**APPLICATION DE LA MÉTHODE
DES « INDICES BIOTIQUES »
A L'ÉTUDE DE LA POLLUTION D'UNE RIVIÈRE
A CYPRINIDAE¹**

par G. MOREAU², J. COUFFIGNAL, J.-P. DUBREUIL, J.-M. FAUCONNIER,
J. LANÇON et J. LEGAGNEUR.

S'il est généralement aisé de déceler et de définir avec précision les pollutions d'origine chimique ou organique, il est plus difficile de déterminer avec exactitude leur incidence sur la qualité biologique du milieu détérioré. Dans cette intention il a été proposé plusieurs méthodes pouvant se ranger en deux catégories. Les unes sont fondées sur l'étude de l'apparition, ou de la prolifération, d'organismes « test » ou « indicateurs biologiques » animaux ou végétaux, adaptés à une pollution donnée dans un milieu défini; la méthode la plus connue, dans cette catégorie, est celle de PATRICK (1963) qui repose sur l'étude des Diatomées. L'autre catégorie de méthodes repose, non plus sur l'étude d'espèces singulières, mais au contraire sur les modifications des associations animales ou végétales. Dans cette catégorie, la méthode la plus connue et la plus employée en France est celle de TUFFERY et VERNEAUX (1967) ou VERNEAUX et TUFFERY (1967), adaptation de la méthode employée en Angleterre par la Trent River Authority (1964), qui a pour base l'étude des biocénoses de macro-invertébrés.

Cette méthode, préconisée et utilisée par tous les services chargés de la surveillance de la qualité des eaux n'a, à notre connaissance, donné lieu à aucune publication relatant un exemple concret d'application. Pour cette raison il paraît intéressant de relater ici les résultats obtenus par son application à l'étude d'une pollution du cours inférieur de la Vézère par une usine de pâte à papier.

1. Ce travail réalisé sur le cours inférieur de la Vézère a été financé par un contrat passé entre la Direction Départementale de l'Agriculture et Etudes et Chantiers et par une subvention de la SEPANSO (Société pour l'Etude, la Protection et l'Aménagement de la Nature dans le Sud-Ouest).

2. Station biologique des Eyzies, 24-Les Eyzies.

Parallèlement à cette étude biologique, une analyse physico-chimique de routine a été réalisée sur le même secteur; les résultats fournis par l'application des deux méthodes, ainsi que les interprétations auxquelles ils peuvent donner lieu pourront ainsi être comparés.

Méthode.

La méthode préconisée par TUFFERY et VERNEAUX a été strictement observée et particulièrement en ce qui concerne les deux points considérés comme essentiels : prélèvement en faciès lentique et lotique pour chaque station et respect du niveau systématique choisi pour le dénombrement des « Unités Systématiques » (U.S.).

Quant aux dosages de contrôle, ils ont été réalisés à l'aide d'une trousse HACH et selon les méthodes d'emploi de cet appareil répondant aux normes APHNOR.

Description du milieu.

La Vézère appartient au bassin versant de la Dordogne avec laquelle elle conflue à Limeuil à 6 km de la limite aval de la zone étudiée. Avec son principal affluent, la Corrèze, elle traverse, dans sa partie supérieure, des terrains éruptifs et cristallophyliens; ensuite à l'Ouest de Brive elle entaille les plateaux calcaires crétacés. Dans sa partie inférieure, correspondant à la zone d'étude, son profil a une pente moyenne faible (0,5 ‰) et est caractérisé par une succession de biefs séparés par des gués¹ de courte distance moyenne étant de 60 mètres cubes/seconde environ.

Dans cette partie inférieure le lit de la rivière est constitué par des alluvions anciennes et modernes : galets de quartz, de basalte, de granit ou de gneiss, et sables micacés; le tout repose sur un substratum uniformément calcaire. La Vézère a alors une largeur moyenne de 50 mètres et un débit très variable, avec des maxima de l'ordre de 320 mètres cubes/seconde en fin d'hiver, et des minima de l'ordre de 12 mètres cubes/seconde en fin d'été, la moyenne étant de 60 mètres cubes/seconde environ.

D'après ces caractéristiques, et selon la classification de HUET (1946), le secteur étudié se situe dans la région cyprinicole inférieure ou zone à Barbeau, ou encore selon la classification de ILLIES et BOTOSANEANU (1963) dans la zone écologique de l'épipotamon.

1. Le petit barrage d'Aubas sera négligé : il ne modifie pas apparemment le régime thermique ni la qualité chimique des eaux.

TABLEAU I. — Composantes physico-chimiques.

Stations	1	2	3	4	5	6	7 bis	8	9	10	11	12	13	14
Heures	16 ^h	16 ^h 30	16 ^h 50	17 ^h 20	17 ^h 50	11 ^h 20	11 ^h 45	10 ^h 30	10 ^h 15	9 ^h 55	9 ^h 30	8 ^h 50	8 ^h 20	8 ^h
T° air	23	26	23	23	21	21	19	20	19	19	19,5	17	16	16
T° eau	19	19	19	19	19	18	18	18	18	18,5	18	18	18	18
O ₂ dissous (mg/l)	9	8,8	8,6	9	7,1	8,4	8,4	8,6	7,8	8,4	7,2	7,2	8	8
% saturation	96	95	90	96	80	88	90	95	85	90	75	75	85	85
DBO 5 (mg/l)	3,6	7,6	3,6	5,4	4,1	4,8	7,4	5,1	4,2	4,7	2,6	2,4	3,4	3,9
pH	7,1	7,5	7,4	7,4	7,4	7,4	7,3	7,3	6,9	7,2	7,3	7,3	7,3	7,1
Dureté Ca	30	40	40	40	50	40	45	40	35	30	45	50	50	50
Dureté totale	40	50	50	60	60	60	55	55	50	50	60	55	60	70
Dureté Mg	10	10	10	20	10	20	10	15	15	20	15	5	10	20
Alcalinité totale en mg/l Co ₃ Ca	40	50	60	60	55	55	60	55	45	60	60	50	50	70
Alcalinité à la phénolphthaléine	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chlore (ppm)	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
Cl ⁻ (ppm)	5	15	5	10	10	10	10	10	10	10	10	5	10	10
SO ₄ ²⁻ (ppm)	9	11	12	11	10	14	15	9	8	6	8	4	2	1
NO ₃ ⁻ (ppm)	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
NO ₂ ⁻ (ppm)	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
PO ₄ ³⁻ (ppm)	0,20	0,25	0,18	0,15	0,12	0,10	0,15	0,12	0,10	0,10	0,15	0,30	0,40	0,50
Couleur apparente	180	200	220	210	200	320	320	220	220	250	260	240	280	280

En raison de la relative homogénéité écologique du secteur, les points de prélèvements ont été déterminés (*fig. 1*) en fonction des facteurs humains, agglomérations et industries. Les agglomérations sont relativement peu importantes, la principale, Montignac, ne compte que 3 000 habitants. En revanche une fabrique de papier (dont les caractéristiques sont données par GENTY (1971), située en amont (entre les points 1 et 2) de la zone d'étude, constitue une source importante et chronique de pollution. La fabrique de cellulose est essentiellement responsable de cette pollution dont l'élément le plus directement perceptible est une très forte odeur due à des mercaptans.

FIG. 1. — Détail du réseau hydrographique de la zone étudiée et situation des points de prélèvements. 1 : Localisation et numérotation des points de prélèvements.

Étude physico-chimique.

Tous les prélèvements ont été faits le 28 juillet entre 8 et 18 heures, le débit étant de 97 m³/seconde. Tous les résultats (tableau I) de l'analyse de divers constituants sont examinés critiquement par rapport aux classes proposées par NISBET et VERNEAUX (1970).

1) pH.

Les valeurs obtenues évoluent entre 6,9 et 7,5 d'une façon indépendante, semble-t-il, des sources possibles de pollution et restent dans la classe de la neutralité approchée (classe 4) qui est celle de la majorité des eaux piscicoles de région calcaire.

2) TENEUR EN ALCALINO-TERREUX.

Les variations de la dureté calcique, de la dureté magnésienne et de la dureté totale, sans corrélation avec les sources polluantes, situent cette partie de la Vézère dans la classe 4 correspondant à des eaux de productivité moyenne.

3) ALCALINITÉ.

Comme il est habituel dans la majorité des eaux françaises, l'alcalinité à la phénolphthaléine (due aux hydroxydes et carbonates) est nulle.

L'alcalinité totale (50 à 60 mg/l de $\text{Co}_3 \text{Ca}$) peut paraître faible (limite inférieure de la classe 3) pour une rivière de région calcaire, mais il faut rappeler que les terrains cristallins s'arrêtent à quelques 20 km seulement. En revanche, les petits affluents situés entièrement en terrain calcaire sont très alcalins (classe 6, 250 mg/l $\text{Co}_3 \text{Ca}$: tableau IV), mais leurs débits sont trop faibles pour modifier les eaux de la Vézère. L'alcalinité augmente assez nettement en aval du point de prélèvement n° 2 (immédiatement après l'usine de pâte à papier) mais sans atteindre les valeurs normalement considérées comme indicatrices de pollution.

4) CHLORURES.

L'ensemble des valeurs peut être placé à la limite inférieure de la classe 4 (comme il paraît normal dans ces conditions). Il faut cependant noter que la brusque augmentation de 5 à 15 mg/l de Cl^- , entre l'amont et l'aval de l'usine dénote un important apport exogène.

5) SULFATES.

Les teneurs en sulfates oscillent entre des limites qui peuvent être considérées comme normales (classes 1 et 2), toutefois deux pics sont observés, l'un en aval de l'usine (points 2 et 3) et l'autre au point 7 bis.

6) PHOSPHATES.

Les teneurs observées en amont ont une valeur d'indice de pollution, puis on enregistre une lente régression qui conduit à

des valeurs habituelles des cours d'eau à productivité moyenne (classe 3). En revanche sur la fin du parcours le taux de phosphates correspond aux classes 5 et 6, celles des eaux polluées. A la lueur des autres données, il semble que la cause de ce résultat paradoxal résulte peut-être d'un apport d'engrais phosphatés par le lessivage consécutif aux pluies abondantes des jours précédant les prélèvements, à moins qu'il s'agisse simplement d'un phénomène naturel d'eutrophisation de la zone aval.

7) OXYGÈNE DISSOUS.

Le taux d'oxygène dissous régresse nettement en aval de l'usine quand le débit est faible, 22 m³/secondes¹; moins nettement dès que le débit augmente, 97 m³/secondes; il reste toujours dans des limites compatibles avec la vie des cyprinidés, voire des salmonidés. Ces valeurs correspondent à des pourcentages de saturation pouvant être rangés dans les classes 1 et 2, soit : « bonne » et « satisfaisante ».

8) DEMANDE BIOCHIMIQUE EN OXYGÈNE SUR 5 JOURS (DBO 5).

A l'exception des stations 11 et 12, où la DBO 5 correspond à la classe 2 (« acceptable »), tous les autres prélèvements révèlent des DBO 5 « douteuses », et même anormales aux points 2 et 7 bis. Bien que la valeur de ce paramètre soit parfois discutée, nous pensons, dans le cas présent, qu'il existe deux sources de pollutions organiques aux points 2 et 7 bis.

9) SUBSTANCES AZOTÉES.

Avec les méthodes colorimétriques employées (trousse HACH), nitrates et nitrites ne sont décelables qu'à l'état de traces.

10) COLORATION.

Le lessivage déjà invoqué ayant provoqué une coloration générale importante, l'influence éventuelle des pollutions sur ce facteur n'a pu être déterminée. Pour la même raison le dosage des matières en suspension n'a pas été entrepris.

11) ODEURS.

Les mercaptans responsables des odeurs pestillentielles de la Vézère n'ont pu être dosés à l'occasion de cette étude; en l'absence de données objectives irréfutables nous pouvons cependant retenir que l'odeur incriminée est encore perceptible au point 13.

1. Quelques prélèvements pour le dosage de l'oxygène dissous ont été faits le 17 juillet avant les pluies importantes.

En résumé, parmi les divers paramètres étudiés, et dans les conditions des prélèvements, seules les valeurs de la DBO 5 présentent des variations indiscutablement en rapport avec la source de pollution connue et permettant de déterminer un autre point pollué jusqu'alors insoupçonné. Selon les classes proposées par NISBET et VERNEAUX, ces pollutions seraient de faible intensité. Cette interprétation pose le problème de l'importance du débit au moment du prélèvement : si un apport polluant exogène est constant, il est évident qu'en fonction du débit la dilution sera plus ou moins grande et que la concentration pour un élément donné sera justiciable de la classe la plus faible (eau pure) ou la plus forte (eau très polluée) selon que l'on aura travaillé en période d'étiage ou de fortes eaux, qui sont deux cas d'exceptions. Pour cette raison il serait plus logique, à notre sens, de préconiser des analyses chimiques en période de débit moyen, ou mieux de débit modal, plutôt qu'en période d'étiage comme on le fait couramment; cette remarque ne s'applique pas aux analyses biologiques.

Étude biologique : les indices biotiques.

Pour normaliser les prélèvements, ceux-ci ont été systématiquement faits sur les gravières qui barrent le lit de la rivière à la fin de chaque bief choisi; toutefois les détails propres à chaque station sont consignés dans le tableau III, établi selon le code proposé par VERNEAUX et rappelé au tableau II.

Les divers prélèvements (en faciès lentique et lotique pour chaque station) se sont échelonnés du 17 au 23 juillet à une période où le débit était relativement faible (de 22 à 34 m³/s). Les résultats de l'analyse faunistique ont permis de déterminer les indices biotiques de chaque station et de suivre leur évolution sur le parcours étudié (fig. 2).

Rappelons que les « indices biotiques » sont une expression numérique codifiée de la nature qualitative des associations de macro-invertébrés. Le système de codification dépend : d'une part des « groupes faunistiques », au nombre de sept (1. Plécoptères, Ecdyonurides; 2. Trichoptères à fourreaux; 3. Ancylicidés, Ephéméroptères sauf Ecdyonurides; 4. *Aphelocheirus*, Odonates, Gammaridés, Mollusques sauf Sphaeridés; 5. Asellidés, Hirudinés, Sphaeridés, Hémiptères sauf *Aphelocheirus*; 6. Tubificidés, Chironomides des groupes *thummi* et *plumosus*; 7. Eristalinés) ils sont destinés à situer écologiquement la biocénose observée; d'autre part du nombre total d'« Unités Systématique » décomptées pour les principaux groupes zoologiques de l'échantillon qui permet, à l'intérieur d'un niveau écologique déterminé par les groupes faunistiques, de distinguer plusieurs états qualitatifs dépendant du degré de pureté des eaux.

FIG. 2. — Evolution des indices biotiques. Ic : indice en faciès lotique; Il : indice en faciès lentique; ■ : secteur pollué; — : valeur modale de Ic et Il.

La valeur modale I_m des indices en faciès lotique et lentique correspond à la capacité biogénique moyenne de la rivière. Elle est matérialisée sur le graphique par un plateau très net en aval du point 10.

Au point 1, l'indice lentique est nettement inférieur à l'indice lotique ($I_c = 8$, $I_l = 5$) : cette différence peut être due à une régénération plus rapide en faciès lotique qu'en faciès lentique des eaux dont la qualité biologique a été altérée par les agglomérations situées en amont (Terrasson et Brive).

Au point 2, situé immédiatement en aval de l'usine de pâte à papier, on constate une brusque chute de 5 unités de l'indice lotique, qui dénote une très forte pollution. L'indice lentique ne s'abaisse en ce point que d'une unité. L'influence de la lenteur du mélange des eaux a été observée lors du prélèvement du point 2. Initialement effectué sur la rive gauche, à 500 m en aval de l'usine (point 2 bis), l'indice biotique ne révélait aucune trace de pollution ($I_c = 8$, $I_l = 6$). En revanche, un second prélèvement fait au même niveau (point 2 bis), mais sur la rive droite (où aboutit l'effluent), fit apparaître très nettement l'influence polluante de l'usine ($I_c = 4$, $I_l = 3$). La séparation des eaux de l'effluent et de la rivière est d'ailleurs directement observable

TABLEAU III. — Description de l'environnement aux différents points de prélèvements.

COMPOSANTES	STATIONS													
	1	2	3	4	5	6	7 bis	8	9	10	11	12	13	14
Largueur (m)	45	40	50	55	60	55	50	45	40	40	45	35	50	40
Pente moyenne du secteur	2 ‰	2 ‰	1 ‰	2 ‰	1 ‰	2 ‰	3 ‰	2 ‰	1 ‰	1 ‰	1 ‰	1 ‰	1 ‰	2,5 ‰
Granulom.														
dominante f. lotique	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	1
Accessoire f. lotique	4	4	3	3	4	4	3	3	4	3	3	4	2-3	3
dominante f. lentique	4	4	3-6	6	6	4	6	3	3	6	6	4	2	2-4
Accessoire f. lentique	6	2-6	6	4	4	6	6	4	4	2	3	6	3	4
Couv. vég.														
dominante f. lotique	1	1	2	3	1	1	1	1	1	1	1-2	1	1	1
Accessoire f. lotique	2	2	3	1	2			2	2	2	2	3	2	
dominante f. lentique	1	2	2			1	1		1		1	1	1	1
Accessoire f. lentique	3								2				2	
% couv.														
dominante	30	20	5	5	20	20		10	40	50	30	40	80	10
Accessoire	1		1	1				1	30	10			5	
Prof. cm														
f. lotique	30	50	80	80	70	100	120	40	50	100	80		60	70
f. lentique	15	20	70	100	70	60	60	50	20	70	40		15	70
Ensoleillement moyen (code)	3	3	3	3	3	3	2	4	3	2	3	3	3	3

grâce à la coloration différente des deux veines liquides, qui restent individualisées pendant plusieurs centaines de mètres. Cette observation souligne l'importance du choix du lieu de prélèvement et confirme très démonstrativement la validité de la méthode des indices biotiques pour la mise en évidence des pollutions.

Après le point 2 la valeur des indices remonte lentement le milieu se régénérant : la régénération est plus rapide en faciès lotique (Ic passe de 3 à 7 en 25 km) qu'en faciès lentique (Il gagne seulement une unité, 4 à 5, sur la même distance). Cette régénération semble interrompue vers le 25^e km où on observe une nouvelle chute des indices : de 4 unités pour le faciès lotique et de 2 unités pour le faciès lentique. Ce nouveau point de pollution, aussi intense que le premier, et confirmé par une brusque augmentation de la DBO 5, s'étend sur un secteur beaucoup plus court : au point 10, soit 10 km plus en aval, les indices ont repris une valeur normale (Ic = 8, Il = 7) qui se maintient stable aux quatre stations suivantes.

En résumé, la première chute des indices biotiques correspond à une pollution dont l'origine est connue : l'usine de pâte à papier.

En revanche, le deuxième abaissement de la valeur des indices biotiques n'a pas d'origine évidente. La seule agglomération, Sergeac, située dans cette zone, est beaucoup trop petite (100 habitants environ) pour avoir une action polluante aussi marquée, et aucune activité industrielle ou agricole importante n'existe dans ce secteur. Les trois petits affluents, le Thonac, la Seignolle et le Turançon peuvent être suspectés : la détermination de leur indice biotique et une analyse physico-chimique succincte (tableau IV) ne permet pas de les incriminer, d'autant moins que leur débit est très faible. Il s'agit cependant bien d'une pollution : aucun changement important dans les composantes de l'environnement (tableau III) n'est observable à ce niveau, et surtout l'augmentation observée de la DBO 5 est indubitablement caractéristique d'une pollution. La seule hypothèse possible est alors celle d'une résurgence apportant une importante quantité d'eau polluée dans le secteur considéré; un tel phénomène n'étant pas extraordinaire en pays calcaire. Dans ce cas on pourrait supposer qu'une perte d'eau se produirait juste en aval de l'usine de pâte à papier pour ressurgir dans le secteur considéré.

La formulation d'une telle hypothèse est soutenue par deux faits : l'existence d'une faille immédiatement en aval de l'usine et une diminution du débit de la Vézère entre Larche et Montignac, entre l'amont du point 1 et le point 4, qui indique une perte d'eau

TABLEAU II. — Codification des composantes de l'environnement selon NISBET et VERMEAUX (1970).

		Code
Granulométrie	+ de 200 mm : blocs	1
	20 à 200 mm : cailloux, galets	2
	2 à 20 mm : gravillons (gravette)	3
	0,2 à 2 mm : sable	4
	0,02 à 0,2 mm : sablon	5
	Inférieure à 0,02 mm : limon et vase	6
Végétation	Phanérogammes	1
	Bryophytes	2
	Algues	3
Ensoleillement	Rivières couvertes	1
	Rivières assez couvertes	2
	Rivières assez dégagées	3
	Rivières dégagées	4

TABLEAU IV. — Composantes Hydrobiologiques et Physico-Chimiques des affluents de la Vézère dans la région de Thonac.

	Thonac		Seignolle		Turançon	
	Aval	Amont	Aval	Amont	Aval	Amont
Oxygène mg/l			8,5	8	8,3	
SO ₄ ²⁻ (ppm)	6		0	5	6	
PO ₄ ³⁻ (ppm)	0,4		0,58	0,08	0,18	
Cl ⁻ (ppm)	10		15	10	12,5	
NO ₃ ⁻ (ppm)	0		2	4	2	
NO ₂ ⁻ (ppm)	0		0	0	0,1	
Dureté Ca	240		240	240	250	
Dureté totale	250		250	250	255	
Dureté Mg	10		10	10	5	
T.A.C.	240		250	250	253	
pH	8		7,6	8,3	8,2	
Couleur			130	10	40	
Indice biotique en faciès lotique	7	7	6	9	7	4
Indice biotique en faciès lentique	6	7	6	7	7	4

dans cette zone¹. Toutefois cette hypothèse devra être confirmée par une étude hydrologique plus précise.

En dehors des secteurs pollués, les indices sont stables et leur valeur, selon VERNEAUX et TUFFERY (1967), est une évaluation numérique de l'aptitude d'un plan d'eau au développement de la vie aquatique. Dans la classification proposée, ces valeurs sont comprises entre 0 (pollution maximum, milieu azoïque) et 10 (pureté maximum, faune de macro invertébrés intacte), la valeur de 5 étant considérée comme la limite habituelle de pollution.

En fait, ces valeurs sont peut-être discutables car le système de référence aboutissant à la codification des indices semble surtout adapté aux cours supérieurs, correspondant à la zone à Truite, mais il n'est peut-être pas généralisable tel quel aux zones inférieures. Il semble que le système ne tienne pas assez compte des variations écologiques normales : sa stricte application conduirait à une décroissance des indices (en dehors de toute perturbation exogène) lorsqu'on va vers l'aval et que l'on atteint les zones à Barbeau et à Brème. En effet, dans ces zones, la raréfaction des Plécoptères et Trichoptères interdit d'atteindre la valeur 10.

Le système de codification serait peut-être amélioré en donnant plus de poids au groupe faunistique le mieux représenté dans le secteur considéré. Ainsi, dans le cas présent, l'évolution des différents groupes faunistiques (*fig. 3*) montre que ce sont les groupes faunistiques III (Ancyridés et Ephéméroptères) et IV (Odonates, Gammaridés, Mollusques) qui sont les mieux représentés et subissent les variations les plus amples. Il nous semble que la méthode serait plus sensible et donnerait des indications plus comparables quel que soit le niveau du cours d'eau, si le système de codification donnait la prépondérance aux groupes les mieux représentés, dans le cas présent les groupes III et IV et particulièrement les Ephéméroptères.

Discussion.

Les analyses physico-chimiques révèlent deux secteurs de pollution, mais elles donnent beaucoup moins de précisions sur le degré de pollution et sur les vitesses de régénération que l'analyse biologique. D'autre part, la signification de ces analyses est très liée au débit et les mêmes analyses faites en période de débit maximum ne permettraient certainement pas de déceler les pollutions.

1. Nous remercions vivement le Service hydrologique centralisateur du bassin de la Dordogne de nous avoir communiqué cette information.

FIG. 3. — Evolution des différents groupes faunistiques. 1 : Plécoptères et Ecdyonurides; 2 : Trichoptères à fourreaux; 3 : Ancyliés et Ephéméroptères; 4 : Odonates, Gammaridés et Mollusques; 5 : Aselles, Hirudinés et Hémiptères; 6 : Chironomides.

L'analyse biologique, au contraire, est indépendante du débit et elle peut même donner des résultats en l'absence de déversement polluant au moment de l'analyse, puisque les variations de faune sont le résultat durable de la sommation de tous les facteurs polluants y compris ceux qui, pour des raisons diverses, ne sont généralement pas analysés, tel les mercaptans dans le cas présent.

Ce type d'analyse apporte aussi beaucoup plus de renseignements sur la vitesse de régénération.

La méthode des indices biotiques est donc très satisfaisante pour étudier, sur un parcours donné, l'influence des pollutions (les résultats des deux prélèvements aux points 2 et 2 b semblent être un très bon exemple de validité de cette méthode). En revanche, dans sa forme actuelle, elle semble discutable quant aux renseignements qu'elle peut apporter sur la qualité biogénique de l'eau. Une amélioration pourrait être apportée, comme on l'a vu, par un système de codification différent accordant plus d'importance au groupe systématique le mieux représenté dans le secteur étudié.

RÉSUMÉ

Le profil hydrobiologique de la Vézère a été dressé dans son cours inférieur, de l'aval de Terrasson à l'aval du Bugue, par la méthode des « indices biotiques » fondée sur les variations de la composition des populations d'invertébrés benthiques (Méthode de TUFFERY et VERNEAUX 1967).

Les résultats obtenus mettent en évidence une perturbation importante de la faune en deux secteurs : un premier secteur de 25 km immédiatement à l'aval d'une usine de pâte à papier, un deuxième secteur d'environ 7 km situé en aval de la zone précédente et dont l'origine, en l'absence de toute source apparente de pollution, est hypothétiquement attribuée à une résurgence d'eaux se perdant juste en aval de l'usine précitée.

Les analyses physico-chimiques sont en accord avec ces résultats et indiquent que les pollutions sont de nature organique.

Une discussion de l'intérêt des deux méthodes, chimique et biologique, est faite ainsi qu'une proposition d'amélioration de la méthode des indices biotiques.

THE APPLICATION OF « BIOTIC INDICES » TO THE STUDY OF POLLUTION IN A RIVER WITH CYPRINIDAE

The hydrobiological profile of the Vézère has been drawn up for the lower reaches, from below Terrasson to below Bugue, by calculating « biotic indices » based on variations in the composition of populations of benthic invertebrates (method of Tuffery and Verneaux 1967).

The results produced evidence for an important disturbance of the fauna within two sectors : the first sector was a 25 km stretch immediately downstream from a paper-pulp factory; the second section of about 7 km was situated downstream from the first zone and its origin, in the absence of all apparent sources of pollution, was hypothetically attributed to a resurgence of water disappearing just downstream from the factory mentioned above.

Physical-chemical analyses are in agreement with these results and indicate that the pollution is of an organic nature.

A discussion of the advantages of the two methods, chemical and biological, is given, as well as a proposal for the improvement of the biotic-index method.

**ANWENDUNG DER METHODE DER BIOLOGISCHEN
INDIKATOREN ZUR UNTERSUCHUNG
DER ABWASSERBELASTUNG EINES FLIEßGEWÄSSERS
MIT CYPRINIDENBESIEDLUNG**

Es wurde ein hydrobiologisches Profil der unteren Vézère (unterhalb Terrasson bis unterhalb Bugue) erarbeitet. Dies geschah nach der Methode der biologischen Indices, die auf der Wechsel der Zusammensetzung von Populationen benthischer Wirbelloser beruht. Die Resultate zeigen eine erhebliche Beeinträchtigung der Fauna auf zwei Abschnitten, auf einem von 25 km Länge, unterhalb einer Papierfabrik, und auf einem weiteren sich in 7 km Abstand anschliessenden. Die Verursachung des letzteren wird im Aufquellen von Wasser gesucht, das unterhalb oben erwähnter Fabrik versickerte. Die physikochemischen und chemischen Analysen stehen mit diesen Befunden in Einklang und zeigen organische Verschmutzung an. Die Bedeutung der chemischen und biologischen Methoden wird diskutiert ebenso wie ein Vorschlag zur Verbessernder Methode der biologischen Indikatoren.

TRAVAUX CITÉS

- GENTY (M.). 1971. — Les papeteries de Condat. *Rev. Géog. Pyrénées Sud-Ouest*, 42 (3) : 325-342.
- HUET (M.). 1946. — Note préliminaire sur les relations entre la pente et les populations piscicoles des eaux courantes. *13^e Biol. Jaarboek, Dodonaea* : 232-243.
- ILLIES (J.) et BOTOSANEANU (I.). 1963. — Problèmes et méthodes de la classification et de la zonation écologique des eaux courantes considérées surtout du point de vue faunistique. *Mitt. int. Ver. Limnol.*, 16 : 1-57.
- NISBET (M.) et VERNEAUX (J.). 1970. — Composantes chimiques des eaux courantes. Discussion et proposition de classes en tant que bases d'interprétation des analyses chimiques. *Annls. Limnol.*, 6 (2) : 161-190.
- PATRICK (R.). — Variation in the structure of natural diatom populations. *Am. Nat.*, 97 (892) : 51-57.
- TRENT RIVER AUTHORITY. 1964. — Rep. Woodiwiss F.S. The biological system of stream classification used by Trent River Board. *Chem. Indus.* : 443-447.
- TUFFERY (G.) et VERMEUX (J.). 1967. — Méthode de détermination de la qualité biologique des eaux courantes. Exploitation codifiée des inventaires de la faune de fond. *Trav. Sect. Techn. P; et P., C.E.R.A.F.E.R.* Paris 23 p.
- VERNEAUX (J.) et TUFFERY (G.). 1967. — Une méthode zoologique pratique de détermination de la qualité biologique des eaux courantes. Indices biotiques. *Ann. Scient. Univ. Besançon, Zool.* (3) : 73-90.