

Diversité du zoobenthos dans douze rivières de montage du canton de Vaud : tendance 1985-1998

Autor(en): **Lang, Claude**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles**

Band (Jahr): **87 (2000-2001)**

Heft 1

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-281391>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Diversité du zoobenthos dans douze rivières de montagne du canton de Vaud: tendance 1985 - 1998

par

Claude LANG¹

Abstract.—LANG C., 2000. Diversity of zoobenthos in 12 mountain rivers of western Switzerland: the 1985 - 1998 trend. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.* 87.1: 15-27.

The diversity of benthic invertebrate communities was used to characterize the biological quality of 47 sites located in 12 mountain rivers of western Switzerland (canton of Vaud). Each site was visited (three times each year) in 1985, 1989, 1992, 1995 and 1998. Several descriptors of diversity indicated that the biological quality, which was in general good, was more often affected by the diversion of water towards hydroelectrical plants than by organic pollution. Diversity of zoobenthos increased between 1985 and 1998. This trend was attributed to a decrease of man-made perturbations coupled with the effects of several successive mild winters and of more water in the rivers.

Keywords: diversity, environmental quality, invertebrate, river, water quality, zoobenthos.

Résumé.—LANG C., 2000. Diversité du zoobenthos dans douze rivières de montagne du canton de Vaud: tendance 1985 - 1998. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.* 87.1: 15-27.

La diversité des communautés d'invertébrés benthiques est utilisée pour caractériser la qualité biologique de 47 stations localisées dans 12 rivières de montagne du canton de Vaud. Chaque station est visitée (à trois reprises chaque année) en 1985, 1989, 1992, 1995 et 1998. Divers descripteurs de la diversité indiquent que la qualité biologique, qui est en général bonne, est plus souvent influencée par les détournements d'eau vers des installations hydro-électriques que par des pollutions organiques. La diversité du zoobenthos augmente entre 1985 et 1998. Cette tendance est attribuée à une décroissance des perturbations d'origine humaine combinée aux effets de plusieurs hivers doux et de plus d'eau dans les rivières.

Mots-clés: diversité, environnement, invertébrés, cours d'eau, qualité de l'eau, zoobenthos.

¹Conservation de la faune, Marquisat 1, CH-1025 St-Sulpice, Suisse
E-mail: claudelang@sffn.vd.ch

INTRODUCTION

Dans les cours d'eau, la nature et l'intensité des perturbations subies se reflètent dans la composition du zoobenthos, c'est-à-dire l'ensemble des invertébrés qui colonisent le fond (FORE *et al.* 1996). L'impact des activités humaines fait diminuer la diversité totale du zoobenthos et plus particulièrement celle des espèces les plus sensibles aux pollutions: plécoptères, éphéméroptères et trichoptères, d'où leur utilisation comme indicateurs (BARBOUR *et al.* 1996). Ces deux diversités constituent d'ailleurs la base de l'indice RIVAUD qui, comme son nom l'indique, est adapté aux rivières vaudoises (LANG et REYMOND 1995). L'augmentation des valeurs de l'indice RIVAUD correspond à un accroissement de la diversité du zoobenthos qui reflète elle-même l'amélioration de la qualité biologique de l'environnement. Dans le contexte de cet article, un environnement en bon état se définit comme celui d'une rivière proche de l'état naturel. Cette définition s'applique également au bassin versant puisque son état et celui de la rivière qui le draine sont étroitement liés (HYNES 1975).

Les bassins versants des rivières de montagne étant restés plus proches de l'état naturel que ceux des rivières de plaine, la diversité du zoobenthos, particulièrement celle des taxons indicateurs cités ci-dessus, y est en général plus élevée (LANG 1996). De ce fait, ces rivières constituent souvent des «réservoirs» de diversité qu'il faut préserver (WARD 1986, KOLLER 1999), d'où la nécessité d'un suivi régulier afin de mettre en évidence assez tôt une éventuelle augmentation de la pression humaine.

Les résultats présentés ci-dessous font partie du programme de surveillance biologique des cours d'eau du canton de Vaud (LANG 2000a). Dans ce cadre, le laboratoire d'hydrobiologie du service des forêts, de la faune et de la nature étudie à tour de rôle, selon un cycle de trois ans, les cours d'eau de trois grandes régions géographiques: le Jura et l'ouest du canton, le Jorat et le centre du canton, les Préalpes et les Alpes (LANG 1996, 1997, 1998). Le présent article, qui analyse l'évolution de la diversité du zoobenthos en 1998 dans cette dernière région, complète une étude précédente (LANG 1996).

STATIONS ET MÉTHODES

La localisation des 12 rivières et des 47 stations visitées en 1985, 1989, 1992, 1995 et 1998 dans les Préalpes et les Alpes vaudoises est indiquée sur la figure 1. L'altitude des stations varie entre 380 m et 1530 m (moyenne 887 m). Chaque station est visitée à trois reprises au cours de chaque année. Les campagnes de prélèvement ont été effectuées en avril, juin et septembre

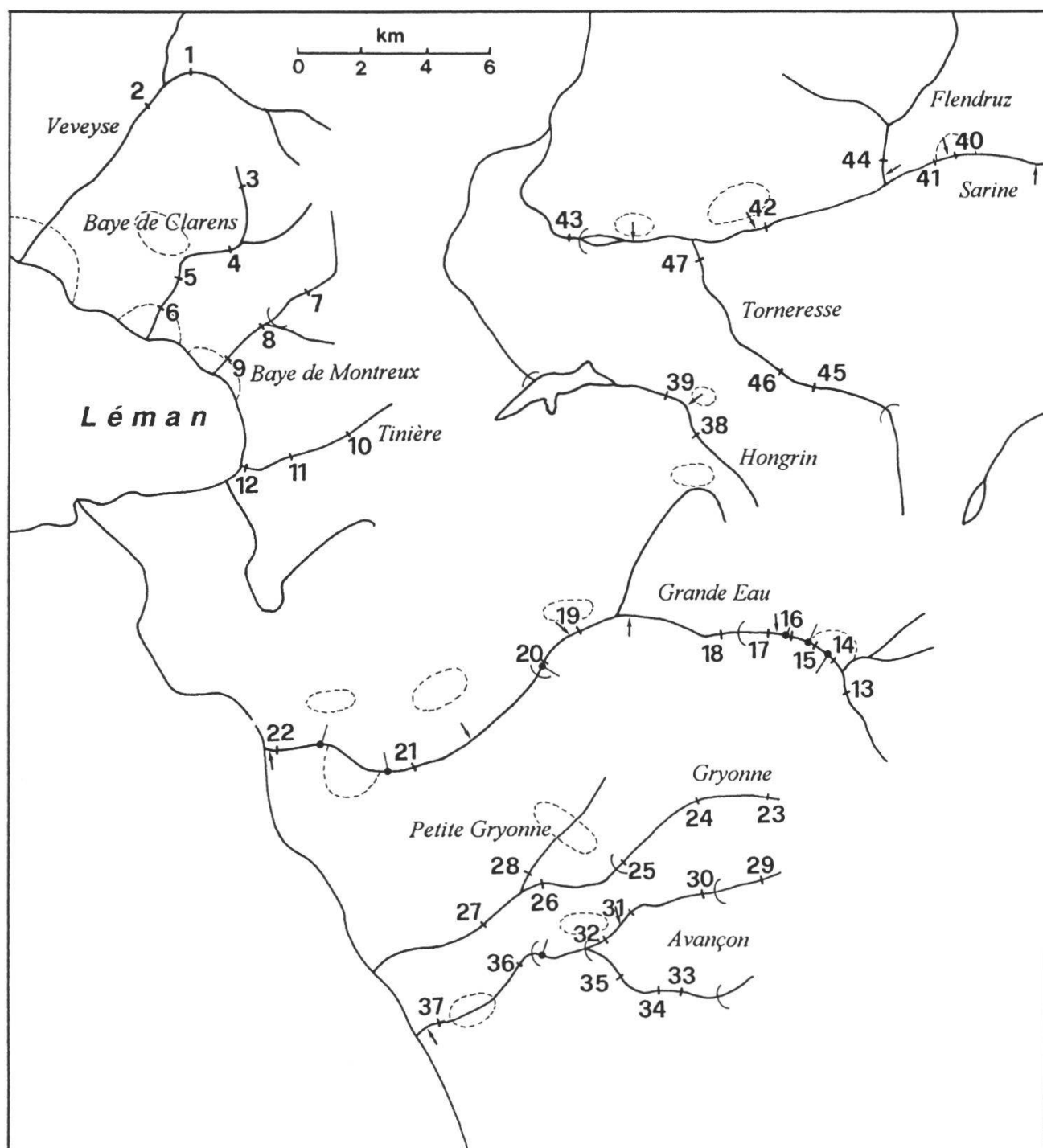


Figure 1.—Localisation des 12 rivières et des 47 stations visitées entre 1985 et 1998 dans les Préalpes et les Alpes vaudoises. Les flèches indiquent les points d'arrivée des rejets des stations d'épuration, les demi-cercles les barrages ou les dérivations d'eau vers des usines hydro-électriques, les cercles pleins les arrivées d'eau par des conduites forcées. Les lignes de traits entourent les principales agglomérations.

1985; en février, mai et septembre 1989; en mars, juin et septembre 1992 et 1995; en février, juin et septembre 1998. Au cours de chaque visite, six coups de filet sont donnés dans six différentes zones de cailloux de la station, corres-

pendant 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 remuant le substrat avec le pied. Les invertébrés récoltés dans ces six coups de filet constituent un prélèvement. Les méthodes de prélèvement et de tri des invertébrés sont présentées plus en détails ailleurs (LANG et REYMOND 1995, REYMOND 1995).

En laboratoire, les invertébrés sont identifiés jusqu'au niveau du genre, de la famille ou de la classe (annexe 1). La liste combinée des taxons présents dans chaque station chaque année est dressée à partir des trois prélèvements effectués dans chacune d'elles. Cependant, si le même taxon est observé dans les trois prélèvements de la même station, il ne sera compté qu'une seule fois. Signalons encore que les stations 10, 13, 23, 24, 29 (accès impossible en hiver) et 12 (pas d'eau en septembre) n'ont pu être visitées qu'à deux reprises. Toutes les analyses de cet article sont basées sur des listes de taxons issues de deux ou de trois prélèvements combinés.

La diversité du zoobenthos est estimée à partir: (1) du nombre total de taxons, (2) du nombre de taxons sensibles aux pollutions (plécoptères, heptagéniiés et trichoptères à fourreau), (3) de l'indice RIVAUD (LANG et REYMOND 1995) calculé à partir des variables 1 et 2, (4) du nombre total de familles, (5) du nombre de familles sensibles aux pollutions (celles citées pour la variable 2), (6) de l'indice IBGN (AFNOR 1992) basé à la fois sur le nombre de familles et la présence de certaines familles indicatrices, (7) du nombre de taxons d'éphéméroptères, (8) de plécoptères, (9) de trichoptères, (10) du nombre total de taxons appartenant aux groupes 7 à 9, ce qui correspond à l'indice EPT dont le nom est formé à partir de l'initiale de chaque groupe (FORE *et al.* 1996). Les valeurs de l'indice RIVAUD et de l'indice IBGN peuvent varier entre zéro (zoobenthos absent) et vingt (zoobenthos très bien diversifié). Dans le premier cas, la qualité biologique de l'environnement est considérée comme très mauvaise; dans le deuxième cas comme excellente.

L'évolution des descripteurs de la diversité du zoobenthos entre 1985 et 1998 est analysée au moyen d'une analyse de variance dans laquelle les résultats obtenus dans chaque station au cours des cinq campagnes de prélèvements sont considérés comme des mesures répétées, liées entre elles (SPSS 1999), permettant ainsi d'évaluer l'effet du temps. Seules les 35 stations visitées au cours de chacune des cinq années d'étude sont incluses dans la comparaison. Cette analyse a également été effectuée à partir des diversités moyennes calculées pour chaque rivière afin de tenir compte du fait que certaines stations d'une même rivière pourraient, sur le plan statistique, ne pas être indépendantes les une des autres. Comme les deux analyses indiquent les mêmes tendances, seuls les résultats basés sur les 35 stations sont présentés ici.

RÉSULTATS

L'analyse de l'évolution à long terme montre que neuf des dix descripteurs de la diversité du zoobenthos varient significativement entre 1985 et 1998 dans les 35 stations étudiées (tableau 1). Les différents descripteurs de la diversité augmentant de la même façon entre 1985 et 1998, seuls les résultats basés sur l'indice RIVAUD sont présentés ci-dessous.

Les valeurs de l'indice RIVAUD sont particulièrement élevées dans la Torneresse et dans l'Hongrin, particulièrement basses dans l'Avançon (fig. 2, tab. 2). Ces deux premières rivières peuvent ainsi servir de référence pour les rivières de montagne peu influencées par l'homme (LANG 1996). La différence avec la Venoge, une rivière de plaine dont les stations aval sont fortement perturbées (LANG 2000b), est bien visible.

Dans les rivières de montagne (tableau 2), la baisse des valeurs de l'indice RIVAUD peut s'expliquer par: (1) l'impact des pollutions (stations: 12, 22, 37); (2) un environnement naturel défavorable (WARD 1986) qui limite la diversité du zoobenthos (1, 13, 29); (3) une baisse des débits causée par un barrage ou une dérivation d'eau (8, 18, 26, 27, 30, 31, 32, 36); une combinaison de deux (30, 31) ou de trois (32) de ces facteurs. La faible diversité observée dans l'Avançon d'Anzeindaz s'explique surtout par un substrat instable périodiquement perturbé par des crues violentes.

Dans les rivières de montagne comme dans celles de plaine (LANG et REYMOND 1993, 1995), les valeurs moyennes de l'indice RIVAUD augmentent ($r_s = 0.35$, $P = 0.015$) avec l'altitude des 47 stations de prélèvements (fig. 3), jusqu'au point où l'environnement naturel, devenu trop extrême (WARD 1986), limite la diversité du zoobenthos (stations 23 et 29). Les deux

Tableau 1.—Evolution de la diversité moyenne du zoobenthos dans 35 stations visitées entre 1985 et 1998 dans les rivières de montagne du canton de Vaud. Nombres: de taxons (NT), de taxons sensibles (NTS), de familles (NF), de familles sensibles (NFS), de taxons d'éphéméroptères (E), de plécoptères (P), de trichoptères (T), des trois taxons $E+P+T=EPT$

Année	NT	NTS	NF	NFS	RIVAUD	IBGN	E	P	T	EPT
1985	20.1	9.3	17.3	5.9	12.8	13.3	3.5	6.3	2.6	12.3
1989	21.4	9.5	18.3	6.7	13.0	13.5	3.8	6.5	2.6	12.9
1992	24.2	9.8	20.6	6.5	14.1	14.1	3.9	6.4	3.1	13.4
1995	26.1	10.9	21.9	7.1	14.8	14.6	3.9	7.1	3.6	14.6
1998	25.9	11.0	22.0	7.5	14.9	14.5	3.8	7.3	3.3	14.4
Toutes	23.5	10.1	20.0	6.8	13.9	14.0	3.8	6.7	3.0	13.5
Prob. ^a	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.084	0.003	0.000	0.000
Prob. ^b	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.089	0.005	0.000	0.000

a) Probabilité associée à un effet de l'année.

b) Probabilité associée à l'effet d'un contraste linéaire.

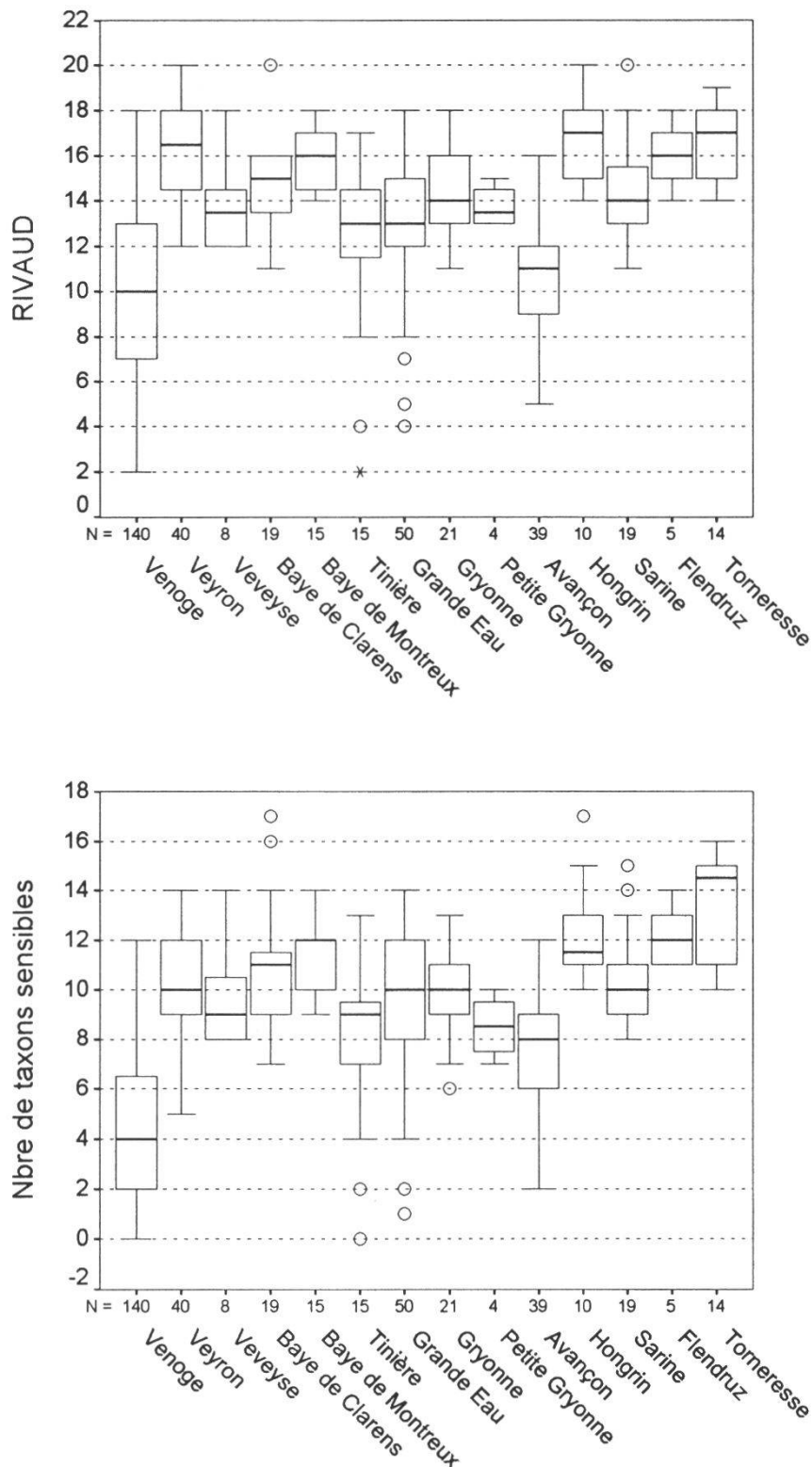


Figure 2.—Comparaison des valeurs de l'indice RIVAUD (en haut) et du nombre de taxons sensibles aux pollutions (en bas) observées dans 12 rivières des Préalpes et des Alpes vaudoises visitées entre 1985 et 1998 (fig. 1). La Venoge et le Veyron sont utilisés comme référence pour les rivières de plaine (LANG 2000b). La face inférieure de chaque boîte correspond au premier quartile (25% des cas), la face supérieure au troisième quartile (75% des cas), la marque intermédiaire à la médiane. Les traits verticaux s'étendent jusqu'aux valeurs minimales et maximales pour autant que celles-ci ne dépassent pas la valeur de l'espace interquartile multiplié par 1,5. Les cercles et les étoiles représentent respectivement les valeurs extrêmes: plus de 1,5 fois et plus de 3 fois l'espace interquartile. N représente le nombre de prélèvements combinés.

Tableau 2.—Valeurs de l'indice RIVAUD observées dans les rivières des Préalpes et des Alpes visitées en 1985, 1989, 1992, 1995 et 1998. Localisation des stations et des rivières indiquée sur la figure 1. M: résultats manquant, U.E. usine électrique, ED environnement naturel défavorable, DF débit faible à cause d'une dérivation d'eau, PO pollutions.

Rivière	Station	Altitude (m)	RIVAUD par année					Localisation
			1985	1989	1992	1995	1998	
Veveyse de Fégire	1	740	12	M	12	M	14	Pont de Fégire (aval) ED
Veveyse	2	580	15	12	13	14	18	Moille-Saulaz
Baye de Clarens	3	1020	16	20	20	20	20	L'Alliaz (aval)
	4	820	M	15	16	15	16	Molleyres
	5	510	11	13	16	13	15	Brent (aval)
	6	420	13	12	16	14	15	Tavel
Baye de Montreux	7	890	15	15	16	17	18	Pont Bridel (aval)
	8	670	14	15	16	14	17	Pont de Pierre (amont) DF
	9	450	14	17	14	17	17	Les Planches (amont U.E.)
Tinière	10	840	15	12	12	16	14	La Chevalerye
	11	530	12	13	13	15	17	Champioget (amont)
	12	390	13	8	4	11	2	Villeneuve DF+PO
Grande Eau	13	1190	11	9	12	8	10	Aigue-Noire ED
	14	1170	13	11	16	16	16	Les Sources (amont)
	15	1150	12	12	13	16	17	Diablerets (gare)
	16	1140	14	13	16	16	15	Diablerets (amont STEP)
	17	1130	13	13	14	14	17	Vers-l'Eglise (amont)
	18	1070	13	14	14	13	14	Les Aviolats DF
	19	870	12	12	15	18	18	Les Planches
	20	810	11	13	15	16	16	Le Pont (200 m amont U.E.)
	21	470	13	13	12	14	13	Aigle (800 m amont U.E.)
	22	380	4	7	9	5	8	Rhône (200 m amont) PO
Gryonne	23	1530	M	M	13	14	14	La Place ED
	24	1410	17	15	15	14	18	le Meutonnet
	25	1200	M	14	16	16	18	Les Planches (amont prise d'eau)
	26	700	M	14	13	12	15	Le Coula DF
	27	530	12	11	12	11	16	Les Dévens (amont)
Petite Gryonne	28	760	M	13	13	14	15	Paluaires
Avançon	29	1290	11	9	11	11	10	Cernement (amont) ED
d'Anzeindaz	30	1130	12	11	11	12	13	Les Pars DF
	31	890	M	9	M	7	10	Gryon (amont STEP) ED
	32	770	M	5	M	7	8	La Peufaire ED+PO
Avançon de Nant	33	1090	12	12	14	15	12	Les Plans (amont)
	34	1060	M	9	15	13	13	Les Plans (aval)
	35	870	11	10	13	16	14	Frenières (amont)
Avançon	36	490	9	12	11	11	12	Le Plantex
	37	400	M	5	8	7	9	Bex (200 m amont STEP) PO
Hongrin	38	1400	14	15	18	20	16	Communs des Mosses
	39	1350	14	15	18	18	19	Les Anteiennes
Sarine	40	970	14	15	13	14	11	Rougemont (amont STEP)
	41	960	M	13	14	18	14	Rougemont (aval STEP)
	42	900	12	13	14	17	13	Château-d'Oex (amont STEP)
	43	830	12	15	16	20	17	La Tine DF (aval du barrage)
Flendruz	44	960	14	15	16	18	17	Flendruz (amont)
Torneresse	45	1150	15	17	18	18	17	Chez les Payroz
	46	1110	M	16	15	19	15	Vieux Bains (sable en 1998)
	47	890	14	18	17	18	19	Les Moulins

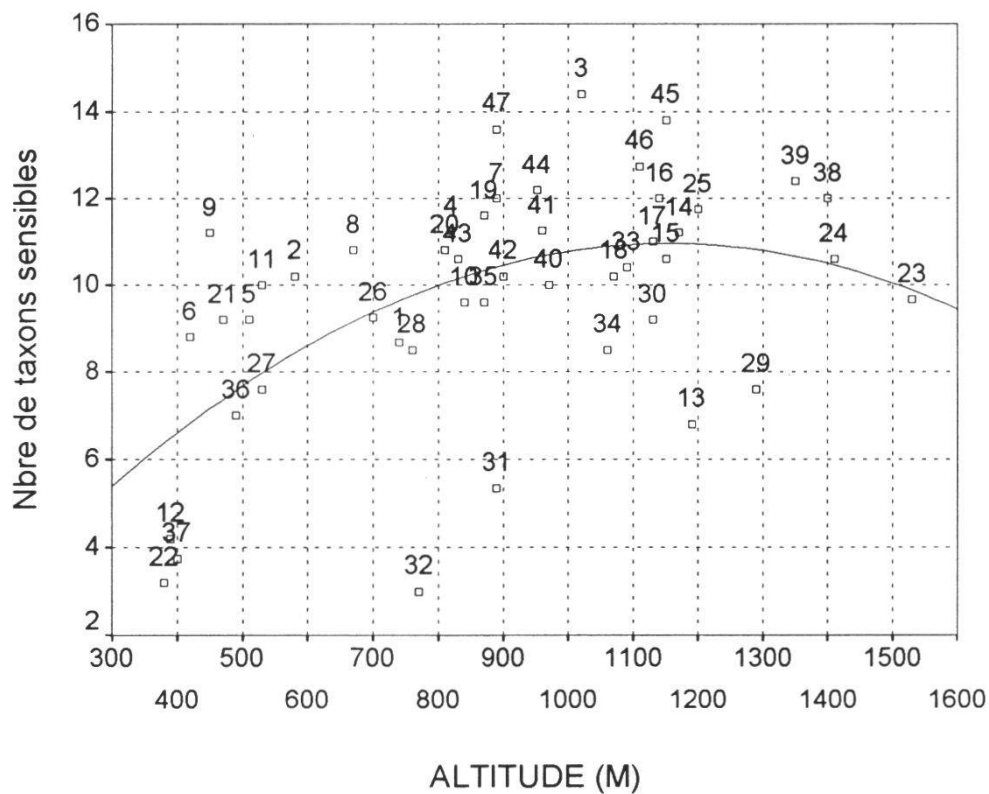
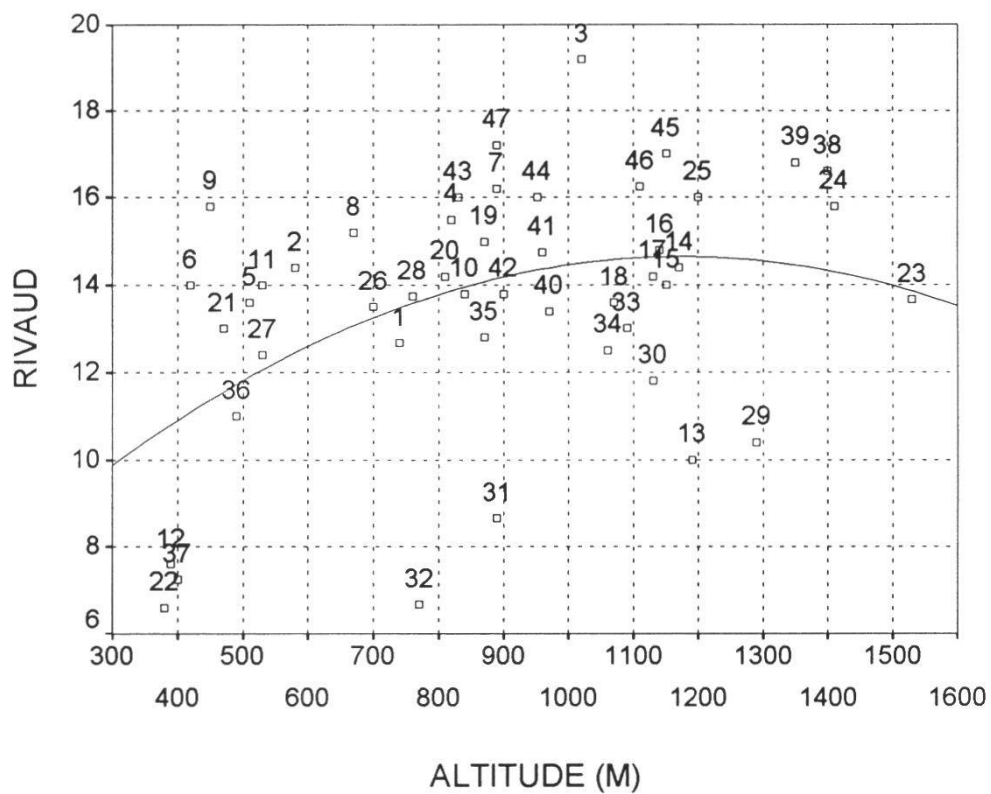


Figure 3.—Variations des valeurs moyennes (1985-1998) par station de l'indice RIVAUD (en haut) et du nombre de taxons sensibles aux pollutions (en bas) en fonction de l'altitude des 47 stations de prélèvements (numéros et noms des stations: tableau 2). Les courbes correspondent à des régressions quadratiques.

composantes de l'indice RIVAUD ne se comportent pas de la même façon en fonction de l'altitude: le nombre de taxons sensibles aux pollutions, surtout les plécoptères, augmente ($r_s = 0.465$, $P = 0.001$) tandis que le nombre total de taxons ne varie pas significativement ($r_s = 0.22$, $P = 0.136$).

Les débits mensuels moyens de la Grande Eau à Aigle (fig. 4) augmentent entre 1989 et 1995 ce qui pourrait expliquer en partie l'accroissement de la diversité du zoobenthos entre 1985 et 1998.

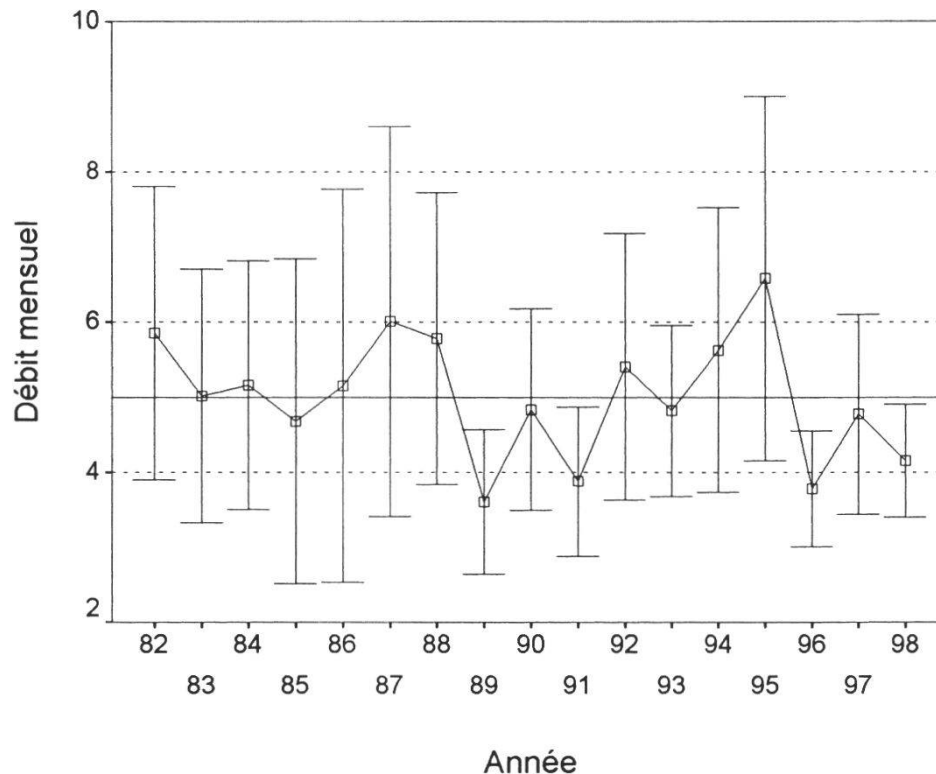


Figure 4.—Variations des débits mensuels moyens (m^3/sec) de la Grande Eau à Aigle entre 1982 et 1998 avec l'intervalle de confiance de 95%. La ligne horizontale correspond au débit moyen 1982-1998.

DISCUSSION

La diversité des communautés d'invertébrés benthiques indique que la qualité de l'environnement est restée en général meilleure dans les rivières des Préalpes et des Alpes que dans celles qui proviennent du Jorat ou du Jura (LANG 2000a). Cette différence s'explique par le fait que la densité de la population humaine et les impacts qui lui sont associés diminuent avec l'altitude (LANG et REYMOND 1993, 1995). Pour cette raison, les bassins versants des rivières de montagne sont restés beaucoup plus naturels que ceux des régions de plaine, ce qui influence positivement la diversité du zoobenthos (HYNES 1975, BARBOUR *et al.* 1996, FORE *et al.* 1996). De plus, les rivières de montagne présentent un certain nombre de caractéristiques qui tendent à diminuer,

voire à masquer, l'impact des pollutions sur les espèces sensibles. Citons, par exemple, les nombreux affluents latéraux qui permettent aux invertébrés de recoloniser rapidement le cours principal après une pollution; ou encore les crues violentes, associées aux fortes pentes, qui assurent le nettoyage périodique des lits.

Ces raisons font que la diversité des espèces sensibles aux pollutions, en particulier celle des plécoptères qui sont de bons indicateurs des perturbations (FORE *et al.* 1996), reste en général élevée dans les rivières de montagnes (tableau 1, annexe 1). On peut en conclure que les pollutions organiques ne constituent pas un problème majeur. Par contre, la réduction des débits causée par les barrages et par les dérivations d'eau vers des installations hydro-électriques affecte de nombreuses stations (liste dans le chapitre des résultats). Dans la plupart des cas, la diversité du zoobenthos diminue. La station 43 dans la Sarine (tableau 2) fait exception: la diversité augmente en aval du barrage. Dans cette station, le courant diminue, mais le débit reste suffisant pour que les espèces adaptées à des courants forts coexistent avec celles qui préfèrent des courants faibles.

Une forte densité de bétail dans le bassin versant peut influencer négativement l'environnement des rivières (FLEISCHNER 1994). C'est ce facteur qui, associé à l'impact d'une décharge terreuse, semblait expliquer (LANG 1996) la baisse de diversité constatée entre 1985 et 1995 dans la haute Gryonne (station 24, tableau 2). Cependant, une étude plus approfondie de la région, effectuée en 1998 (KOLLER 1999), a montré que l'influence du bétail était faible et que la décharge n'avait aucun impact sur la Gryonne. De plus, l'augmentation de RIVAUD en 1998 dans la station 24 indique que la baisse de 1995 n'était qu'un phénomène passager. Signalons enfin que le nombre d'espèces de plécoptères n'a que peu diminué entre 1980 et 1998 (41 et 36 espèces respectivement) dans la région de la haute Gryonne qui reste ainsi une zone de diversité élevée (KOLLER 1999).

L'augmentation de la diversité du zoobenthos observée entre 1985 et 1998 indique une amélioration générale de la qualité biologique des rivières de montagne (tableau 1). Cette évolution positive peut s'expliquer à la fois par une baisse des pollutions et par l'action de facteurs climatiques. L'accroissement du nombre et de l'efficacité des stations d'épuration, constaté pendant la période étudiée (FIAUX *et al.* 1999), va dans le sens de la première explication, une succession d'hivers doux qui s'est poursuivie jusqu'en 1998 (LANG 1996, ORAND et GAGNAIRE 1999) dans le sens de la seconde. Ces hivers doux auraient favorisé l'établissement de taxons éliminés par un environnement trop extrême (WARD 1986). Signalons également que le débit de la Grande Eau a augmenté entre 1989 et 1995 (fig. 4) ce qui, comme c'est le cas pour les rivières de plaine (LANG 2000a), diminue l'impact des pollutions en assurant une meilleure dilution des substances polluantes.

En conclusion, l'évolution de la diversité du zoobenthos entre 1985 et 1998 montre que les rivières de montagne du canton de Vaud restent en général un refuge pour les espèces d'invertébrés les plus sensibles aux impacts d'origine humaine. Cependant, certains signes laissent présager (KOLLER 1999) qu'une augmentation de la pression humaine, conjuguée avec des conditions climatiques défavorables, pourrait entraîner une baisse de la diversité.

REMERCIEMENTS

La collaboration d'Olivier Reymond tant sur le terrain qu'en laboratoire m'a permis de mener à bien cette étude. Les conseils de Jean-Marie Helbling et de Nicolas Perrin ont facilité l'analyse des résultats. Philippe Hohl m'a fourni les débits de la Grande Eau mesurés par le service hydrologique et géologique national. Les remarques de Michel Genoud, de Natacha Koller et de Philippe Vioget m'ont aidé à réviser ce texte.

BIBLIOGRAPHIE

- AFNOR, 1992. Essais des eaux- Détermination de l'indice biologique global normalisé (IBGN). Association française de normalisation, Paris, 9 p.
- BARBOUR M.T., GERRITSEN J., GRIFFITH G.E., FRYDENBORG R., MCCARRON E., WHITE J.S., et BASTIAN M.L., 1996. A framework for biological criteria for Florida streams using benthic macroinvertebrates. *J. N. Am. Benthol. Soc.* 15: 185-211.
- FIAUX J.-J., VALLIER R. et VIOGET PH., 1999. Stations d'épuration. Bilans 1998. Etat de Vaud, Service des eaux, sols et assainissement CH-1066 Epalinges.
- FLEISCHNER T.L., 1994. Ecological cost of livestock grazing in Western North America. *Conservation Biology* 8: 629-644.
- FORE L.S., KARR J.R. and WISSEMAN R.W., 1996. Assessing invertebrate responses to human activities: evaluating alternative approaches. *J. N. Am. Benthol. Soc.* 15: 212-231.
- HYNES H.N.B., 1975. The stream and its valley. *Verhandlungen internationale Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie* 19: 1 - 15.
- KOLLER N., 1999. Effet des activités humaines sur la diversité du zoobenthos dans le bassin de la haute Gryonne. Travail de diplôme. Musée cantonal de zoologie et Institut d'écologie de l'Université de Lausanne.
- LANG C. et REYMOND O., 1993. Empirical relationships between diversity of invertebrate communities and altitude in rivers: application to biomonitoring. *Aquatic Sciences* 55: 188-196.
- LANG C. et REYMOND O., 1995. An improved index of environmental quality for Swiss rivers based on benthic invertebrates. *Aquatic Sciences* 57: 172-180.
- LANG C., 1996. Qualité de l'environnement indiquée par la diversité du zoobenthos dans les rivières de montagnes: campagnes 1985-1995. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.* 84.2: 125-137.
- LANG C., 1997. Qualité biologique de 37 rivières vaudoises en 1996 indiquée par la diversité du zoobenthos. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.* 84.4: 323-332.
- LANG C., 1998. Qualité biologique de 29 rivières vaudoises en 1997 indiquée par la diversité du zoobenthos. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.* 86.1: 61-71.
- LANG C., 2000a. Diversité du zoobenthos dans 47 rivières du canton de Vaud: tendance 1989-1997. *Rev. suisse Zool.* 107: 107-122.
- LANG C., 2000b. Diversité du zoobenthos dans la Venoge et le Veyron: tendance 1990-1999. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.* 87.1: 1-13.

- ORAND A. et GAGNAIRE J., 1999. Météorologie, campagne 1998. *Rapp. Comm. int. prot. des eaux du Léman contre la pollution*: 21-32.
- REYMOND O., 1995. Surveillance biologique des cours d'eau: matériel et méthode pour trier les prélèvements d'invertébrés. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.* 83.4: 290-215.
- SPSS 1999. GLM Repeated Measures:15-21. SPSS Advanced Models 9.0.Chicago, USA.
- WARD J.V., 1986. altitudinal zonation in a Rocky Mountain stream. *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 74: 133-199.

Manuscrit reçu le 27 mars 2000

Annexe 1.—Fréquence relative (%) des taxons d'invertébrés identifiés en 1985, 1989, 1992, 1995 et 1998. L'astérisque signale les taxons sensibles aux pollutions.

Fréquence par année						Fréquence par année					
Taxons	1985	1989	1992	1995	1998	Taxons	1985	1989	1992	1995	1998
Turbellaria						Coleoptera					
Polycelis		2	1	10	5	Dytiscidae		1	2		2
Dugesia	7	8	28	37	36	Halipidae				1	
Oligochaeta	55	65	65	84	77	Hydrophilidae		2	1	5	
Hirudinea						Hydraena	14	19	25	37	38
Erpobdella				1		Ochtebius				1	1
Mollusca						Helodidae		2	1	3	4
Limnaeidae		1	1	3	2	Elmis	13	10	13	19	16
Sphaeriidae			1	2	2	Esolus		1	1		
Bithyniidae	1		1			Limnius	11	13	14	20	18
Hydrobiidae			1		1	Riolus			5	9	9
Hydracarina			21	37	44	Oulimnius				1	
Crustacea						Dupophilus	1				
Gammaridae	28	34	40	42	41	Trichoptera					
Asellidae				1	3	Rhyacophilidae	76	63	79	85	78
Ephemeroptera						Glossosomatidae*	3	8	10	25	14
Epeorus*	26	21	24	45	25	Hydroptilidae*			1	3	5
Rithrogena*	88	87	82	82	82	Hydropsychidae	33	34	56	60	34
Ecdyonurus*	58	52	63	59	59	Philopotamidae	2	6	13	13	10
Heptagenia*				1		Polycentropidae	2	2	1	4	1
Caenis			1	1	1	Psychomyiidae	16	2	2	7	2
Baetidae	100	95	97	99	99	Ecnomiidae	1				
Ephemerella	3	4	5	6	4	Limnephilidae*	45	35	47	43	47
Paraleptophlebia	18	17	24	5	1	Drusinae*			2	1	
Habrophlebia		1	1	3	1	Goeridae*		1		1	1
Habroleptoides				3	26	Beraeidae*				1	
Plecoptera						Odontoceridae*			1	3	2
Taeniopteryx*	11	2	7	10	6	Sericostomatidae*	1	2	3	5	1
Brachyptera*	18	29	10	30	26	Lepidostomatidae*			2	1	2
Rhabdiopteryx*	16	2	13	10	11	Diptera					
Amphinemura*	28	22	28	30	32	Blephariceridae	17	32	35	36	19
Protonemura*	83	70	75	83	80	Tipulidae	14	1	16	14	7
Nemoura*	57	52	55	66	66	Limoniidae	56	85	89	93	92
Nemurella*			3			Psychodidae	13	12	16	37	34
Leuctridae*	87	88	91	91	87	Simuliidae	77	68	84	97	95
Capnidae*	17	12	1	2	2	Chironomidae	95	93	96	100	97
Chloroperlidae*	5	12	22	29	22	Ceratopogonidae	6	10	19	15	19
Perlodidae*	4		1	14	4	Stratiomyidae		2	7	10	8
Perlodes*	2	10	10	16	17	Empididae	21	30	48	59	56
Isoperla*	46	50	53	42	64	Dolichopodidae		4	3		1
Perla*	12	21	25	21	18	Athericidae	39	42	59	58	56
Dinocras*	13	1		1		Anthomyiidae	6		3	2	
Capnionura*				10	18	Dixidae		2	3	3	1
Heteroptera	1			1							
Planipennia			1			Nbre prélèvements	95	130	135	115	133
Megaloptera				1	1	Nbre taxons	50	53	64	71	64

