

Evaluation de la qualité de l'eau de la Garonne par référence spéciale aux indices diatomique et chironomidien

A. Eulin¹
C. Gruarin¹
H. Laville¹
R. Le Cohu¹

Mots clés : Diatomées, épilithon, chironomidés, pollution, Garonne, indices biologiques.

Les diatomées de l'épilithon et les chironomidés du benthos ont été utilisés pour évaluer l'impact de pollutions sur la Garonne par les effluents d'une papeterie (Saint Gaudens) et par les rejets d'origine domestique et industrielle (Toulouse).

L'indice chironomidien (ICh) est plus stable dans le temps et paraît refléter la qualité globale moyenne de la rivière. L'indice diatomique (IPS) fluctue dans le temps et reflète plus précisément les impacts ponctuels des pollutions. Les valeurs moyennes de l'IPS sont légèrement supérieures à celles de l'ICh mais les deux indices réagissent d'une manière similaire à une dégradation de la qualité de l'eau.

Des mesures biologiques complémentaires doivent être envisagées pour une appréciation plus fidèle de la qualité des systèmes lotiques.

Biological quality assessment of the Garonne river with special reference to chironomid and diatom indices

Keywords : Diatoms, epilithon, chironomids, pollution, Garonne river, biological indices

The diatoms of the epilithon and the benthic chironomids were used to assess the impacts of pollution of the Garonne river by a paper-mill effluent (Saint Gaudens) and by domestic and industrial wastewaters (Toulouse).

The chironomid index (ICh) is more permanent in time and seems to reflect the medium global quality of the river. The diatom index (IPS) fluctuates in time and reflects more exactly the pin-point impacts of pollution. The IPS mean values are a little higher than the ICh values but these two indices reflect similarly the alteration of water quality.

Other biological measures have to be considered for a more exact valuation of the quality of the lotic systems.

1. Introduction

Tout changement de la « qualité » de l'eau des rivières provoque une perturbation de leurs biocénoses benthiques. C'est sur ce postulat que repose le concept fondamental de la surveillance biologique des cours d'eau. Un contrôle biologique se base donc sur des réponses biologiques aux altérations de l'environnement ; cette information est susceptible de fournir les bases d'un programme de contrôle de la « qualité » des eaux (Matthews et al 1982). Les organismes sédentaires du benthos ou les algues du périphyton sont les mieux adaptés pour répondre

rapidement aux actions anthropiques sur les écosystèmes lotiques ; c'est pourquoi les invertébrés macrobenthiques et les diatomées constituent les organismes de référence communément exploités dans la formulation d'indices biologiques. Cependant, les indices basés sur les invertébrés simplifient souvent la taxonomie et, par exemple, considèrent la famille des Chironomidae comme une entité à cause des problèmes d'identification spécifique du matériel larvaire.

L'analyse des récoltes d'exuvies nymphales de chironomidés en dérive (Coffman 1973, Wilson & Bright 1973) ou d'exuvies flottantes recueillies le long des rives (Wilson & Mc Gill 1977) et la possibilité de leur identification au niveau spécifique (Langton 1984, 1991) ont constitué un apport appréciable. En effet, l'analyse des communautés de chironomidés et la connaissance du niveau de tolérance

¹Laboratoire d'Hydrobiologie, URA CNRS 695, Université Paul Sabatier, 118, route de Narbonne, 31062 Toulouse Cedex, France.

Texte d'une communication effectuée dans le cadre du Colloque - *Limnologie appliquée et application de la Limnologie* - Besançon, France-Comté, 16-19 Novembre 1992.

chironomidés et la connaissance du niveau de tolérance des espèces à la pollution, surtout d'origine organique, ont permis d'établir et de proposer des indices de diagnostic au Royaume Uni (Wilson 1980, Wilson & Mc Gill 1977, 1982) et en France (Bazerque et al 1989).

Dans le cadre du système des saprobies, l'utilisation des diatomées est très ancienne (Kolkwitz & Marsson 1908). L'apparition d'un indice purement diatomique (106 espèces), dérivant de la méthode des saprobies (Pantle & Buck 1955, Zelinka & Marvan 1961, Slàdeček 1973, 1984, 1986), date d'une quinzaine d'années (Descy 1979, 1980). Depuis, avec le même principe de calcul, trois nouveaux indices ont été proposés : Indice de Polluosensibilité Spécifique (IPS) utilisant la totalité des espèces (Coste in CEMAGREF 1982) ; Indice de Leclercq & Maquet (1987) utilisant 270 espèces ; Indice Diatomique Générique (IDG) utilisant les genres (Rumeaux & Coste 1988).

Par ailleurs, le CEMAGREF (1984) a créé un nouvel indice basé sur l'utilisation d'un tableau à double entrée de type indice biotique (Verneaux & Tuffery 1968) faisant appel, dans sa version actuelle, à 250 espèces (Descy & Coste 1988).

L'indice chironomidien (ICh) proposé par Bazerque et al (1989) a été expérimenté, pour la première fois, sur la Somme (Picardie) comparativement à l'indice diatomique IPS de Coste (in CEMAGREF 1982) et à l'indice biotique IB de Verneaux & Tuffery (1968) plus communément utilisés par les organismes français de gestion des systèmes aquatiques (Agences de l'eau, DIREN, DRIRE).

Dans ce travail, afin de tester sur un deuxième écosystème fluvial la validité de ces indices, 2 sites sensibles de la Garonne ont été choisis : l'usine de cellulose de Saint Gaudens et l'agglomération toulousaine.

2. Choix des stations et méthodes

2.1. Choix des stations (Fig: 1)

— Le rejet de l'usine de cellulose de Saint Gaudens correspond à un impact de 200 000 équivalent-habitants.

3 stations ont été choisies :

- Station 1 : pont de Miramont de Comminges, 3 km en amont du rejet ;

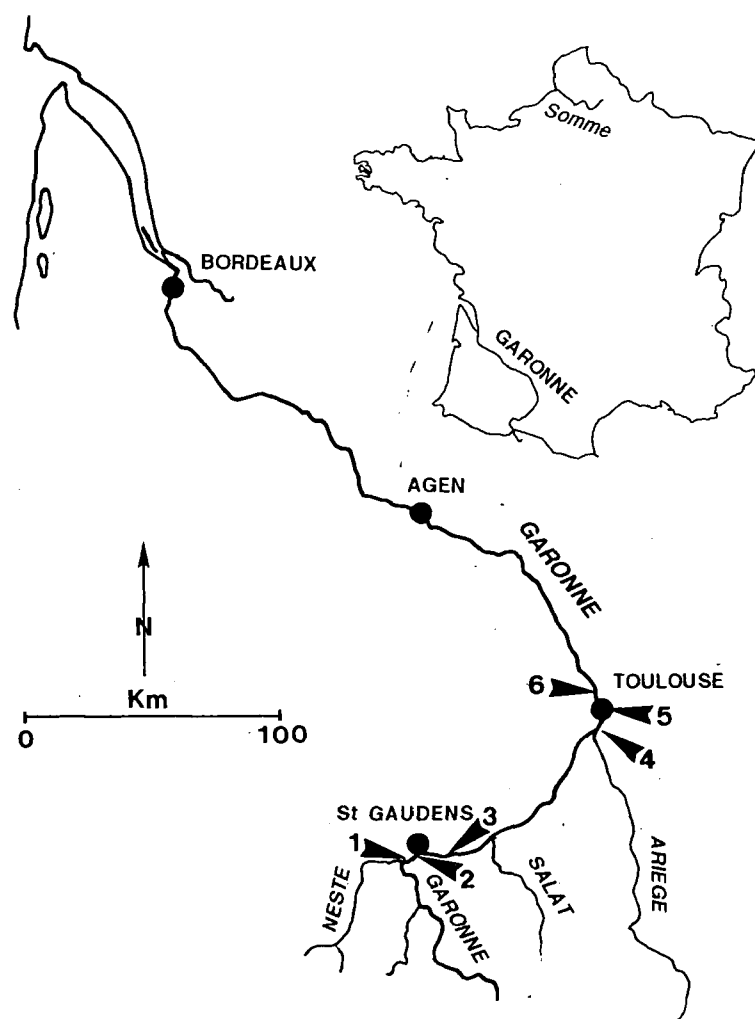


Fig. 1. Réseau hydrographique de la Haute-Garonne et emplacements des stations étudiées à Saint Gaudens (15000 hab.) et à Toulouse (400000 hab.). Situation de la rivière Somme (Picardie).

Fig. 1. Sketch map of the high Garonne river system with the positions of the six sites at Saint Gaudens (15000 inh.) and Toulouse (400000 inh.). Position of the river Somme (Picardie).

- Station 2 : barrage EDF, 125 m à l'aval du rejet ;
- Station 3 : pont de Labarthe Inard, 10 km en aval de la station 1.

— A Toulouse, à 90 km en aval de Saint Gaudens, les effluents urbains à eux seuls (non comptés les rejets industriels) représentent 400 000 équivalents-habitants.

3 stations ont été prospectées :

- Station 4 : limite Portet sur Garonne-Lacroix Falgarde, 5 km en amont de Toulouse ;
- Station 5 : aval Chaussée du Bazacle (chironomidés) et pont de Blagnac (diatomées), 1 km après la traversée de la ville de Toulouse ;

- Station 6 : Lacourtenourt, 5 km de la station 5 et 4 km de la station d'épuration de Ginestous qui traite tous les effluents de l'agglomération toulousaine.

2.2. Récoltes des organismes benthiques

2.2.1. Les chironomidés

Les récoltes de chironomidés ont été réalisées à l'aide de filets à dérive conique de type Brundin (diamètre 33 cm, longueur 60 cm, vide de maille 250 μm) à Saint Gaudens et de filets de type Surber à Toulouse.

A Saint Gaudens, 3 filets, amarrés au parapet des ponts, sont placés dans le cours de la rivière où s'effectue la dérive apparente la plus dense (débris végétaux, écume...) pendant trente minutes. 4568 exuvies ont été triées et identifiées à partir des 2 échantillons réalisés le 10 octobre 1991 et le 18 mars 1992.

A Toulouse, 13 échantillons benthiques mensuels, entre décembre 1986 et octobre 1987 ont récolté 2143 nymphes.

2.2.2. Les diatomées

Les diatomées épilithiques ont été récoltées par brossage d'une surface de 10 à 20 cm^2 de pierres et de galets immergés à environ 20 cm de profondeur dans des zones de courant moyennement rapide. 8 prélèvements ont été réalisés de janvier 1991 à mai 1992.

Les comptages de 500 frustules minimum sont effectués sur des préparations permanentes.

2.3. Analyses physiques et chimiques

Ces analyses ont porté sur la période de janvier 1991 à mai 1992, en parallèle avec les récoltes des organismes. Les paramètres analysés sont définis au paragraphe 2.4.3..

D'autres séries d'analyses physiques et chimiques avaient été effectuées entre décembre 1986 et octobre 1987 à Toulouse, lors des récoltes de chironomidés au filet Surber.

2.4. Méthodes de calcul des indices

2.4.1. Indice chironomidien ICh

L'indice chironomidien nécessite l'étude de 2 échantillons de dérive, l'un au printemps, l'autre à l'automne. Il est obtenu à partir de l'abondance relative de 21 espèces ou taxa ordonnés selon leur polluo-tolérance décroissante et combinée avec la richesse ou la diversité spécifique (Indice de Shannon 1948) de la communauté (Tableau 1.).

Les 5 classes de qualité de l'eau définies dans cette étude, semblables à celles de l'indice biotique IB, sont comparées avec les classes de l'IPS, celles utilisées par les Agences de l'eau et celles du système des Saprobies de Sládeček (1973) (Tableau 2).

2.4.2. Indice diatomique IPS

De tous les indices diatomiques existants, l'indice de polluosensibilité spécifique (ou IPS) semble le plus précis car il prend en compte la totalité des espèces du peuplement. Il est calculé d'après la formule de Zelinka & Marvan (1961) :

$$\text{IPS} = \frac{\sum_{i=1}^n s_i h_i g_i}{\sum_{i=1}^n s_i g_i}$$

s_i = sensibilité globale de l'espèce i à la pollution

h_i = abondance relative de l'espèce i

g_i = valeur indicatrice de l'espèce i

Cet indice a été calculé pour les 8 campagnes de prélèvements. Les valeurs moyennes, ramenées à une échelle de 0 à 10, ainsi que les amplitudes des variations sont reportées dans le tableau 3.

2.4.3. Indice chimique

12 variables physiques et chimiques ont été retenues - pH, MES, conductivité, dureté, alcalinité, Cl^- , SO_4^{2-} , Mg^{2+} , NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^{2-} , PO_4^{3-} - elles permettent de caractériser les 6 stations dans le système des classes de pollution de Nisbet & Verneaux (1970). Dans ce système, chaque descripteur est caractérisé par sa propre échelle de valeurs avec des notes allant de 1 à 3, 1 à 4, 1 à 5, 1 à 6, 1 à 7, 1 à 8, le chiffre le plus fort indiquant les eaux les plus chargées. Pour faciliter la comparaison avec les indices biologiques, nous avons rapporté, pour chaque descripteur, l'échelle de 0 à 10 ; pour chaque campagne et pour chaque station, nous avons fait la moyenne de toutes ces notes et, de la même façon que pour le calcul des indices, nous avons calculé une note moyenne indiciaire (NV) qui englobe tous les résultats physiques et chimiques. Afin que les courbes aient une évolution comparable, nous avons utilisé l'équation suivante : $(1/\text{NV}) * 100 = \text{NVM}$.

Pour la Somme, les données physiques et chimiques et les calculs d'indices sont repris de Bazerque et al (1989).

Tableau 1. Table de calcul de l'Indice Chironomidien (ICh) utilisant 26 espèces ou taxa indicateurs (modifié de Bazerque et al. 1989). La lettre précédant chaque taxon indique leur polluo-tolérance selon Wilson & Mc Gill (1982) : A : intolérant ; B : relativement intolérant ; C : relativement tolérant ; D : tolérant.

Table 1. Table for calculating the chironomid Index (ICh) using 26 indicator species or taxa (changed from Bazerque et al. 1989). The letter before every taxon indicates their pollution tolerance according to Wilson & Mc Gil (1982) : A : intolerant ; B : relatively intolerant ; C : relatively tolerant ; D : tolerant.

Partie supérieures : Indices 1 - 7.

- A Espèce la plus polluo-résistante
D *Chironomus riparius* Mg.
- B Espèces polluo-résistantes en facies lenticques
(5 Chironomini genuini)
D *Chironomus annularius* (Mg.)
D *Chironomus bemensis* Wülk. & Klöt.
D *Dicrotendipes nervosus* (Staeg.)
D *Dicrotendipes notatus* (Mg.)
D *Glyptotendipes (Phytotendipes) pallens* (Mg.)
- C Espèces polluo-résistantes en facies lotiques
(4 Orthoclaadiinae + 3Tanytarsini)
D *Cricotopus bicinctus* (Mg.)
D *Micropsectra atrofasciata* K.
C *Paratrichocladius rufiventris* (Mg.)
C *Eukiefferiella claripennis* (Lundb.)
B *Rheocricotopus fuscipes* (K.)
B *Rheotanytarsus photophilus* (G.)
B *Rheotanytarsus rhenanus* klink

Partie Inférieure : Indices 5 - 10.

- D Espèces moyennement polluo-résistantes du Potamal et du Rhithral
(5 Orthoclaadiinae + 1 Chironomini genuini)
D *Nanocladius bicolor* (Zett.)
D *Cricotopus sylvestris* (Fabr.)
C *Synorthocladus semivirens* (K.)
C *Cricotopus* spp (>20%)
C *Parachironomus arcuatus* G.
B *Rheocricotopus chalybeatus* (Edw.)
- E Espèces moins polluo-résistantes ou taxa pratiquement intolérants du Rhithral
(5 Orthoclaadiinae)
A *Eukiefferiella* (abondance relative ou nombre d'espèces > 4)
A *Orthocladus (Euorthocladus) rivicola* (K.)
A *Orthocladus (Euorthocladus) ashei* Sopenis
B *Orthocladus (s. str.) frigidus* (Zett.)
B *Orthocladus (s. str.) rubicundus* (Mg.)

Indice Chironomidien ICh							Pollution
Indice de Shannon (1948)	0 - 1	1 - 2	2 - 3	3 - 4	>4		
Richesse spécifique (Spp>1ind)	1 - 10	11 - 20	21 - 30	31 - 40	>40		
Espèce indicatrice dominante (>10%) plus polluo-résistante							<u>Forte à sévère</u>
A	1	2	3	4	5		Forte
B	2	3	4	5	6		Sévère en zones lenticques
C	3	4	5	6	7		Sévère en zones lotiques
Moyennement polluo-résistante							<u>Moyenne à légère ou nulle</u>
D	5	6	7	8	9		Potamal-Rhithral
Moins polluo-résistante							
E	6	7	8	9	10		Rhithral

Tableau 2. Classes de « qualité biologique » des eaux courantes pour les indices chironomidien et diatomique : relation avec les classes des Agences de l'eau et avec le système des Saprobies (Slàdeček 1973).

Table 2. Classes of « biological quality » of running waters for the chironomid and diatom indices : relationship to the classes of « Agences de l'eau » and to the Saprobial system (Slàdeček 1973).

	Classes de qualité de l'eau			
	Indice Chironomidien ICh	Indice de polluosensibilité spécifique IPS	Agences de l'eau	Système des Saprobies Sladeček 1973
Excellente	9-10	8-10	1A	I a oligosaprobe
Bonne (+/- enrichie)	7-8	6-8	1B	I b 0 - β - mesosaprobe
Moyenne (enrichie)	6-6	4-6	2	II β - mesosaprobe
Mauvaise	3-4	2-4	3	III α - mesosaprobe
Fortement polluée	1-2	0-2	4	IV polysaprobe

Tableau 3. Valeurs des indices de qualité chimique NVM et biologique - indice diatomique IPS maximum, minimum, moyen et indice chironomidien ICh - dans les 6 stations de la Garonne à Saint Gaudens et Toulouse.

Table 3. Values of the chemical quality indices NVM and biological - average, maximum, minimum, diatom index IPS and chironomid index ICh at the 6 sites on the Garonne river at Saint Gaudens and Toulouse.

	Station 1	Station 2	Station 3	Station 4	Station 5	Station 6
NVM 86-87				5,3	5	4,3
NVM 91-92	7,2	5,1	6,4	5,9	5,7	5,1
ICh	6	4,5	5	7	4,5	4
IPS \bar{m}	6,4	4,4	6,8	7	6,9	5,5
IPS max	7,7	7,7	7,3	7,5	7,4	7,4
IPS min	5	0	5,6	6	5,3	1,8

3. Résultats

3.1. Richesse spécifique

La répartition et la fréquence des espèces (> 1 %) de chironomidés dans les 6 stations prospectées de la Garonne sont récapitulées dans le tableau 4.

A Saint Gaudens, la richesse spécifique ainsi que le nombre total d'individus récoltés diminuent au niveau du rejet (- 12 espèces à la station 2) et remontent à la station 3 (+ 7 espèces).

A Toulouse, 30 espèces sont recensées à la station 4 (Portet sur Garonne) puis le nombre d'espèces diminue progressivement lors de la traversée de Toulouse (21 espèces) jusqu'à Lacourtenourt (17 espè-

ces) à l'aval du rejet de la station d'épuration de Ginestous.

Une richesse spécifique élevée indique, le plus souvent, une bonne qualité de l'eau et sa diminution est en relation avec une altération de l'écosystème. Cependant, une sédimentation active et une pollution modérée peuvent parfois déterminer une augmentation de la diversité spécifique (Lenat 1983). Aussi, la connaissance de la richesse spécifique seule ne paraît pas constituer une référence suffisante pour apprécier l'impact de charges polluantes. Elle doit être combinée avec une analyse de la structure des communautés qui tient compte de l'apparition ou de la disparition des espèces et de leurs réponses respectives aux nouvelles conditions de l'écosystème.

Tableau 4. Distribution et abondance relative (%) des principaux taxa de chironomidés dans les 6 stations de la Garonne : Saint Gaudens et Toulouse.

Table 4. Distribution and relative abundance (%) of dominant chironomid taxa at the six sites on the Garonne river : Saint Gaudens and Toulouse.

Espèces	LA GARONNE					
	EXUVIES NYMPHALES 2 dérives 10/91 + 03/92			NYMPHES 12 surbers 07-12/86 - 04-10/87		
	Saint Gaudens			Toulouse		
	St 1	St 2	St 3	St 4	St 5	St 6
<i>Cardiocladius fuscus</i> K.	0,1	+	3,6	12	10,5	6,1
<i>Cricotopus annulator</i> G	0,6	2,8	5,2	2,5	4,1	2,1
<i>Cricotopus bicinctus</i> (Mg.)	4,8	14	36,4	7,6	29,6	43,4
<i>Cricotopus vierriensis</i> (G.)	-	-	-	28,3	18,9	10,5
<i>Eukiefferiella devonica</i> (Edw.)	10,4	2,5	0,4	-	-	-
<i>Eukiefferiella lobifera</i> G.	0,3	1,4	-	2,3	4,4	5,8
<i>Nanocladius bicolor</i> (Zett.)	-	-	-	2,1	1,1	14,3
<i>Orthocladius oblidens</i> (Walk.)	0,5	0,8	5,5	-	-	-
<i>Orthocladius rivicola</i> (K.)	-	-	-	6,9	4,7	0,8
<i>Orthocladius rubicundus</i> (Mg.)	5,2	3	4,5	11,3	5,6	5,7
<i>Paracricotopus niger</i> (K.)	17,5	9	2,1	-	-	-
<i>Paratrichocladius rufiventris</i> (Mg.)	9,7	3,9	5	2,6	5,6	4,5
<i>Rheocricotopus chalybeatus</i> (Edw.)	14,7	9,8	5	2,5	2,1	0,4
<i>Synorthocladius semivirens</i> (K.)	-	-	-	0,9	5,1	2,3
<i>Tvetenia calvescens</i> Edw.	+	0,9	0,8	5	-	6,3
<i>Micropsectra atrofasciata</i> (K.)	0,1	0,5	16,4	-	-	-
<i>Neozavrelia fuldensis</i> Fitt.	5,4	20,7	0,8	0,3	+	+
<i>Paratanytarsus dissimilis</i> Johan.	0,4	9,8	-	-	-	-
<i>Rheotanytarsus ringei</i> Lehm.	1,2	4,5	+	3	0,7	+
Total espèces (< 1 individu)	34	22	29	30	21	17
Total individus	2077	357	2134	568	800	774
Indice Chironomidien ICh	6	4-5	5	7	4-5	4

Chez les diatomées, la richesse spécifique, dans les conditions de comptage, ne varie pas significativement, les espèces sensibles étant remplacées par des espèces plus tolérantes ; cela modifie la structure de la communauté mais a peu d'effet sur sa diversité.

A Saint Gaudens, lorsque le rejet de l'usine est de faible intensité, le nombre d'espèces varie peu (30 espèces en moyenne pour les 3 stations).

Cependant, lors de 3 prélèvements — octobre 1991, décembre 1991, mars 1992 —, la station du rejet était totalement abiotique.

A Toulouse, le nombre moyen d'espèces est de 40 (station 4) et 46 (station 5). Il diminue à l'aval de la station d'épuration avec un nombre moyen d'espèces égal à 36 (station 6).

3.2. Comparaison des indices

3.2.1. Impact de l'usine de cellulose de Saint Gaudens

Les valeurs moyennes de l'ICh obtenues pour les 2 dates de récoltes dans les 3 stations sont reportées dans le tableau 3 et sur la figure 2 a.

Station 1 : ICh = 6, obtenu d'après la dominance de *Paratrichocladius rufiventris* (9,7 %) et une richesse de 33 espèces, indique une station de qualité moyenne.

Station 2 : ICh = 4-5, obtenu d'après la dominance de *Cricotopus bicinctus* (14 %) et une richesse de 22 espèces, indique une station de qualité médiocre.

Station 3 : ICh = 5, toujours obtenu d'après la dominance de *C. bicinctus* (36,5 %) et une richesse de 29 espèces, indique une station de qualité douteuse.

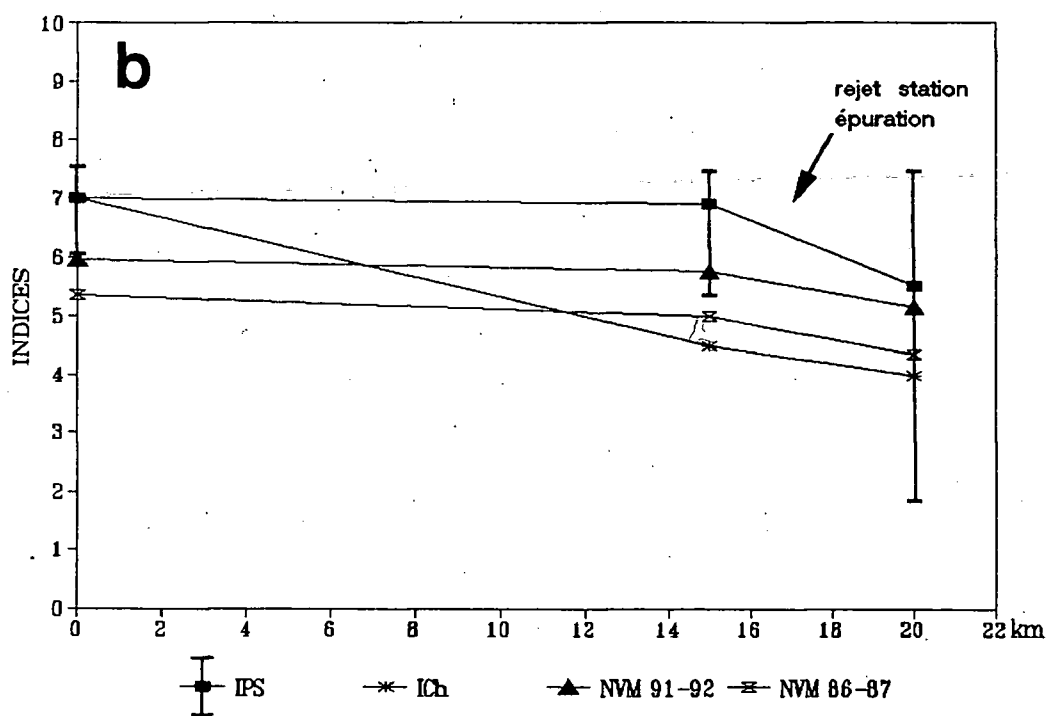
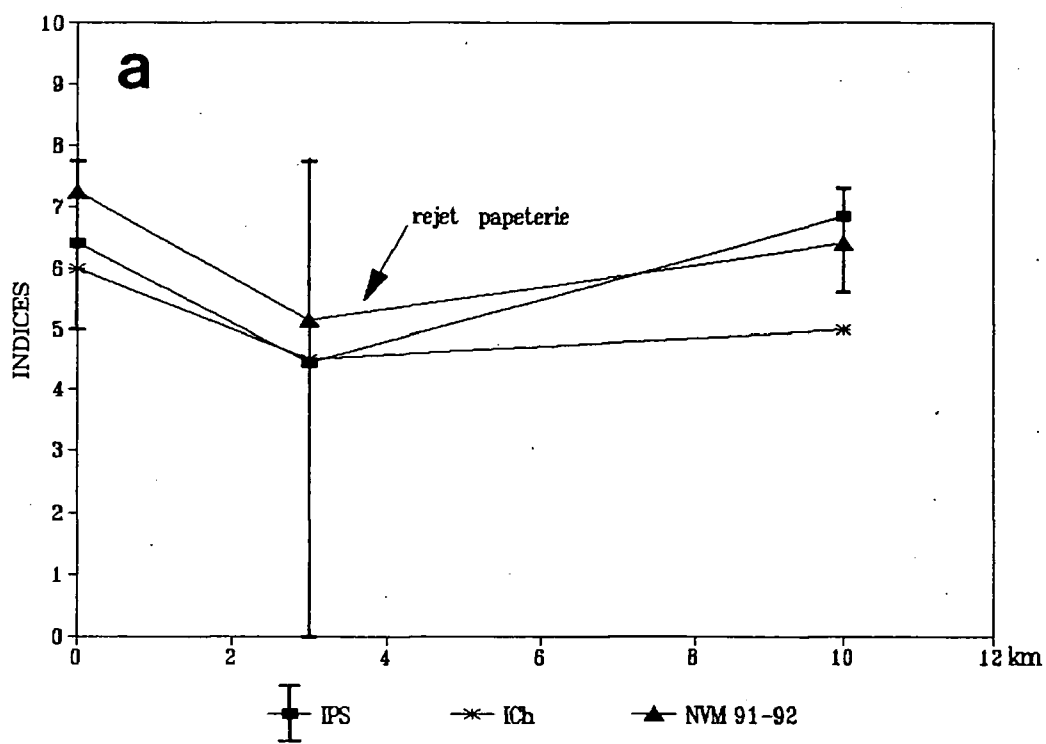


Fig. 2. Comparaison des valeurs des indices diatomiques (IPS) et chironomidien (ICh) dans les 6 stations de la Garonne à Saint Gaudens (a) et à Toulouse (b). NVM : valeur moyenne de qualité chimique de l'eau d'après Nisbet & Verneaux (1970).

Fig. 2. Comparison of the values of the diatom (IPS) and chironomid (ICh) Indices at 6 sites on the Garonne river near Saint Gaudens (a) and Toulouse (b). NVM : average chemical quality values of the water from Nisbet & Verneaux (1970).

Les valeurs moyennes de l'IPS, ainsi que ses amplitudes (Tableau 4, Fig. 2 a) révèlent une dégradation importante au niveau du rejet de l'usine (station 2). En effet, les valeurs de l'indice montrent des fluctuations de grande amplitude (0 à 7,7). Ces résultats reflètent une réponse instantanée des diatomées vis-à-vis des variations d'intensité des rejets.

Ces effluents affectent également la structure de la communauté périphytique de façon significative. Ainsi, pour certains échantillons, la proportion de l'espèce *Achnantes minutissima* Kützing varie de 4,5 % (mai 1992) à 40 % (avril 1991) du peuplement au niveau du rejet. Le développement de cette espèce a été également observé par Amblard et al (1990) au cours d'une étude sur les effluents de papeterie effectuée en canaux artificiels. En fait, cette espèce est ubiquiste (Descy 1979) et sa large valence écologique lui permet de se développer avec des concentrations en nitrates très élevées (Le Cohu 1976).

Par ailleurs, les effluents contiennent des quantités de chlorures non négligeables (jusqu'à 80 mg/l). Une autre espèce, *Navicula gregaria* Donkin se développe aux stations 2 et 3 et peut représenter 2 à 30 % du peuplement. C'est une espèce saprophyte à tendance halophile (Leclercq & Vandevienne 1987).

3.2.2. Impact des effluents urbains et industriels de Toulouse

Les résultats des 3 stations réparties sur 20 km de la Garonne au niveau de l'agglomération toulousaine sont donnés à titre d'information puisque les périodes de suivis biologiques sont séparées de 5 années. Cependant, les valeurs des indices chimiques (NVM) en 1986-87, période de récoltes des chironomidés et celles de 1991-92, période de suivi des diatomées périphytiques, montrent une évolution parallèle avec un écart indiciaire supérieur de 0,7, possible révélateur d'une amélioration de la qualité de l'eau depuis ces 5 dernières années (Fig. 2 b). L'Ich des deux stations aval est inférieur de 0,3-0,5 par rapport aux indices NVM 1986-87, mais lui est supérieur de 1,7 dans la station amont.

Comme à Saint Gaudens, il faut remarquer l'amplitude des fluctuations de l'IPS à la station 6, à l'aval de la station d'épuration ; il varie entre 7,4 et 1,8 de janvier 1991 à octobre 1991, à la fin de l'étiage estival.

La présence d'espèces saprophytes telles *Amphora pediculus* Kützing, *Navicula atomus* (Kütz) Grunow, *Navicula gregaria* Donkin, *Navicula saprophila* L-B & Bonik, *Nitzschia fonticola* Grunow, *Nitzschia palea* (Kütz) W-Smith, *Nitzschia paleacea* Grunow, dans des proportions significatives, traduisent l'influence des pollutions urbaines et industrielles sur les communautés épilithiques de la station 6.

Les 3 indices considérés soulignent la diminution progressive de la qualité de la Garonne lors de la traversée de l'agglomération toulousaine et jusqu'à 5 km à l'aval.

3.2.3. La Somme

Sur la Somme (Fig. 1), l'indice chironomidien a été antérieurement testé dans 6 stations échelonnées sur 36 km depuis la source jusqu'à l'aval d'Amiens (150000 hab.). Les valeurs de cet indice ont été comparées à celles de l'indice biotique IB (Verneaux & Tuffery 1968) et à celles de l'IPS (Tableau 5).

Tableau 5. Valeurs des indices biologiques de qualité : indice diatomique IPS moyen, maximum, minimum ; indice chironomidien Ich ; indice biotique IB dans les 6 stations de la rivière Somme, de la source à l'aval d'Amiens.

Table 5. Values of the biological quality indices : diatom Index IPS average, maximum, minimum ; chironomid index Ich ; biotic index IB at the 6 sites on the river Somme from the source to Amiens downstream.

	IB	Ich	IPS \bar{m}	IPS max	IPS min
Fonsommes	7	7	8,8	9,6	8,1
Seraucourt	1	1	2,9	4,5	0,8
Falvy	2,5	2,5	5,5	6,2	4,7
Biaches	7,5	6	7,5	8,7	6,3
Chipilly	8	6	6,1	8,8	3,7
Aval Amiens	7	5	6	6,3	5,7

La figure 3 montre une évolution similaire des 3 indices avec toutefois la tendance de l'Ich à indiquer une qualité de l'eau moins bonne. Pour l'IPS, on retrouve la même tendance que sur la Garonne, à savoir une grande amplitude de variations temporelles au niveau des stations polluées.

4. Discussion et conclusion

1) Comme les résultats l'ont montré, les notes, en valeur absolue, de l'Ich tendent le plus souvent à être inférieures aux valeurs moyennes de l'IPS.

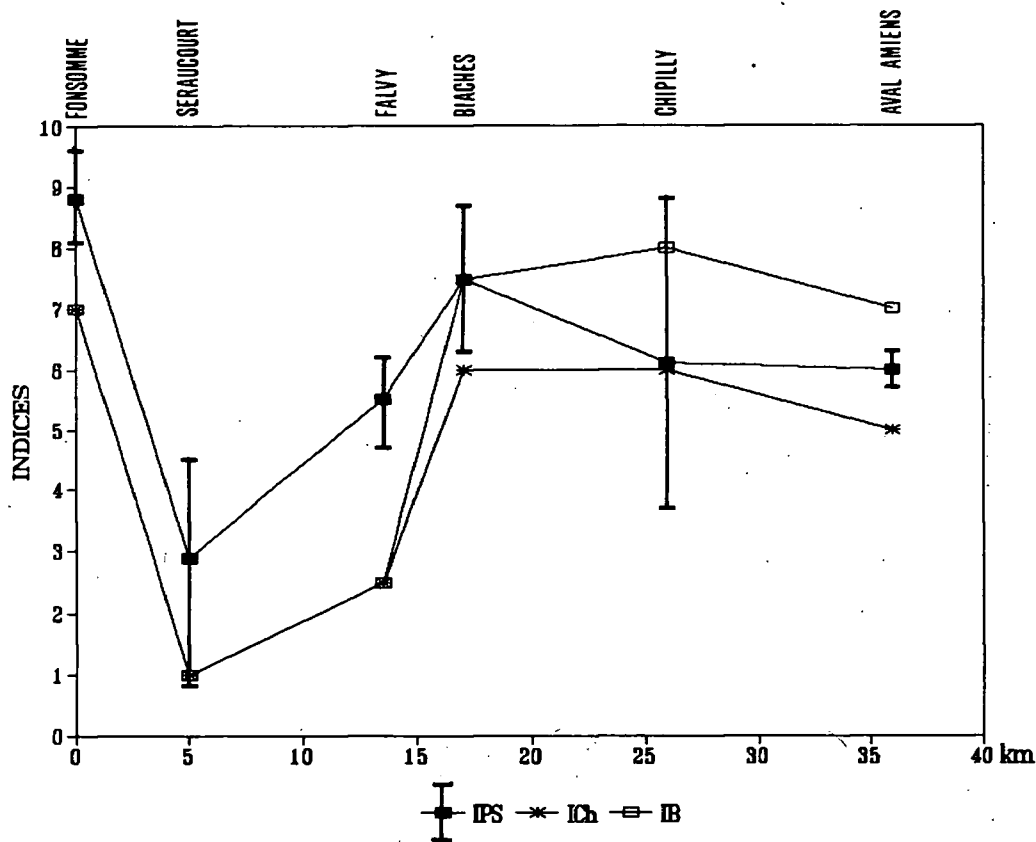


Fig. 3. Comparaison des valeurs de 3 indices de qualité biologique dans 6 stations de la rivière Somme : indice diatomique : IPS ; indice chironomidien : ICh ; indice biotique : IB. (modifié de Bazerque et al 1989).

Fig. 3. Comparison of the values of 3 biological quality indices obtained at 6 sites on the Somme river : IPS : diatom index ; ICh : chironomid index ; IB : biotic index.

Il faut toutefois remarquer que, fréquemment, l'impact d'une même pollution se traduit par une diminution du même ordre de grandeur. Ainsi, sur la Somme, les valeurs de l'IPS et de l'ICh sont respectivement de 8,8 et 7 à la source ; à la station suivante qui subit une pollution organique continue avec présence de métaux lourds, elles sont de 2,9 et 1. La « chute » des « points » d'indice pour l'IPS est de 5,9 et pour l'ICh de 6. A Saint Gaudens, de la même façon, l'IPS chute de 2 points et l'ICh de 1,5 points. A Toulouse, les résultats ne sont pas directement comparables puisqu'obtenus à des dates différentes.

2) Les chironomidés ont des larves benthiques dont le cycle de développement s'étale sur plusieurs mois. Dans le cas d'un milieu lotique à « pollution » continue, l'ICh paraît plus apte à traduire le niveau moyen de la qualité du substrat à partir de 2 échantillonnages annuels.

Les diatomées se révèlent être de bons indicateurs de la qualité des eaux car elles sont étroitement liées

aux caractéristiques chimiques de l'eau (Coste 1976, 1978, Descy 1979, 1980, Lange-Bertalot 1978, 1979, Schøeman 1976...). Elles sont sensibles aux pollutions organiques et minérales permettant ainsi une estimation fiable du degré de contamination (Descy & Coste 1990). Par rapport à d'autres organismes tels que les chironomidés, les diatomées ont des cycles vitaux très courts et peuvent servir d'indicateurs de pollutions à court terme (Descy & Coste 1990), ce qui suppose des prélèvements réguliers. Ce constat est vérifié sur la Garonne à Saint Gaudens, à la station 2 (rejet de l'usine de cellulose) où elles réagissent rapidement aux fortes pollutions ponctuelles avec une grande amplitude de variations de l'IPS.

Les limites d'utilisation des indices biologiques ont largement été discutées par différents auteurs (Verneaux 1976, 1982, Descy 1979, 1980, Coste in CEMAGREF 1982, 1984, Leclercq & Maquet 1987, Rumeau & Coste 1988, Bazerque et al 1989, Descy & Coste 1990).

Il semble utopique d'espérer traduire la complexité et la diversité des écosystèmes aquatiques par une série de chiffres. Comme l'ont souligné Lafont et al (1988), une méthode unique et universelle, situant le niveau de pollution et traduisant les caractéristiques des peuplements aquatiques n'existe pas. Pour tout indice biologique certaines précautions doivent être prises quant à son utilisation et son interprétation. Seul, l'emploi simultané de plusieurs méthodes indiciaires paraît pouvoir mettre en évidence d'une part, la qualité globale d'un écosystème lotique, mais aussi ses altérations temporaires, comme cela a été décrit dans cette étude.

Travaux cités

- Amblard C., Couture P. & Bourdier G. 1991. — Effects of pulp and paper mill effluent on the structure and metabolism of periphytic algae in experimental streams. *Aquatic toxicology*, 18 : 137-162.
- Bazerque M.F., Laville & Brouquet Y. 1989. — Biological quality assessment in two rivers of the northern plain of France (Picardie) with special reference to Chironomid and Diatom indices. *Acta Biol. Debr. Ecol. Hung.* 3 : 29-39.
- CEMAGREF. 1982. — Etude des méthodes biologiques quantitatives d'appréciation de la qualité des eaux. Rapport Q.E. Lyon - A.F.B. Rhône-Méditerranée-Corse : 218 p.
- CEMAGREF. 1984. — Opération Seine rivière propre - Evaluation de la qualité hydrobiologique : Poissons-Diatomées. Rapport Agence Seine-Normandie, Conseil Régional Ile-de-France : 35 p.
- Coffman W.P. 1973. — Energy flow in a woodland stream ecosystem : II. The taxonomic composition and phenology of the Chironomidae as determined by the collection of pupal exuviae. *Arch. Hydrobiol.* 71 (3) : 281-322.
- Coste M. 1976. — Contribution à l'écologie des Diatomées benthiques et périphtiques de la Seine : distribution longitudinale et influence des pollutions. *Soc. Hydrotech. Fr.* 14 (9) : 1-7.
- Coste M. 1978. — Sur l'utilisation des diatomées benthiques pour l'appréciation de la qualité biologique des eaux courantes. Thèse Univ. Besançon : 150 p.
- Descy J.P. 1979. — A new approach to water quality estimation using diatoms. *Nova Hedwigia*, 64 : 305-323.
- Descy J.P. 1980. — Utilisation des algues benthiques comme indicateurs biologiques de la qualité des eaux courantes. In Pesson P. ed : *La pollution des eaux continentales*. Gauthier-Villars, Paris : 169-194.
- Descy J.P. & Coste M. 1988. — Application d'un nouvel indice diatomique (CEE-88) au réseau national du bassin Rhône-Méditerranée-Corse. Rapport A.E.-Rhône-Méditerranée-Corse : 86 p.
- Descy J.P. & Coste M. 1990. — Utilisation des diatomées benthiques pour l'évaluation de la qualité des eaux courantes. Contrat CEE B-71-23-Rapport final : 64 p.
- Kolkwitz R. & Marsson M. 1908. — Ökologie der pflanzlichen Saprobien. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* 27a : 505-519.
- Lafont M., Coste M., Wasson J.G. & Faessel B. 1988. — Comparaison de quatre indices biologiques pour apprécier l'impact de la pollution dans des cours d'eau français. *Naturalist Can. (Rev. Ecol. Syst.)* 115 : 77-87.
- Lange-Bertalot H. 1978. — Diatomeen-Differentialarten Austelle von Leitformen : ein geeigneteres Kriterium der Gewässerbelastung. *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 51, Algological studies 21 : 393-427.
- Lange-Bertalot H. 1979. — Pollution tolerance of diatoms as a criterion for water quality estimation. *Nov. Hedw. Beih.* 64 : 285-304.
- Langton P.H. 1984. — *A key to pupal exuviae of British Chironomidae*. P.H. Langton ed. Huntington, Cambridgeshire, England : 323 p.
- Langton P.H. 1991. — *A key to pupal exuviae of West Palaearctic Chironomidae*. P.H. Langton ed. Huntington, Cambridgeshire, England : 386 p.
- Leclercq L. & Maquet B. 1987. — Deux nouveaux indices chimique et diatomique de qualité de l'eau courante. Application au Samson et à ses affluents (Bassin de la Meuse Belge). Comparaison avec d'autres indices chimique, biocénotique et diatomique. *Inst. Roy. Sci. Nat. Belg.-Doc. trav.* n° 38 : 112 p.
- Leclercq L. & Vandevenne L. 1987. — Impact d'un rejet d'eau chargée en sel et d'une pollution organique sur les peuplements de diatomées de la Gander (Grand Duché de Luxembourg). *Cah. Biol. Mar.* 28 : 311-317.
- Le Cohu R. 1976. — Effet de l'enrichissement continu en nitrates sur les populations de diatomées isolées à l'aide d'enceintes expérimentales placées dans un étang oligotrophe. *Int. Revue ges. Hydrobiol.* (61) 6 : 789-798.
- Lenat D.R. 1983. — Chironomid taxa richness : natural variation and use in pollution assessment. *Freshwat. Inverteb. Biol.*, 2 : 192-193.
- Matthews R.A., Buikema Jr A.L., Cairns Jr J. & Rodgers J.H. 1982. — Biological monitoring. Part II A - Receiving system functional methods, relationships and indices. *Wat. Res.* 16 : 129-139.
- Nisbet N. & Verneaux M. 1970. — Composantes chimiques des eaux courantes. Discussion et proposition de classes en tant que bases d'interprétation des analyses chimiques. *Annl. Limnol.* 6 (2) : 161-190.
- Pantle R. & Buck H. 1955. — Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse. *Gas. und Wasserfach* 96 : 604 p.
- Rumeaux A. & Coste M. 1988. — Initiation à la systématique des diatomées d'eau douce. *Bull. Fr. Piscic.* 309 : 1-69.
- Schoeman F.R. 1976. — Diatom indicator groups in assessment of water quality in the Jukskei-Crocodile river system (Transvaal, Republic of South Africa). *Journ. Limnol. Soc. Southern Africa* 2 : 21-24.
- Shannon C.E. 1948. — A mathematical theory of communications. *Bell System Technical Journal* 27 : 379-423, 623-656.
- Sládeček V. 1973. — System of water quality from the biological point of view. *Arch. Hydrobiol., Beih. Ergebnisse Limnol.* 7 : 218 p.
- Sládeček V. 1984. — Diatoms as indicators of organic pollution. In Ricard Proc. of the 8th Internat. Diatom Symposium Paris. Aug. 84 Koeltz Koenigstein publ. : 757-758.

- Sládeček V. 1986. — Diatoms as indicators of organic pollution. *Acta hydrochimica & hydrobiologica, Dresden* 14 (5) : 555-566.
- Verneaux J. & Tuffery G. 1968. — Une méthode zoologique pratique de détermination de la qualité biologique des eaux courantes : Indices biotiques. *Ann. Sci. Univ. Besançon* 3 : 79-89.
- Verneaux J., Faessel B. & Malésieux G. 1976. — Note préliminaire à la proposition de nouvelles méthodes de détermination de la qualité des eaux courantes. Rapport interne, Centre technique du Génie rural des Eaux et des Forêts, (CTGRF), Paris : 14 p.
- Verneaux J., Galmiche P., Janier F. & Monot A. 1982. — Une nouvelle méthode pratique d'évaluation de la qualité des eaux courantes. Un indice biologique de qualité générale. *Ann. Sci. Univ. Fr. Comté, Besançon, Biol. Anim.* 4 (3) : 11-21.
- Wilson R.S. 1980. — Classifying rivers using chironomid pupal exuviae. *Chironomidae : Ecology, Systematics, Cytology and Physiology*. Ed. Murray, D.A. Pergamon Press, Oxford : 209-216.
- Wilson R.S. & Bright P.L. 1973. — The use of chironomid pupal exuviae for characterizing streams. *Freshwat. Biol.* 3 : 283-302.
- Wilson R.S. & Mc Gill J.D. 1977. — A new method of monitoring water quality in a stream receiving sewage effluent, using chironomid pupal exuviae. *Water Res.* 11 : 959-962.
- Wilson R.S. & Mc Gill J.D. 1982. — *A practical key to the genera of pupal exuviae of the british Chironomidae*. University of Bristol : 62 p.
- Zelinka M. & Marvan P. 1961. — Zur Präzisierung der biologischen Klassifikation der Reinheit fließender Gewässer. *Arch. Hydrobiol.* 57 : 389-407.