

Zeitschrift: Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Herausgeber: Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Band: 83 (1994-1995)
Heft: 1

Artikel: Diversité du zoobenthos et qualité d'eau dans vingt rivières vaudoises :
tendance 1990-1993
Autor: Lang, Claude / Reymond, Olivier
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-280516>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 31.03.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Diversité du zoobenthos et qualité d'eau dans vingt rivières vaudoises: tendance 1990-1993

par

Claude LANG¹ et Olivier REYMOND¹

Summary.—LANG C., REYMOND O., 1994. Zoobenthic diversity and water quality in twenty rivers of western Switzerland: the 1990–1993 trend. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.* 83.1: 5-15.

Zoobenthic diversity, measured in 75 sites, was higher in 1993 than in 1990. Indeed, because water discharge was higher before the 1993 survey than before the 1990 survey, pollutions were more diluted and their impact on zoobenthos was less. However, zoobenthic diversity decreased downstream in both surveys.

Key words: diversity, invertebrate, river, water quality, zoobenthos

Résumé.—LANG C., REYMOND O., 1994. Diversité du zoobenthos et qualité d'eau dans vingt rivières vaudoises: tendance 1990-1993. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.* 83.1: 5-15.

La diversité du zoobenthos, mesurée dans 75 stations, est plus élevée en 1993 qu'en 1990. En effet, comme le débit d'eau est plus fort avant la campagne 1993 qu'avant celle de 1990, les pollutions sont plus diluées et leur impact sur le zoobenthos est moindre. Cependant, la diversité du zoobenthos diminue d'amont en aval dans les deux campagnes.

INTRODUCTION

La diversité des communautés d'invertébrés benthiques (zoobenthos) varie en fonction de l'état des rivières et de leurs bassins versants: élevée dans une rivière naturelle non perturbée, elle diminue au fur et à mesure que l'impact des activités humaines s'intensifie (HELLAWELL 1986). Sur le plan pratique, la détermination de la diversité pose deux problèmes: celui de l'identification des organismes et celui de leur dénombrement. Pour éviter ces difficultés, nous avons limité les identifications au niveau de la famille et du genre et nous n'avons tenu compte que de la présence ou de l'absence d'un taxon (HELLAWELL 1986).

Dans cette étude, la diversité des communautés d'invertébrés benthiques a été mesurée à partir du nombre total de taxons et du nombre des taxons sen-

¹Conservation de la faune, Ch. du Marquisat 1, CH-1025 St-Sulpice, Suisse

sibles aux pollutions (plécoptères, trichoptères à fourreau et heptageniidés). Ces deux variables sont combinées dans l'indice RIVAUD (*rivières vaudoises*) dont les valeurs peuvent varier entre 0 et 20: l'augmentation des valeurs de cet indice correspond à celle de la diversité des communautés d'invertébrés (LANG *et al.* 1989, LANG et REYMOND 1993 a et b).

La plupart des invertébrés benthiques récoltés dans les vingt rivières vaudoises étudiées en 1990 et 1993 sont nés respectivement en 1989 et 1992 (HYNES 1972). Or, l'année 1989 a été particulièrement sèche tandis que l'année 1992 a été plutôt humide (ORAND et GAGNAIRE 1993). Il est ainsi possible de comparer l'impact d'une année sèche et d'une année humide sur la diversité des communautés d'invertébrés.

Enfin, cette étude complète le programme de surveillance biologique réalisé par l'Etat de Vaud, dans le cadre du Service des forêts et de la Conservation de la faune. Après les rivières issues du Jorat, des Préalpes et des Alpes (LANG et REYMOND 1992, 1993 a), nous examinons ici celles qui prennent leur source dans le Jura ou à proximité. La comparaison globale de ces régions sera faite ultérieurement.

STATIONS ET MÉTHODES

La localisation des 20 rivières et des 75 stations visitées en 1990 et 1993 est présentée à la figure 1. Les rivières étudiées prennent leur source dans le Jura ou à proximité de son pied. Chaque année, chaque station est visitée à deux reprises. En 1990, la première campagne a eu lieu en mars, la deuxième en mai; en 1993, la première campagne s'est déroulée en février, la deuxième en mars. Au cours de chaque visite, six coups de filet sont donnés dans six différentes zones de cailloux de la station, correspondant chacune à une surface prélevée d'environ 0,1 m². Le filet est posé sur le fond et le courant y entraîne les invertébrés délogés en piétinant le substrat. Tous les invertébrés récoltés dans six coups de filet constituent un prélèvement.

En laboratoire, les invertébrés sont identifiés jusqu'au niveau de la famille ou du genre (voir l'annexe 1) et la liste des taxons présents est établie pour chaque prélèvement. Pour chaque station et chaque année, les deux listes de taxons ainsi obtenues sont combinées: cependant, le même taxon, observé dans deux prélèvements consécutifs, ne sera compté qu'une seule fois. Tous les résultats présentés dans cet article sont basés sur la liste combinée des taxons présents dans chaque station.

La relation entre le nombre total de taxons, le nombre de taxons sensibles aux pollutions, l'indice RIVAUD et la racine carrée de l'altitude des stations de prélèvements est établie par régression linéaire simple (LANG et REYMOND 1993 b). Une première analyse a montré qu'il fallait exclure du calcul de la régression dix prélèvements (stations 56 et 57, 62 à 64, fig. 1) où des valeurs aberrantes (*outliers*) étaient présentes. Cependant, les valeurs des résidus standardisés sont calculées pour ces 10 prélèvements comme pour les 140 autres prélèvements utilisés dans le calcul de la régression. La valeur observée dans un prélèvement est considérée comme «anormale» si le résidu standardisé est inférieur à -1 ou excède 1. Les prélèvements ainsi singularisés sont examinés plus en détails afin de découvrir, si possible, la cause de l'anomalie (LANG et REYMOND 1993 b).

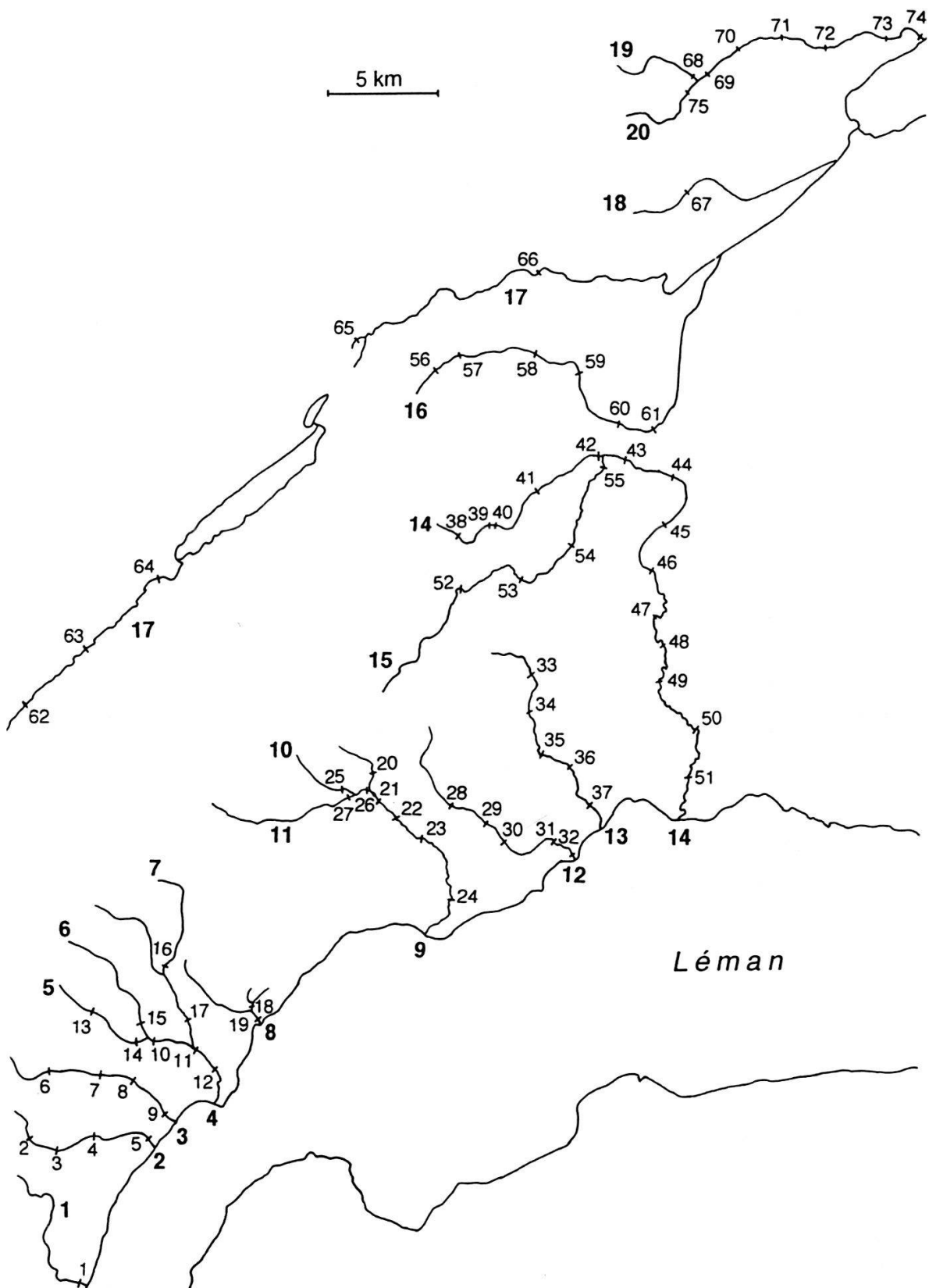


Figure 1.—Localisation et numéros d'identification des rivières et des stations visitées en 1990 et 1993.

- | | | | |
|-------------------|-------------|----------------------|-------------|
| 1. Doye | 6. Cordex | 11. Saubrette | 16. Nozon |
| 2. Boiron de Nyon | 7. Serine | 12. Boiron de Morges | 17. Orbe |
| 3. Asse | 8. Dullive | 13. Morges | 18. Mujon |
| 4. Promenthouse | 9. Aubonne | 14. Venoge | 19. Arnon |
| 5. Colline | 10. Toleure | 15. Veyron | 20. Baumine |

RÉSULTATS

Si nous comparons l'ensemble des prélèvements station par station, le nombre total de taxons d'invertébrés ne change pas entre 1990 et 1993 (tab. 1). Au contraire, le nombre de taxons sensibles aux pollutions et l'indice RIVAUD augmentent significativement en 1993.

Les valeurs de l'indice RIVAUD sont présentées en détails dans le tableau 2. Les variations de certaines d'entre elles sont analysées dans la discussion. Signalons à ce stade la station 66 dans l'Orbe. L'impact de la vidange du barrage du Day, effectuée en juin-juillet 1992, y reste encore perceptible. Cet impact devient encore plus significatif si, pour une même année, les valeurs de RIVAUD sont comparées entre les stations 65 et 66: l'amélioration constatée en 1993 dans la station 65 a probablement réduit l'amplitude de la baisse de RIVAUD dans la station 66.

Pour affiner la comparaison entre 1990 et 1993, les rivières et les prélèvements sont divisées en huit groupes homogènes (fig. 2). Ces groupes sont considérés comme homogènes parce qu'ils renferment des rivières de même taille ou des rivières coulant dans des bassins versants comparables de par leur nature. Un test de comparaison multiple montre que, dans six de ces huit groupes, les différences entre les valeurs moyennes de RIVAUD observées en 1990 et 1993 ne sont pas significatives: seule exception, la Venoge et le Veyron où les valeurs de RIVAUD sont plus élevées en 1993 qu'en 1990.

Des valeurs de RIVAUD particulièrement basses caractérisent les petits affluents du Léman (groupes 1 et 2, fig. 2). Le groupe 5 (Venoge et Veyron en 1990) occupe une position intermédiaire entre ces petits affluents et les autres groupes où les valeurs moyennes de RIVAUD ne sont pas significativement différentes les unes des autres.

Les valeurs quartiles de RIVAUD présentées sur la figure 2 peuvent également s'interpréter ainsi: la valeur de la médiane représente la situation générale du groupe de rivières considéré, la valeur du premier quartile la situation des stations situées en aval, la troisième quartile celle des stations situées en amont.

Cette interprétation repose sur le fait que le nombre total de taxons, le nombre de taxons sensibles aux pollutions et l'indice RIVAUD sont positivement corrélés avec l'altitude des stations de prélèvements (tab. 3). La figure 3 illustre cette tendance générale. Comme une rivière en bon état se caractérise par une valeur de RIVAUD supérieure à 7, cette figure nous montre également la dégradation des rivières à basse altitude.

DISCUSSION

Diversité et débit

L'augmentation des valeurs de l'indice RIVAUD en 1993 indique que, par rapport à 1990, la qualité de l'eau s'est améliorée dans les rivières étudiées (tab. 1). Cette amélioration peut s'expliquer par le fait que les conditions météorologiques ont été, en 1992, plus favorables pour les invertébrés qu'en 1989. En effet, la plupart des organismes capturés dans les cinq premiers mois de 1990 et de 1993, dates des prélèvements, sont nés respectivement en 1989 et 1992 (HYNES 1972). Ces différences météorologiques et leurs effets sur la Venoge, prise comme exemple, peuvent se résumer ainsi:

-années comparées	1989	1992	
-pluie à Changins (mm)	652	1100	(ORAND et GAGNAIRE 1993)
-débit moyen (m ³ /s)	2,3	4,1	(ORAND <i>et al.</i> 1993)
-carbone organique dissous (mg/l)	4,4	3,1	(ORAND <i>et al.</i> 1993)

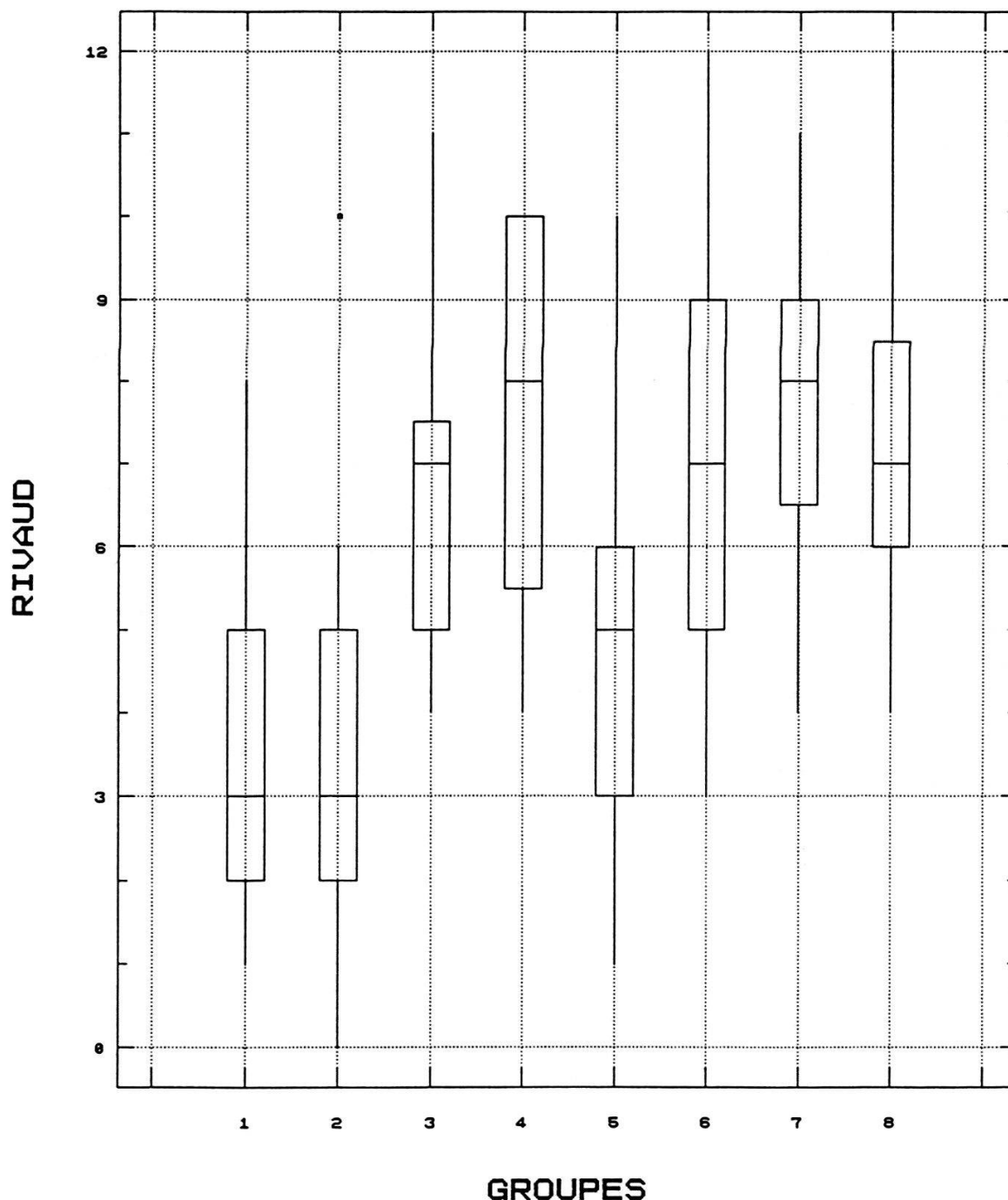


Figure 2.—Valeurs médianes de l'indice RIVAUD observées dans huit groupes de rivières visitées en 1990 (groupes impairs) et en 1993 (groupes pairs). Groupes 1, 2: rivières 1 - 3, 8, 12, 13 (fig. 1); groupes 3, 4: rivières 4 - 7, 9 - 11; groupes 5, 6: rivières 14, 15; groupes 7, 8: rivières 16 - 20. La partie inférieure de chaque boîte correspond au premier quartile, la partie supérieure au troisième quartile, la partie intermédiaire à la médiane. Les traits verticaux s'étendent jusqu'à la valeur maximale ou minimale pour autant que celle-ci ne dépasse pas la valeur de l'espace interquartile multipliée par 1,5.

Tableau 1.—Comparaison des valeurs du nombre total de taxons d'invertébrés (NTT), du nombre de taxons sensibles aux pollutions (NTS) et de l'indice RIVAUD observées dans les 75 stations de prélèvement visitées en 1990 et 1993. Probabilité associée avec le test de Wilcoxon.

Variable	Année	Moyenne	Médiane	Quartiles		Min.	Max	Probabilité
				25%	75%			
NTT	90	21.1	21.0	17.0	27.0	8	32	0.423
	93	21.7	22.0	17.0	27.0	7	34	
NTS	90	5.1	4.0	2.0	8.0	0	13	0.002
	93	6.0	6.0	3.0	10.0	0	14	
RIVAUD*	90	5.7	5.0	4.0	8.0	1	11	0.024
	93	6.3	6.0	4.0	9.0	0	12	

*Qualité du milieu excellente (RIVAUD 11 - 20), bonne (8 - 10), moyenne (6 - 7), médiocre (4 - 5), mauvaise (0 - 3).

En d'autres termes, la pluie, plus abondante en 1992, augmente le débit des rivières et diminue ainsi l'impact des pollutions en diluant les polluants. De plus, l'augmentation des valeurs de RIVAUD observée en 1993 à la source de la Venoge et de l'Orbe (stations 38 et 65, tab. 2) montre qu'un débit plus élevé, accroît la diversité des communautés d'invertébrés, même dans les stations exemptes de toute pollution.

Dans la Venoge, la comparaison des stations 39 et 40 (tab. 2) indique que les valeurs de RIVAUD baissent en même temps que le débit. En effet, ces deux stations, exposées au même niveau de pollution, ne se différencient que par le plus faible débit observé dans la station 40, conséquence d'une dérivation d'eau. En d'autres termes, tous les facteurs, naturels ou non, qui font baisser le débit des rivières augmentent l'impact des pollutions.

Diversité et altitude

La figure 3 illustre une tendance présente dans la plupart des rivières vaudoises: la diversité des communautés d'invertébrés diminue à basse altitude (LANG et REYMOND 1993 b). Cette diminution de la diversité correspond au fait, qu'à basse altitude, la population humaine et les impacts qu'elle induit augmentent. En d'autres termes, les rivières et leurs bassins versants deviennent de moins en moins naturels lorsqu'on se déplace d'amont en aval.

La relation entre la diversité des communautés d'invertébrés et l'altitude des stations de prélèvement présente cependant des anomalies qui sont signalées dans le tableau 2. Dans l'Orbe à la vallée de Joux (station 62 à 64) et dans le cours supérieur du Nozon (stations 56 et 57), les valeurs de RIVAUD observées sont nettement plus basses que celle prévues: l'indice RIVAUD devrait atteindre une valeur de 14,8 à une altitude de 1000 m (tab. 3). Dans une rivière naturelle non polluée, cette valeur peut être observée: l'indice RIVAUD est en effet égal à 14 dans la Baye de Clarens à 1020 m d'altitude (LANG et REYMOND 1993 a). Les anomalies observées indiquent donc que l'Orbe et le Nozon sont pollués dans leur cours supérieur. Des valeurs de RIVAUD plus basses que celles prévues sont plutôt observées dans des rivières de petite taille. Citons, par exemple, le Boiron de Nyon, la Dullive, la Saubrette et la Morges.

Tableau 2.—Valeurs de l'indice RIVAUD observées dans les rivières issues du Jura en 1990 et 1993. Localisation des rivières et des stations indiquées sur la figure 1. Valeurs observées de RIVAUD nettement supérieures (+) ou inférieures (-) à celles prévues à partir de l'altitude de la station (voir tab. 3 et Stations et Méthodes).

Rivière	Station	Altitude (m)	RIVAUD		Rivière	Station	Altitude (m)	RIVAUD		
			90	93				90	93	
Doye	1	370	3	3	Venoge	39	640	10	11+	
Boiron de Nyon	2	480	5	4	40	635	6-	9		
	3	450	2-	3-	41	580	5-	7		
	4	420	2-	2-	42	510	5	6		
	5	380	2	0-	43	460	5	7		
	6	530	8	10+	44	450	5	7		
Asse	7	470	4	5	45	430	4	5		
	8	440	3	2-	46	425	6	7+		
	9	380	2	2	47	410	2-	5		
	10	440	7	8+	48	407	3	6		
Promenthouse	11	400	5	7+	49	390	2	4		
	12	390	5	5	50	380	2	4		
	13	540	7	10+	51	378	1-	3		
Colline	14	450	5	4	Veyron	52	650	10	11	
Cordex	15	460	7	8+		53	580	10+	11+	
	16	530	7	5		54	540	6	12+	
Serine	17	440	6	4	55	500	7	8		
	18	380	1-	2	Nozon	56	920	10-	8-	
19	375	1-	2	57		900	6-	10-		
Aubonne	20	630	4	10		58	670	11	12+	
	21	540	7	10+	59	600	10	10		
	22	500	11+	9+	60	500	9+	7		
	23	460	8+	9+	61	470	7	6		
Toleure	24	390	7+	10+	Orbe	62	1040	6-	4	
	25	620	8	10		63	1020	7-	5-	
	26	570	9	7		64	1000	4	7-	
	27	590	5-	6-		65	750	7-	10	
Saubrette	28	530	6	5	66	570	8	7		
	29	460	5	5	Mujon	67	460	5	5	
Boiron de Morges	30	430	4	3		Arnon	68	600	9	6-
	31	380	3	3			69	560	8	6
	32	375	2	2	70		520	9+	9+	
Morges	33	550	5-	5-	71	490	8	7		
	34	510	3-	2-	72	470	9+	8+		
	35	470	5	4	73	440	7	7		
	36	430	5	6	74	430	4	7+		
	37	380	5	4	Baumine	75	590	9	6-	
Venoge	38	660	3-	9						

Des valeurs de RIVAUD plus élevées que celles qui sont prévues à partir de l'altitude ne s'observent que dans le cours supérieur des rivières de petite taille. Citons, par exemple, la station 6 dans l'Asse ou la station 13 dans la Colline. D'une façon générale, les valeurs élevées s'observent plus fréquemment dans de grandes rivières comme l'Aubonne, le Veyron et l'Arnon. En effet, celles-ci résistent mieux à l'impact des pollutions que les petites rivières, à cause de leur débit plus fort.

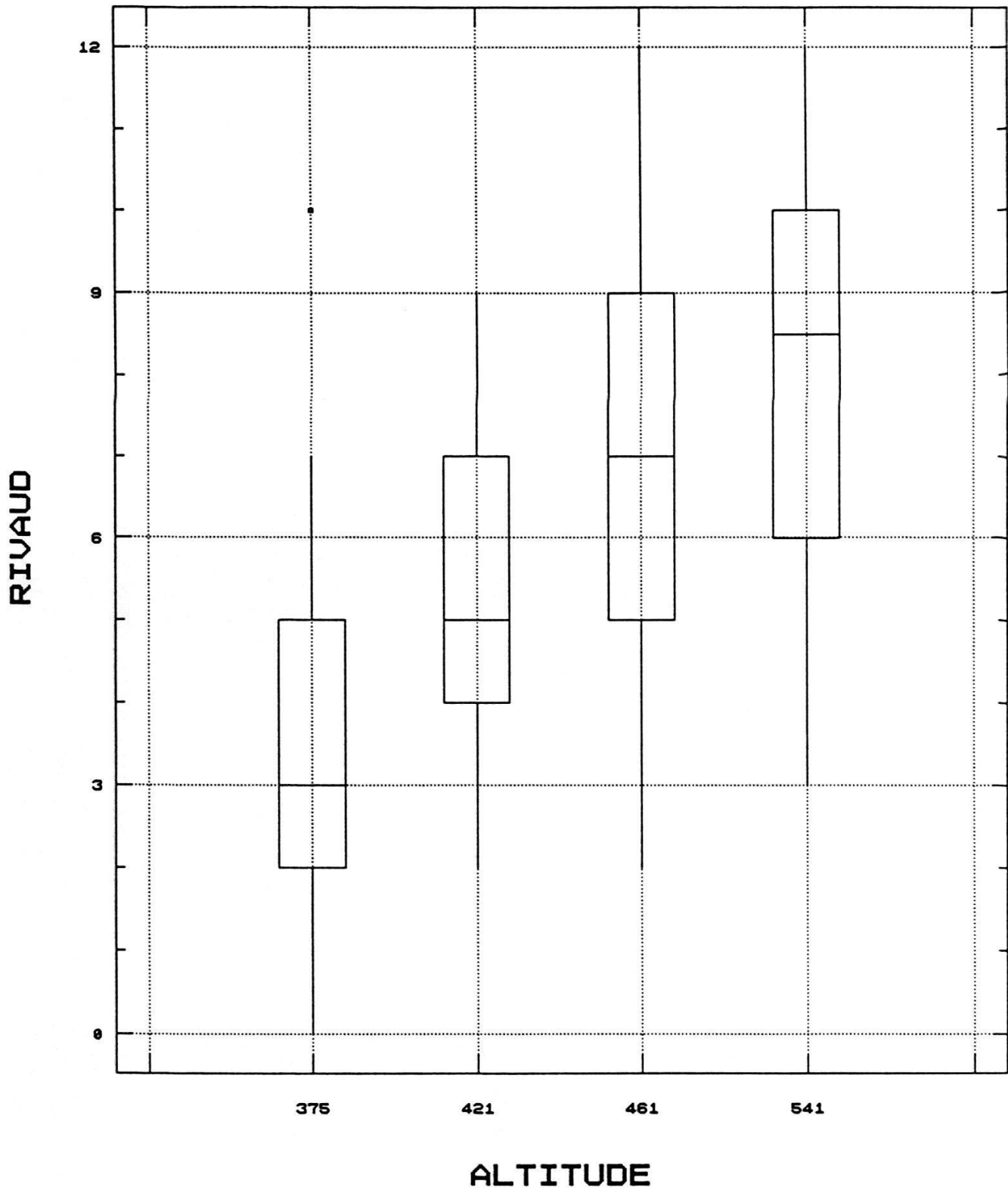


Figure 3.—Valeurs médianes de l'indice RIVAUD observées dans quatre zones d'altitude. L'altitude inférieure de chaque zone est indiquée. Altitude supérieure de la zone 4: 750 m, stations 56, 57 et 62 - 64 exclues. Nombre de prélèvements par zone (1 - 4): 34, 34, 36, 36. Différences entre les médianes significatives, $P=0,0001$, test de la médiane.

Tableau 3. Relations entre le nombre total de taxons d'invertébrés (NTT), le nombre de taxons sensibles aux pollutions (NTS), l'indice RIVAUD et la racine carrée de l'altitude des stations de prélèvements. Relations calculées à partir de 140 prélèvements effectués en 1990 et 1993 (voir Stations et Méthodes).

Variable	r ²	Equations	Valeurs prévues à	
			400 m	700 m
NTT	0.330	y=1.925 x ^{0.5} - 21.3	17.2	29.6
NTS	0.436	y=1.242 x ^{0.5} - 21.8	3.0	11.1
RIVAUD	0.430	y=0.925 x ^{0.5} - 14.4	4.1	10.1

Diversité, débit et altitude

Cependant, dans les grandes rivières aussi, la diversité, le débit et l'altitude interagissent. Par exemple dans l'Aubonne en 1990, l'impact de la station d'épuration de Bière se fait sentir sur la station 20; de plus, les valeurs de RIVAUD tendent à diminuer avec l'altitude (tab. 2). En 1993 au contraire, l'indice RIVAUD reste élevé (10 ou 9) dans l'Aubonne entre 630 et 390 m d'altitude (stations 20 à 24). Une situation analogue, où la diversité ne diminue pas avec l'altitude, s'observe aussi dans la Baye de Clarens et la Baye de Montreux (LANG et REYMOND 1993 a). Ces situations exceptionnelles illustrent ce que devraient être les rivières vaudoises alors que l'exemple de la Venoge (tab. 2) montre ce qu'elles sont.

Quelques caractéristiques de ces rivières et leurs bassins versants en 1992 suffisent à expliquer la différence constatée:

–rivières comparées	Venoge	Aubonne	
–environnement dominant	terres agricoles	forêts	
–débit moyen (m ³ /s)	4,1	7,2	(ORAND <i>et al.</i> 1993)
–nombre d'équivalents-habitants	37135	11060	(FIAUX et VIOGET 1993)
–oxygène consommé par les rejets (kg/j)	161	71	(FIAUX et VIOGET 1993)

En résumé, la Venoge se distingue de l'Aubonne par plus de pollutions déversées et moins d'eau disponible pour les diluer.

BIBLIOGRAPHIE

- FIAUX J.-J. et VIOGET P., 1993. Contrôle des stations d'épuration, campagne 1992. *Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut. 1992*: 255-266.
- HELLAWELL J.M., 1986. Biological indicators of freshwater pollution and environmental management. Elsevier Applied Science Publisher, London and New York. 546 p.
- HYNES H.B.N., 1972. The ecology of running waters. Liverpool University Press. 555p.
- LANG C., L'EPLATTENIER G. et REYMOND O., 1989. Water quality in rivers of western Switzerland: application of an adaptable index based on benthic invertebrates. *Aquatic Sciences 51*: 224-234.

- LANG C. et REYMOND O., 1992. Qualité de l'eau en 1991 indiquée par les communautés d'invertébrés de dix-sept rivières vaudoises. *Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat.* 82.1: 57-65.
- LANG C. et REYMOND O., 1993 a. Qualité de l'eau indiquée par les invertébrés benthiques dans les rivières des montagnes vaudoises. *Bull Soc. Vaud. Sc. Nat.* 82.3:193-200.
- LANG C. et REYMOND O., 1993 b. Empirical relationships between diversity of invertebrate communities and altitude in rivers: application to biomonitoring. *Aquatic Sciences* 55: 188-196.
- ORAND A. et GAGNAIRE J., 1993. Météorologie, campagne 1992. *Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut.* 1993: 19-30.
- ORAND A., COLON M. et RAPIN F., 1993. Etude des affluents du Léman et de son émissaire, campagne 1992 *Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut.* 1993: 189-207.

Manuscrit reçu le 7 janvier 1994.

Annexe 1.–Fréquence relative (%) des taxons d'invertébrés identifiés en 1990 et 1993. L'astérisque signale les taxons sensibles aux pollutions.

Taxons	Fréquence %	Taxons	Fréquence %
Turbellaria		Coleoptera	
Polycelis	24	Dytiscidae	3
Dugesia	10	Haliplidae	2
Oligochaeta	98	Hydrophilidae	2
Hirudinea		Hydraena	26
Helobdella	4	Helophoridae	1
Glossiphonia	5	Helodidae	2
Erpobdella	16	Dryopididae	1
Mollusca		Elmis	40
Bithyniidae	1	Esolus	18
Hydrobiidae	1	Limnius	51
Limnaeidae	14	Normandia	1
Sphaeriidae	7	Riolus	28
Hydracarina	30	Dupophilus	1
Crustacea		Oulimnius	2
Gammaridae	90	Trichoptera	
Asellidae	4	Rhyacophilidae	63
Ephemeroptera		Glossosomatidae*	21
Epeorus*	60	Hydroptilidae*	1
Rithrogena*	41	Hydropsychidae	77
Ecdyonurus*	34	Philopotamidae	1
Caenis	4	Polycentropodidae	4
Baetidae	95	Psychomiidae	23
Ephemerella	17	Ecnomidae	1
Paraleptophlebia	27	Brachycentridae	1
Habrophlebia	29	Limnephilidae*	51
Plecoptera		Goeridae*	1
Brachyptera*	36	Odontoceridae*	24
Amphinemura*	24	Sericosomatidae*	3
Protonemura*	18	Lepidostomatidae*	1
Nemoura*	17	Diptera	
Leuctridae*	46	Blephariceridae	3
Capnidae*	3	Tipulidae	14
Chloroperlidae*	4	Limoniidae	61
Perlodidae*	1	Psychodidae	35
Perlodes*	4	Simuliidae	90
Isoperla*	22	Chironomidae	99
Perla*	6	Ceratopogonidae	44
Dinocras*	2	Stratiomyidae	9
Heteroptera	1	Empididae	63
Megaloptera	1	Athericidae	52
		Anthomyidae	3
		Tabanidae	1
Nbre taxons	75	Nbre prélèvements	300

