

Deux nouveaux indices diatomique et de qualité chimique des eaux courantes. Comparaison avec différents indices existants*

Louis Leclercq⁽¹⁾ et Bernadette Maquet⁽²⁾

(1) Centre de recherche et d'éducation pour la conservation de la
Nature (Centre Marie-Victorin), 21, rue des Écoles, B-6383 Vierves-sur-Viroin (Belgique).
(2) 7, rue de la Station, B-5740 Lesve (Belgique).

Résumé : Après avoir comparé différents indices d'estimation des qualités chimique et biologique des eaux courantes, quelques remarques sont formulées : la signification des valeurs est parfois très différente suivant les méthodes utilisées ; il est nécessaire de déterminer toutes les espèces ; les indices biocénétiques utilisant des niveaux de détermination supérieurs (ordre, famille, ou genre) sont assez imprécis. En conséquence, un nouvel indice chimique et une modification de l'indice saprobique basé sur les diatomées ont été mis au point. Appliqués conjointement au bassin du Samson, choisi pour la diversité de ses eaux, ces nouveaux indices fournissent une estimation meilleure que les autres méthodes. Grâce à leur réaction directe aux polluants organiques utilisés comme nutriments par certaines espèces, les diatomées donnent des indications plus précises et plus fiables que les peuplements de macro-invertébrés qui sont en outre influencés par les conditions de substrat ou de courant.

Abstract : Several indexes of chemical and biological water quality are compared and some remarks are brought forward : signification of the index values, sometimes very different according to the methods applied, necessity of the identification of all species, lack of precision of the biocenotic indexes of Verneaux, using higher identification levels (order, family or genus). Consequently, a new chemical index and a modification of the saprobic index based on diatoms are proposed. For the drainage basin of the Samson, chosen for its diversity, the estimation resulting from the simultaneous use of our new indexes is better than the one of the other methods. Owing to the direct reaction to organic pollutants used as nutrients by some species, the diatoms give more precise and valid indications than the benthic macro-invertebrates communities which are more influenced by substrate or current conditions.

INTRODUCTION

Le Samson est une rivière de type calcaire longue d'une vingtaine de kilomètres, traversant une région encore préservée de la province de Namur. Il reçoit des affluents de minéralisations diverses, plus ou moins touchés par des pollutions organiques et présente donc une variété de types d'eau intéressante comme le montrent les 3 prélèvements (octobre 1980, février et juin 1981) effectués par Maquet (1981). Comme suite à l'inventaire des macro-invertébrés benthiques (90 taxons) réalisé par Maquet (1983), nous avons dressé l'inventaire détaillé de la flore des diatomées (208 taxons : Leclercq & Maquet, 1987). Les prélèvements d'eau, d'algues et de macro-invertébrés ont été effectués simultanément afin de comparer différents indices de qualité. Nous renvoyons à Maquet (1981, 1983) pour la des-

*Communication présentée au 6^e Colloque des Diatomistes de Langue Française à la Station Biologique de Roscoff, France (27-30 septembre 1986).

cription de la rivière et des sites de prélèvements pour lesquels nous avons repris les mêmes abréviations.

Dans le tableau 1, nous donnons, pour chaque méthode, un indice moyen pour les 11 stations amont et pour les 2 stations aval du Samson et l'indice réel pour chacun des 7 affluents (prélèvements d'octobre 1980). Tous les indices sont exprimés dans une échelle variant de 5 (pollution nulle) à 1 (pollution très forte), sur base d'une transformation en classes spécifiée par les auteurs ou, le cas échéant, proposée par nous (Tabl. 2).

Physico-chimie des eaux

En 1982, Verniers et Micha, proposent un indice de qualité chimique basé sur 6 paramètres (oxygène, DCO, NH_4^+ , NO_3^- , NO_2^- et PO_4^{3-}) répartis en 5 classes (de 5 = pollution très faible à 1 = pollution très élevée). La cote moyenne des 6 valeurs donne le niveau de pollution suivant le tableau 2. Curieusement aucun niveau ne correspond à une pollution nulle, donc à une situation naturelle.

Pour le bassin du Samson, les valeurs de cet indice, qui indiquent une pollution généralement très faible en dépit de signes évidents d'altération observés sur le terrain et des teneurs en phosphates parfois élevées, surestiment donc clairement la qualité des eaux. Maquet (1981), en modifiant les limites des niveaux de pollution (Tabl. 2) améliore la méthode, l'interprétation correspondant mieux à la réalité : pollution généralement faible (modérée dans deux affluents).

Pour obtenir une estimation chimique plus réaliste, nous avons proposé (Leclercq & Maquet, 1987) un nouvel indice lié strictement aux éléments polluants, (orthophosphates, nitrites et ammoniacque) et à la BOD₅ ; nous avons donc écarté l'oxygène (une eau polluée pouvant être saturée et une eau pure désaturée localement), la DCO (qui intègre aussi les acides humiques naturels) et les nitrates indiquant plus le niveau d'eutrophisation ou d'eutrophication que le niveau de pollution. De plus, nous avons modifié les limites de classes des paramètres en tentant de leur donner une signification écologique liée à l'effet des différentes teneurs sur les peuplements algaux, notamment d'après nos résultats antérieurs (Fabri & Leclercq, 1984). Les valeurs de ce nouvel indice, sensiblement inférieures et interprétées selon les niveaux de pollution de Maquet (1981) donnés au tableau 2, reflètent avec plus de précision la variété de qualité d'eau en présence dans ce bassin : 3 pollutions fortes sont notées dans les affluents, là où l'indice de Verniers et Micha ne révélait qu'une pollution faible ; d'autre part, même en l'absence d'apports d'eau d'égout, on ne dépasse nulle part le niveau 4 de pollution faible ce qui indique sans doute une altération faible mais constante due au lessivage des engrais épandus dans les zones agricoles jouxtant souvent les rivières et leurs sources.

Peuplements de macro-invertébrés benthiques

Deux types d'indices, basés sur ces organismes, sont envisagés ici : les indices biocénotiques de Verneaux et les indices saprobiques (Plantle & Buck, 1955). L'indice biotique ou IB (Verneaux & Tuffery, 1967) variant de 10 à 0 et réparti en 5 niveaux de pollution (Tabl. 2) est élevé partout dans le bassin étudié (Tabl. 1) : pollution le plus souvent nulle (5) à faible (4), modérée (3) dans 2 affluents. Nous attribuons cette sous-estimation systématique de la pollution notamment à la limitation de l'effort de détermination au niveau de l'ordre, quelquefois de la famille, ce qui constitue une simplification abusive, quand on pense à la diversité des auto-écologies au niveau spécifique ! Dès lors, il est regrettable que cet IB, délaissé par l'auteur lui-même, ait été le seul indice retenu par l'OSI (Organisation Standardisation International) et d'autres organismes pour réaliser des inventaires de qualité d'eau, tel que celui du réseau hydrographique belge récemment publié (Vanhooren, 1986). C'est toute la politique de gestion des eaux qui se trouve ainsi faussée !

Conscient de ce problème, Verneaux & coll. ont proposé par la suite l'indice de qualité biologique globale ou IQBG (1976) puis l'indice biologique de qualité générale ou IBG (1982), basés sur le même principe avec des niveaux de détermination plus poussés (familles et genres) et variant de 20 à 1 (répartition en 5 niveaux de pollution dans le tableau 2). Si le côté pratique de la méthode initiale est quelque peu sacrifié, certaines déterminations devenant délicates pour des non spécialistes, ces indices gagnent en précision et correspondent mieux à la situation réelle : pollution faible dans le Samson, nulle à forte dans les affluents. Des écarts importants apparaissent cependant avec notre indice chimique dans 3 affluents (ARV, WAN, STROU). Ceci doit nous mettre en garde contre une interprétation trop hâtive ou trop simpliste des indices biotiques, les peuplements d'invertébrés étant aussi déterminés par d'autres facteurs que la pollution (vitesse du courant, type de sédiment,...).

Par ailleurs, Pantle & Buck (1955) ont élaboré un indice saprobique, nécessitant une détermination jusqu'au niveau spécifique. Nous l'avons calculé ici à partir des valences saprobiques de Sládecěk (1973) pour tous les taxons pour lesquels ce niveau a pu être atteint (valences recalculées pour obtenir un indice variant de 5 pour une pollution nulle à 1 pour une pollution forte et non l'inverse comme dans la méthode originale). Les valeurs sont sensiblement plus faibles que celles des indices biocénotiques mais sont peu contrastées (7 pollutions modérées et 2 faibles).

Peuplements de diatomées.

Les quatre indices comparés ici sont basés sur la méthode de l'indice saprobique de Sládecěk (1973) préconisant la détermination au niveau spécifique et la caractérisation de chaque taxon par une valence saprobique et une valeur indicatrice.

Le premier indice (Descy, 1979) est, par comparaison avec les deux autres, systématiquement plus élevé, surtout dans les cas de pollution forte ou modérée, qu'il sous-estime. La raison principale en est que cet auteur simplifie les relevés en éliminant les espèces moins représentées, en négligeant de compter certains taxons de systématique difficile parmi lesquels des saprophiles importants (notamment les petites *Navicula atomus* var. *permitis*, *saprophila*, *subminuscula*) et en confondant des taxons d'écologie et de morphologie très différentes telles que *Navicula minima* et *Achanthes minutissima* (Descy, comm. pers.). Il s'ensuit que l'estimation des valences saprobiques et des valeurs indicatrices, pour 106 taxons seulement, sur des relevés incomplets, s'en trouve notablement faussée. Comme pour l'indice biotique (Verneaux, 1967), on voit qu'une simplification abusive du mode opératoire conduit à une mauvaise estimation de la qualité des eaux. A l'opposé, les indices de Mouthon et Coste (1984) et de Sládecěk (1984) utilisent toutes les espèces du peuplement, les valences saprobiques et valeurs indicatrices étant établies respectivement pour 303 et 323 taxons, à partir d'observations personnelles et de références bibliographiques. L'image de qualité obtenue semble peu nuancée, eu égard à la diversité des eaux du bassin considéré. Dans le but d'améliorer les méthodes et d'établir un répertoire écologique d'espèces d'applicabilité plus générale, nous avons établi de nouvelles valeurs indicatrices et valences saprobiques (voir pour plus de détails, Leclercq & Maquet, 1987) à partir d'une importante bibliographie et des spectres écologiques issus de données personnelles (Fabri & Leclercq, 1984). L'hétérogénéité des données écologiques anciennes, souvent non confirmées par des analyses chimiques, provoquent un élargissement des spectres écologiques, une diminution des valeurs indicatrices et une prédominance des taxons de la classe centrale 3. Les valeurs de notre indice doivent, en conséquence, être interprétées suivant une distribution non linéaire des niveaux de pollution, le niveau central plus étroit donnant globalement plus de poids aux taxons moins nombreux des niveaux extrêmes (Tabl. 2).

Le bilan obtenu avec notre indice reflète avec plus de précision la diversité des eaux : pollution faible dans le cours supérieur du Samson et dégradation du cours inférieur suite aux apports des affluents faiblement à fortement pollués.

CONCLUSIONS

La comparaison de différents indices d'estimation de la qualité des eaux courantes nous amène à nous interroger sur leur signification exacte et nous incite à la prudence lors des interprétations. En effet, suivant la méthode adoptée, on peut conclure à une pollution très faible (indice chimique de Verniers & Micha) à modérée (indice diatomique de Sládecěk) pour une même station (FG), à partir de prélèvements simultanés !

TABLEAU 1 - Comparaison des indices chimiques et biologiques et des niveaux de pollution dans le bassin du Samson.

CHIMIE	S A M S O M				A F F L U E N T S													
	AMONT		AVAL		FG 7		BET 8		HAUT 11		ARV 13		WAN 14		STROU 16		TRON 17-18	
I chimique (Verniers & Micha, 1982)	4.4		4.8		4.3		4.5		3.7	●	4.8		3.5	●	4.5		4.0	●
idem, niveaux d'après Maquet (1981)	4.4	●	4.8		4.3	●	4.5	●	3.7	●	4.8		3.5	●	4.5	●	4.0	●
I chimique (Leclercq & Maquet, 1987)	4.1	●	4.0	●	4.0	●	4.0	●	2.7	●	3.3	●	2.0	●	3.3	●	2.9	●

MACROINVERTEBRES

IB (Verneaux, 1967)	4	●	5		4	●	5		3	●	5		5		5		3	●
IQBG (Verneaux, 1976)	4	●	4	●	4	●	5		2	●	5		3	●	5		2	●
IBG (Verneaux, 1982)	4	●	4	●	3	●	5		2	●	5		3	●	5		2	●
I saprobique (Sládecèk, 1973)	3.6	●	3.5	●	3.1	●	3.9	●	2.8	●	3.2	●	3.0	●	3.4	●	2.8	●

DIATOMEES

Descy, 1979	4.4	●	4.3	●	3.2	●	4.5	●	3.3	●	4.2	●	3.8	●	4.2	●	4.1	●
Mouthon & Coste, 1984	4.0	●	4.2	●	3.1	●	4.2	●	3.1	●	3.7	●	3.8	●	3.7	●	3.1	●
Sládecèk, 1984	3.6	●	3.5	●	2.7	●	3.6	●	3.2	●	3.4	●	3.2	●	3.3	●	3.2	●
Leclercq & Maquet, 1987	3.6	●	3.3	●	2.3	●	3.6	●	3.0	●	3.3	●	3.3	●	3.3	●	2.9	●

Pollution : nulle ● faible ● modérée ● forte ● très forte

TABLEAU 2 - Classes des valeurs des indices pour les 5 niveaux de pollution et pour les différents indices chimiques et biologiques.

POLLUTION	5 nulle	4 faible	3 modérée	2 forte	1 très forte
CLASSES DE VALEURS INDICIELLES					
<i>Indices chimiques</i> - Verniers et Micha, 1982 - idem, classes d'après Maquet, 1981 - Leclercq et Maquet, 1987	5.0-4.3 très faible 5.0-4.6	4.2-3.5 4.5-4.0	3.4-2.7 3.9-3.0	2.6-1.9 2.9-2.0	1.8-1.0 1.9-1.0
<i>Indices biocénologiques</i> - IB, classes in Maquet, 1981 - IQBG, classes in Maquet, 1981 - IBG (proposition de classes)	10-9 20-16 20-15	8-7 15-11 14-12	6-5 10-8 11-9	4-3 7-5 8-6	2-0 4-1 5-1
<i>Indices saprobiques</i> Sládecèk, 1973 (macroinvertébrés) et 1984 (diatomées). Classes : Pantle et Buck (1955)	5.0-4.1	4.0-3.6	3.5-2.6	2.5-1.6	1.5-1.0
<i>Indices diatomiques</i> - Descy, 1979* - Mouthon et Coste, 1984* - Leclercq et Maquet, 1987	>4.5 >4.5 5.0-4.3	4-4.5 (4.5?)>I>4 4.2-3.6	3-(4?) (4?)>I>3 3.5-3.0	2-(3?) (3?)>I>2 2.9-2.3	1-(2?) (2?)>I>1 2.2-1.0

* En l'absence de signes d'égalité, il n'est pas possible d'attribuer les valeurs limites à la classe supérieure ou inférieure.

Bien que généralement momentanée, l'analyse chimique peut donner lieu au calcul d'un indice intéressant pour autant que le choix des paramètres soit judicieux et que la répartition des teneurs en classes ait une signification biologique et fasse référence aux situations naturelles.

Parmi les indices biologiques, deux méthodes (indices biotique de Verneaux et diatomique de Descy) sont à éliminer en raison de simplifications méthodologiques abusives responsables d'une sous-estimation systématique du niveau de pollution.

L'IQBG constitue une amélioration de l'IB mais sous-estime toujours la pollution. C'est donc surtout la démarche globale (détermination seulement jusqu'à la famille ou au genre et aucune estimation de l'abondance des différents taxons) qui doit être revue. L'IBG qui aboutit à des conclusions similaires, ne constitue pas une nouvelle amélioration de ce type de méthode.

Les indices dérivés de l'index saprobique, basés sur la détermination de toutes les espèces, donnent des résultats plus conformes aux observations de terrain mais leurs valeurs peu nuancées ne correspondent pas à la diversité de qualité d'eau en présence. Il faut néanmoins noter l'homogénéité de la méthode de Slâdecèk qui aboutit à des résultats identiques pour les macro-invertébrés et pour les diatomées, ce qui renforce l'intérêt d'une détermination jusqu'à l'espèce.

Tenant compte de ces différentes remarques pour améliorer ces méthodes, nous avons mis au point deux nouveaux indices chimique et diatomique. Appliqués au bassin du Samson, ces indices établissent, avec plus de précision, l'état de qualité des eaux : pollution faible probablement due, en partie, au lessivage des amendements épandus sur les pâtures et les champs, dans le Samson supérieur ; pollution modérée dans le Samson inférieur et 4 pollutions fortes dans les affluents.

En conclusion, si l'IQBG, par son côté pratique, constitue une démarche intéressante à caractère notamment pédagogique pour obtenir rapidement un premier bilan, son imprécision et sa difficulté d'interprétation rendent impératif l'emploi de méthodes plus fiables dans les études d'impact dont dépend la gestion de notre patrimoine naturel. Dans cette optique, nous estimons que les indices exigeant la détermination de toutes les espèces et une bonne connaissance de leur auto-écologie sont susceptibles de donner une image plus exacte de la qualité d'un réseau hydrographique. Les récents progrès dans la systématique des diatomées et leur sensibilité de réaction aux polluants organiques utilisés directement comme nutriments par certaines espèces rendent ces organismes plus adéquats à l'heure actuelle que les macro-invertébrés très difficilement identifiables au niveau spécifique.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

- DESCY, J.-R., 1979. A new approach to water quality estimation using diatoms. *Beith. Nova Hedw.*, 64 : 305-323.
- FABRI, R. & L. LECLERCQ, 1984. Étude écologique des rivières du nord du massif Ardennais (Belgique) ; flore et végétation de diatomées et physico-chimie des eaux. Robertville, Stat. scient. Hautes-Fagnes, 1: 379 pp, 33 pl. h.t. ; 2: 5 + 329 pp, 6 figs & 4 tableaux h.t. ; 3: 5 + 201 pp, 4 cartes & 9 tableaux h.t.
- LECLERCQ, L. & B. MAQUET 1987. Deux nouveaux indices chimique et diatomique de qualité d'eau courante. Application au Samson et à ses affluents (Bassin de la Meuse Belge). Comparaison avec d'autres indices chimiques, biocénétiques et diatomiques. Inst. Roy. Sc. nat. Belg., *Documents de travail*, 38: 1-113.
- MAQUET B., 1981. Étude des caractéristiques physiques, chimiques et biologiques des eaux du bassin du Samson. Localisation des sources de pollution et estimation de leurs impacts sur le milieu aquatique par diverses méthodes. Fac. univ. N-D de la Paix, Namur, mém. Lie, 110 pp. 4 tableaux h.t.
- MAQUET, B., 1983. Caractéristiques chimiques et biologiques des eaux de la vallée du Samson. *Ann. Soc. roy. Zool. Belg.*, 113 (1) : 3-18.
- MOUTHON, J. & M. COSTE, 1984. Qualité hydrobiologique de la Loire. État de référence du site de Ville-rest. Étude du CEMAGREF - Lyon, 110 pp.
- PANTLE, R. & H. BUCK, 1955. Die biologische Überwachung der Geäwsser und die Darstellung der Ergebnisse. *Gas-und Wasserfach*, 96 : 604 pp.
- SLADĚČEK, V, 1973. System of water quality from the biological point of view. *Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol*, 7:4 + 218 pp.
- SLADĚČEK, V, 1984. Diatoms as indicators of organic pollution. *Acta hydro-chimica et hydrobiologica (Dresden)*. Sous-presse.
- VANHOOREN, G., 1986. Carte de la qualité biologique des cours d'eau en Belgique - Bilan pour 1985. Min. Santé publique et Famille, Inst. Hyg. Epid., Bruxelles : 24 pp + 1 carte h.t.
- VERNEAUX, J. & G. TUFFERY, 1967. Une méthode zoologique pratique de détermination de la qualité biologique des eaux courantes. Indices Biotiques. *Ann. Sci. Univ. Besançon*, 3 : 79-89.
- VERNEAUX, J. & coll. 1982. Une nouvelle méthode pratique d'évaluation de la qualité des eaux courantes. Un indice biologique de qualité générale (IBG). *Ann. Sci. Univ. Besançon*. 4(3) : 11-21.
- VERNEAUX, J., B. FAESSEL & G. MALESIEUX, 1976. Note préliminaire à la proposition de nouvelles méthodes de détermination de la qualité des eaux courantes. *Trav. Lab. Hydrobiol. Univ. Besançon et CT-GREF*, 14 pp.
- VERNIERS, G. & J.-C. MICHA. 1982. Le rôle de l'hydrobiologiste dans l'évaluation de l'impact des activités humaines sur les milieux aquatiques. *Trib. Cebedeau*, 460 (35) : 117-131.