérées. L'indice diatomique varie de 5 à 1 et est réparti en 5 classes de pollution croissante (Tableau 2).

- Taxons saproxènes d'eau non polluée (valence saprobique entre 5,0 et 4,3)
- Taxons oligosapropes d'eau faiblement polluée (valence saprobique entre 4.2 et 3.6)
- Taxons β - mésosapropes d'eau modérément polluée (valence saprobique entre 3.5 et 3.0)
- Taxons α- mésosapropes d'eau fortement polluée (valence saprobique entre 2.9 et 2.3)
- Taxons polysapropes d'eau très fortement polluée (valence saprobique entre 2.2 et 1,0)

L'utilisation de cette méthode dans notre biotope, (Tableau 3) au mois de mars a donné des résultats qui, en le comparant avec la physico-chimie, ont reflété correctement la qualité des eaux. Ainsi, la quasi-totalité des espèces diatomiques recensées sont caractéristiques des milieux propres à peu pollués. En période de forte contamination par les margines, l'indice diatomique est de 2,0 (pollution très forte) et le peuplement est largement dominé par les taxons polysapropes (*Nitzschia palea* : 96.9%). L'ID augmente ensuite à 2.9 en H3 : le peuplement est alors dominé par les taxons α-mésosapropes (*Gomphonema parvulum*). Les stations suivantes caractérisent les eaux légèrement polluées.

Tableau 3 :

Synthèse des comptages de diatomées (abondances relatives cumulées en %) et indices diatomiques.

En mai 2010 :

Taxons	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7
Saproxènes	4.6	0.0	0.2	1.0	1.9	2.5	0.1
Oligosapropes	<u>83.6</u>	<u>48.8</u>	<u>37.6</u>	<u>22.8</u>	<u>76.6</u>	<u>18.2</u>	<u>19.4</u>
β- mésosapropes	5.6	37.1	13.5	53.9	14.2	61.6	7.6
α- mésosapropes	6.1	11.1	41.7	18.7	6.0	8.9	71.8
Polysapropes	0.1	2.6	7	3.6	1.3	8.8	1.1
Indice diatomique	3.8	3.6	3.3	3.3	3.8	3.2	3.1
Pollution	f	f	m	m	f	m	m

En octobre 2011 :

Taxons	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7
Saproxènes	0.1	0.0	0.2	0.1	0.5	0.2	1.5
Oligosapropes	<u>47.4</u>	0.4	1.3	19.4	34.7	37.6	22.2
β- mésosapropes	23.5	0.5	<u>73.5</u>	7.6	13.5	13.5	<u>47.7</u>
α- mésosapropes	24.5	2.2	23.5	<u>71.8</u>	<u>47.9</u>	<u>41.7</u>	22.6
Polysapropes	4.5	<u>96.9</u>	1.7	1.1	3.3	7.0	6.2
Indice diatomique	3.5	2.0	2.9	3.3	3.1	3.3	3.2
Pollution	m	TF	F	m	m	m	m

f=faible, m= modérée, F=forte, TF= très forte

4. Conclusion

L'intérêt de suivre l'évolution de la rivière Hasbani dans le contexte qualité des eaux et biodiversité nous a mené à dresser et à proposer un suivi pour sauvegarder ce site. L'étude de la flore algale a montré la richesse taxonomique avec 124 espèces dont 11 sont des algues non siliceuses. Nous avons étudié les assemblages et nous les considérons comme un système reflétant une dynamique de variations écologiques typique de la région.

Du point de vue écologique, le Nahr Hasbani n'est pollué qu'en certaines périodes de l'année (octobre - décembre) causées par des rejets d'eaux résiduaires non traitées, fertilisants, et surtout les déchets agricoles. En effet, dans le processus de fabrication de l'huile d'olive, le rejet des margines, évacué sans traitement, pose

actuellement de sérieux problème pour l'environnement. Les eaux réceptrices sont fortement chargées en matières organiques et en polluants et n'ont plus la capacité de s'auto- épurer. Les moyens mis pour préserver l'environnement de ces déchets sont inexistant.

Les biocénoses algales-et surtout les diatomées- répondent à ces perturbations en favorisant les espèces caractéristiques des milieux eutrophes et provoquant la disparition des espèces indicatrices du bon état écologique des eaux. L'utilisation des indices diatomiques a bien défini l'état écologique du Nahr Hasbani en période automnale et les résultats sont peu rassurants puisque les facteurs anthropiques pèsent de plus en plus sur cette rivière.

Références

- [1] Slim, K. 1984 . Diatom flora of springs in the south Eastern Lebanese Area. Diatom symposium, 367-373
- [2] Slim, K., Z. Saad, and G. Khalaf. 2000 . Estimation de la qualité des eaux du Nahr Beyrouth. Utilisation de l'indice diatomique de polluo-sensibilité (IPS). Cah.Ass.Sci.Eur.Eau.et Santé, 5 : 51-60
- [3] Khalaf, G., K. Slim, Z. Saad, et K. Nakhlé. 2007 . Evaluation de la qualité biologique des eaux du Nahr el Jaouz (Liban): application des méthodes indicielles. Bull Mens. Soc. Linn., 76(9):255- 268.
- [4] Duberteret, L. 1952 . Carte géologique au 1:50000 feuille de Merdjayoun. Ministère des travaux publics, 367-374.
- [5] Krammer, K., and H. Lange-Bertalot. 1991. Bacillariophyceae 3. Teil: Centrales, Fragilariaeae, Eunotiaceae. Sußwasserflora von Mitteleuropa 2/3. Gustav Fischer Verlag. Jena. 576 p
- [6] Bourrelly, P. 1968 . Quelques algues d'eau douce récoltés lors du XVIIe congrès international on Israel (SIL). Verein.Linnol.,: 1326- 1337
- [7] Hustedt, F. 1949 . Diatomeen von der Sinaï- Habbinsel und ans dem Libanon - Gebiet. Hydrobiologia, 2: 24-52
- [8] Rolland, T., S. Fayolle, A. Cazaubon and S. Pagnetti. 1997 . Methodical approach to distribution of epilithic and drifting algae communities in a French subalpine river. Interferences on water quality assessment. Aqua. Sci. 59: 57-73
- [9] Rivas, J., F. Beltran, B. Acedo, and O. Gimeno. 2000 . two step waste water treatment: Sequential ozonation-Aerobic biodegradation. Ozone. Science and Engineering, 22: 617- 636
- [10] Fiorentino, A., A. Gentili, M. Isidori, P. Monaco, A. Nardelli, A. Parrella, and F. Temussi. 2003 . Environmental effects caused by olive mill wastewaters: Toxicity comparison of low-molecular-weight phenol components. J. Agri. Food Chem., 51: 1005 – 1009
- [11] Benyahia, N., et K. Zein. 2003 . Analyse des problèmes de l'industrie de l'huile d'olive et solutions récemment développées. Inst. Bus. Ass. 8 p.
- [12] Lacomelli, A., 2000. Olive mill waste water & SAP adopted by BACRON contracting parties. Work Shop on Agro- industry development in the coastal areas, with special focus on the olive oil industry. Beirut –Lebanon 4- 6 December.
- [13] Ministère de l'Agriculture Libanaise, 1999 . Statistique agriculture courante. Rapport annuel. Beyrouth, Liban
- [14] Leclercq, L., and F. Rosillon. 1996 . Qualité chimique et biologique du bassin de la Semois (partie Belge). Bull. Fr. Pêche Pisciculture, 341 : 81-108.
- [15] Lange-Bertalot, H. 1979 . Pollution tolerance of diatoms as a criterion for water quality estimation. Nova Hedw., 64 : 285-304
- [16] Prygiel, J., and L. Leveque. 1996 . Un nouvel indice diatomique pratique pour l'évaluation de la qualité des eaux en réseau de surveillance. Rev.Sci.Eau. 1: 87-112.
- [17] Dokulil, M. T., R., Schmidt, and S., Kofler 1997 Benthic diatom assemblages as indicators of water quality in an urban floodwater impoundment. Neue Donau, Vienna, Austria, Nova Hedwigia, 65(1-4): 273-284.
- [18] Sabater, S., and F. Sabater. 1988 . Diatom assemblages in the river Ter. Arch. Hydrobiol., 114: 555-573.