

**Zeitschrift:** Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles  
**Band:** 82 (1992-1993)  
**Heft:** 3

**Artikel:** Qualité de l'eau indiquée par les invertébrés benthiques dans les rivières des montagnes vaudoises  
**Autor:** Lang, Claude / Reymond, Olivier  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-280176>

### **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:** 16.10.2024

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

## Qualité de l'eau indiquée par les invertébrés benthiques dans les rivières des montagnes vaudoises

*par*

*Claude LANG<sup>1</sup> et Olivier REYMOND<sup>1</sup>*

*Summary.*—LANG C. and REYMOND O., 1993. Water quality indicated by benthic invertebrates in mountain rivers of western Switzerland. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.* 82.3: 193-200.

In 1985, 1989 and 1992, benthic invertebrates have been used to assess water quality in 47 sites located in 12 mountain rivers of western Switzerland (canton de Vaud). Each site was visited three times each year. The RIVAUD index, based on total number of invertebrate taxa and on number of taxa intolerant of pollution (Plecoptera, Heptageniidae, and Trichoptera with a case), was adapted to the special conditions of these rivers. According to RIVAUD values, water quality was better in the mountain rivers than in those of the other regions. In addition, water quality improved in 1992 compared with 1985 or 1989. However, this change was attributed to better meteorological conditions rather than to a decrease of pollutions. As a general rule, the diversion of water towards hydroelectrical plants affected more benthic invertebrates in mountain rivers than organic pollution.

*Key words:* invertebrate, indicator species, river, water quality, zoobenthos

*Résumé.*—LANG C. et REYMOND O., 1993. Qualité de l'eau indiquée par les invertébrés benthiques dans les rivières des montagnes vaudoises. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.* 82.3: 193-200.

En 1985, 1989 et 1992, les invertébrés benthiques ont été utilisés pour estimer la qualité de l'eau dans 47 stations localisées dans 12 rivières des Préalpes et des Alpes vaudoises. Chaque station a été visitée à trois reprises, chaque année. L'indice RIVAUD, basé sur le nombre total de taxons et le nombre de taxons sensibles aux pollutions (plécoptères, heptagénéiidés, trichoptères à fourreau), a été adapté aux conditions particulières des rivières étudiées. D'après les valeurs de RIVAUD, la qualité de l'eau est meilleure dans les rivières de montagne que dans celles des autres régions. De plus, la qualité de l'eau s'est améliorée en 1992 par rapport à 1985 ou 1989. Cependant, cette amélioration doit être attribuée à des conditions météorologiques favorables plutôt qu'à une diminution des pollutions. D'une manière générale, les détournements d'eau vers les centrales hydro-électriques causent plus de dommages aux invertébrés des rivières de montagne que les pollutions organiques.

<sup>1</sup>Conservation de la faune, Marquisat 1, CH-1025 St-Sulpice, Suisse.

## INTRODUCTION

Les rivières vaudoises peuvent être réparties en trois groupes d'après la région géographique où chacune d'elles prend sa source. Nous distinguons ainsi les rivières du Jura, celles du Jorat, enfin celles des Préalpes et des Alpes (LANG *et al.* 1989). La surveillance de l'état biologique des rivières, entreprise par la Conservation de la faune, s'effectue sur la base de cette subdivision géographique. Chacune de ces trois régions est visitée à tour de rôle, tous les trois ans. Cette manière de faire permet de ne comparer entre elles que des rivières dont les caractéristiques physiques sont assez homogènes. L'interprétation des résultats biologiques s'en trouve facilitée. Après avoir étudié précédemment les rivières issues du Jorat (LANG et REYMOND 1992), nous présentons dans cet article la qualité de l'eau des rivières des Préalpes et des Alpes vaudoises, évaluée à partir des communautés d'invertébrés.

L'utilisation des invertébrés benthiques comme indicateur de la qualité de l'eau peut poser des problèmes particuliers dans les rivières de montagne. En effet, l'indice RIVAUD, utilisé dans les rivières vaudoises d'où son nom (LANG *et al.* 1989), base son évaluation de la qualité de l'eau sur le nombre total de taxons d'invertébrés et le nombre de taxons sensibles aux pollutions (plécoptères, heptagénéiidés, trichoptères à fourreau). Dans les rivières du Jura et du Jorat, ces nombres diminuent en fonction de l'intensité des pollutions. Dans les rivières de montagne, le nombre total de taxons peut diminuer à cause des conditions extrêmes du milieu, ceci en l'absence de toute pollution (WARD 1986). Notons cependant que le nombre de taxons sensibles aux pollutions tend à augmenter dans ce type de milieu ce qui compense, en général, la tendance précitée (LANG *et al.* 1989). Toutefois, nous examinons également dans cet article s'il faut adapter l'indice RIVAUD, ou tout au moins l'interprétation des valeurs obtenues, aux conditions particulières des rivières de montagne. Signalons enfin que nous avons basé la discussion des résultats observés dans les rivières de montagne sur la synthèse de WARD (1986) à laquelle nous renvoyons le lecteur désireux d'approfondir le sujet.

## STATIONS ET MÉTHODES

La figure 1 présente les 12 rivières et les 47 stations visitées en 1985, 1989 et 1992 dans les Préalpes et les Alpes vaudoises. L'altitude des stations varie entre 380 m et 1530 m. Chaque station est visitée à trois reprises au cours de chaque année. Les campagnes de prélèvements ont été effectuées en avril, juin et septembre 1985; en février, mai et septembre 1989 ; en mars, juin et septembre 1992. 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 m<sup>2</sup>. Le filet est posé sur le fond et le courant y entraîne les invertébrés délogés par piétinement du substrat. 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 dans LANG et REYMOND 1992 .

En laboratoire, les invertébrés sont identifiés jusqu'au niveau du genre ou de la famille (voir annexe 1). Pour chaque prélèvement, la liste des taxons présents est établie. De plus, la liste combinée des taxons présents dans chaque

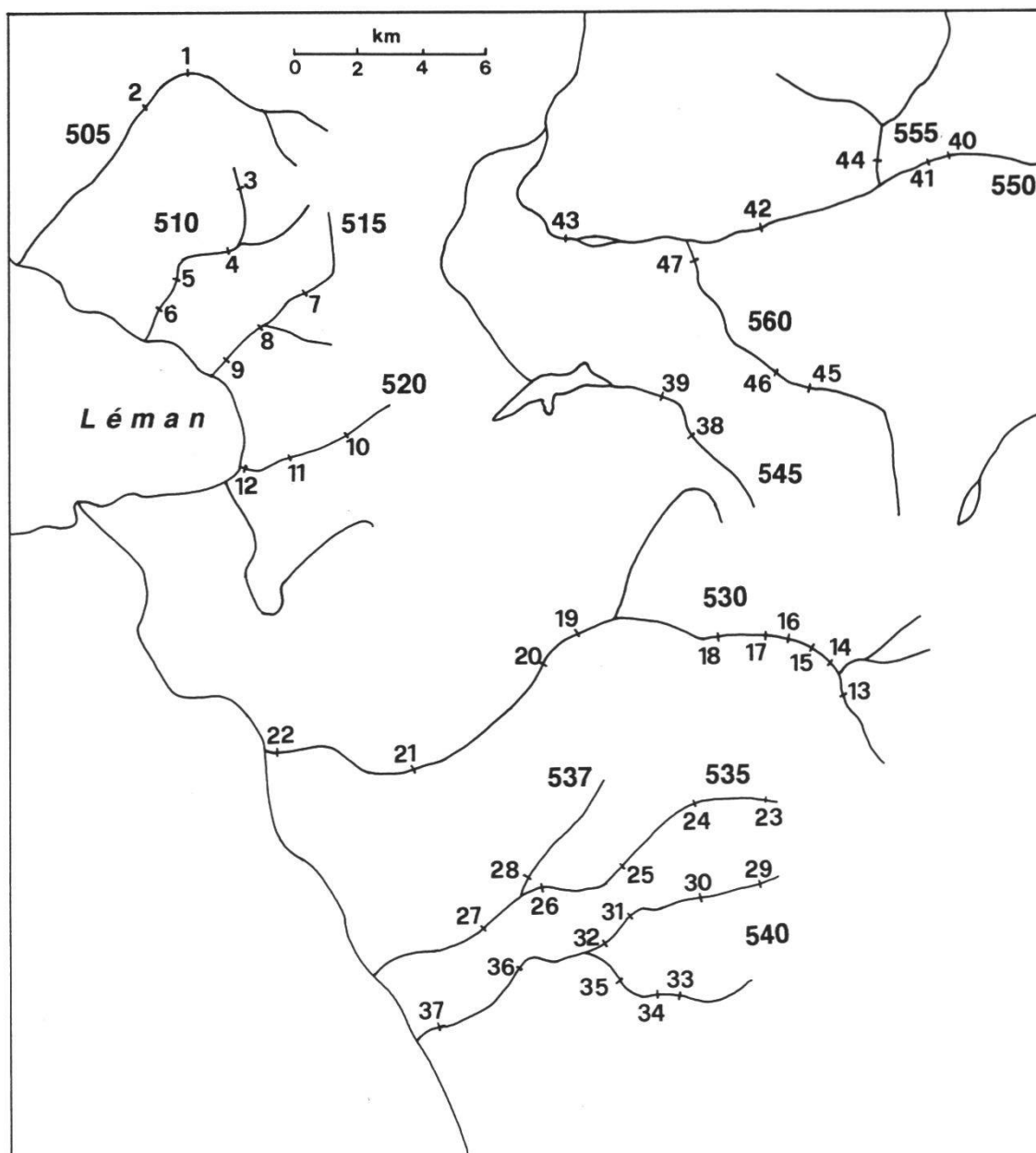


Figure 1.—Localisation et numéros d'identification des stations (N° 1 - 47) visitées en 1985, 1989 et 1992 dans les rivières des Préalpes et des Alpes vaudoises. Rivières: 505 Veveyse, 510 Baye de Clarens, 515 Baye de Montreux, 520 Tinière, 530 Grande Eau, 535 Gryonne, 537 Petite Gryonne, 540 Avançon, 545 Hongrin, 550 Sarine, 555 Flendruz, 560 Torneresse.

station chaque année est dressée à partir des trois prélèvements effectués dans chacune d'elles. Cependant, le même taxon observé dans les trois prélèvements de la même station ne sera compté qu'une seule fois. Toutes les analyses présentées dans cet article sont basées sur la liste combinée des taxons présents dans chaque station.

L'indice RIVAUD est calculé à partir du nombre total de taxons et du nombre de taxons sensibles aux pollutions (tab. 1). Dans la première version de RIVAUD (LANG *et al.* 1989), chacune de ces variables biologiques était divisée en six classes de valeurs de manière à ce que RIVAUD puisse varier entre zéro et dix. Dans la deuxième version de RIVAUD présentée ici (tab. 1),

Tableau 1.—Valeurs de l'indice RIVAUD calculées à partir du nombre total de taxons d'invertébrés et du nombre de taxons sensibles aux pollutions (heptageniidés, plécoptères, trichoptères à fourreau). Qualité d'eau excellente (RIVAUD 11-20) bonne (8-10), moyenne (6-7), médiocre (4-5), mauvaise (0-3).

Taxons sensibles	Nombre total de taxons										
	0-7	8-12	13-16	17-22	23-27	28-30	31-33	34-36	37-39	40-43	44 et plus
0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1-2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
3-4	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5-8	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
9-10	-	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
11-12	-	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
13-14	-	-	8	9	10	11	12	13	14	15	16
15-16	-	-	9	10	11	12	13	14	15	16	17
17-18	-	-	-	11	12	13	14	15	16	17	18
19-20	-	-	-	12	13	14	15	16	17	18	19
21 et plus	-	-	-	-	14	15	16	17	18	19	20

chacune des variables est divisée en onze classes de valeurs afin que RIVAUD varie entre zéro et vingt. Les cinq premières classes de valeurs sont les mêmes que celles utilisées dans la première version de RIVAUD. La sixième classe a été remplacée par six nouvelles classes d'égale largeur: de deux unités pour les taxons sensibles aux pollutions et de trois unités pour le nombre total des taxons. Cette extension des valeurs permet de mieux différencier les stations où les valeurs de RIVAUD étaient égales à dix d'après la première version. En effet, ces valeurs sont suffisamment fréquentes dans les rivières de montagne pour qu'une extension de RIVAUD s'impose.

## RÉSULTATS

Les valeurs médianes de l'indice RIVAUD présentées dans le tableau 2 montrent que:

- la qualité de l'eau est meilleure dans les rivières des Préalpes et des Alpes que dans celles du Jura et du Jorat;
- dans les rivières des Préalpes et des Alpes, la qualité de l'eau s'améliore en 1992 par rapport à 1985 ou 1989;
- dans les rivières des Préalpes et des Alpes, la qualité de l'eau est meilleure à haute altitude qu'à basse altitude.

Les causes de ces différences sont analysées dans la discussion. Signalons encore que la comparaison des valeurs de RIVAUD entre les années 1985, 1989, et 1992 a été soumise à une analyse de covariance où l'altitude est utilisée comme covariable. La différence entre les années reste significative ( $P=0,048$ ), une fois l'influence de l'altitude prise en compte ( $P=0,001$ ).

Tableau 2.—Qualité de l'eau indiquée par les pourcentages cumulés des prélèvements rangés en fonction des valeurs décroissantes de l'indice RIVAUD. Comparaisons: entre régions, entre années dans les Préalpes et les Alpes, entre classes d'altitude (min., max.) dans les Préalpes et les Alpes. Valeurs médianes soulignées, n=nombre de prélèvements, P= probabilité associée avec le test de la médiane.

RIVAUD	Régions		Années			Altitude (m)		
	Jura Jorat	Préalpes Alpes	85	89	92	380 740	741 1020	1021 1530
14		1		3	3		4	
13		2		6	3		6	
12	1	3		6	9		6	4
11	4	8	3	9	17		11	12
10	8	16	6	17	31	9	17	23
9	15	28	17	29	49	16	38	31
8	25	41	37	37	<u>63</u>	22	<u>51</u>	<u>50</u>
7	39	<u>64</u>	<u>63</u>	<u>66</u>	74	49	75	69
6	<u>56</u>	81	86	83	89	<u>71</u>	89	83
5	69	90	94	89	97	82	94	93
4	79	96	97	97	97	89	98	100
3	86	97	97	100	97	93	98	
2	94	99	100		100	98	100	
1	99	100				100		
0	100							
n	361	140	35	35	35	45	47	48
	P = 0,000		P = 0,045			P = 0,006		

Le tableau 3 décrit station par station la qualité de l'eau et son évolution au cours du temps. D'après les valeurs de RIVAUD, la qualité de l'eau est bonne ou même excellente dans la Baye de Clarens (en 1992 tout au moins), dans la Baye de Montreux, dans l'Hongrin, dans la Torneresse et le Flendruz. La situation des autres rivières, plus contrastée, pose quelques problèmes d'interprétation.

En effet, si toutes les valeurs basses de RIVAUD reflètent des perturbations de l'environnement, celles-ci peuvent avoir une origine soit humaine soit naturelle. Dans la partie inférieure des rivières 520, 530, 535 et 540 du tableau 3, les valeurs basses de RIVAUD correspondent en général à des pollutions organiques. Dans la partie supérieure de ces mêmes rivières, la baisse de RIVAUD reflète au contraire un environnement extrême qui limite la diversité des communautés d'invertébrés (WARD 1986). Signalons encore que RIVAUD baisse lorsque les eaux d'une rivière sont détournées en grande partie vers une centrale hydro-électrique et que le débit résiduel devient trop faible. La Gryonne et l'Avançon sont particulièrement touchés par ce type d'intervention et, dans une moindre mesure, la Grande Eau et la Baye de Montreux (tab. 3).

## DISCUSSION

D'après les valeurs de l'indice RIVAUD (tab. 2), la qualité de l'eau indiquée par les communautés d'invertébrés est meilleure dans les rivières des Préalpes et des Alpes que dans celles du Jura et du Jorat. Les deux variables biologiques qui constituent la base de l'indice RIVAUD ne contribuent pas de la même façon à cette amélioration. En effet, le nombre moyen de taxons

Tableau 3.—Valeurs de l'indice RIVAUD observées dans les rivières des Préalpes et des Alpes visitées en 1985, 1989 et 1992. Localisation des rivières et des stations indiquées sur la figure 1. M valeur de RIVAUD manque, Nbre de stations visitées. Observations (Obs.): RIVAUD baisse à cause d'une pollution organique P, à cause d'un débit insuffisant D, pour des raisons d'origine naturelle N.

Rivière	Station	Altitude (m)	RIVAUD				Obs.	Rivière	Station	Altitude (m)	RIVAUD			
			85	89	92						85	89	92	Obs.
505	1	740	6	M	6	N	535	25	1200	M	8	11		
	2	580	9	6	6	P		26	700	M	7	7	D	
510	3	1020	10	14	14			27	530	6	6	6	P	
	4	820	M	9	10		537	28	760	M	7	7	P	
	5	510	5	7	10		540	29	1290	5	4	5	N	
515	6	420	7	7	10			30	1130	6	5	5	D	
	7	890	8	9	9			31	890	M	4	M	D	
	8	670	9	8	10	D		32	770	M	2	M	P	
520	9	440	7	10	8	D		33	1090	6	6	9	ND	
	10	840	8	7	6	N		34	1060	M	4	8		
	11	530	6	7	8			35	870	6	5	7		
530	12	390	6	4	1	PD		36	490	4	7	6	D	
	13	1190	5	4	6	N		37	400	M	2	4	P	
	14	1170	7	5	10		545	38	1400	8	9	12		
535	15	1150	7	6	7			39	1350	9	10	11		
	16	1140	8	7	10		550	40	970	8	10	7		
	17	1130	7	7	8			41	930	M	7	7	P	
535	18	1070	7	8	8	D		42	890	7	6	9		
	19	870	7	7	9			43	830	6	9	11	D	
	20	810	6	7	8		555	44	950	9	9	9		
535	21	470	7	7	7	P		45	1150	8	11	12		
	22	380	2	3	5	P	560	46	1110	M	10	10		
	23	1530	M	M	7	N		47	890	8	13	11		
	24	1410	11	8	9				Nbre	36	45	45		

sensibles aux pollutions est plus élevé dans les rivières de montagne que dans celles des autres régions (9,3 contre 5,4; test de t,  $P = 0,001$ ). Au contraire, les valeurs moyennes du nombre total de taxons ne sont pas significativement différentes (20,4 et 21,3; test de t,  $P = 0,398$ ).

La première tendance suggère que les pollutions organiques ne sont pas suffisantes dans les rivières de montagne pour réduire fortement le nombre des taxons sensibles aux pollutions. Dans ce type de milieu, il s'agit surtout des plécoptères (annexe 1). Les observations d'AUBERT (1984) confirment cette interprétation: le nombre des espèces de plécoptères présentes en montagne n'a pas diminué entre 1945 et 1979 alors qu'en plaine ce nombre a fortement décliné en raison de l'augmentation des pollutions. La deuxième tendance observée en montagne reflète l'influence d'un environnement extrême qui limite la diversité des communautés d'invertébrés (WARD 1986).

Dans les rivières de montagne, la qualité de l'eau indiquée par les invertébrés est meilleure en 1992 qu'en 1989 ou qu'en 1985 (tab. 2). Cette amélioration pourrait s'expliquer par des conditions météorologiques plus favorables. Comme la plupart des invertébrés capturés en 1992 sont nés en 1991, nous avons considéré comme déterminante la météorologie de l'année précédant celle où les prélèvements ont été effectués. Il est ainsi tombé plus de pluie à Montreux en 1984 et 1988 qu'en 1991: 140, 139 et 118 cm (ORAND et GAGNAIRE 1992). Le débit annuel moyen de la Grande Eau à Aigle présente la même tendance: 5,2, 5,8 et 3,9 m<sup>3</sup>/s (Anonyme 1991). Ainsi et contrairement à ce qui s'observe dans les rivières de plaine (LANG et REYMOND 1992), une année sèche entraîne une augmentation des valeurs de l'indice RIVAUD dans les rivières de montagne. Dans les rivières de plaine, l'impact des pollutions

sur les invertébrés augmente au cours d'une année sèche parce que les polluants deviennent plus concentrés. De ce fait, la diversité des invertébrés, particulièrement celle des taxons sensibles aux pollutions, diminue. L'absence de ce phénomène dans les rivières de montagne suggère que les polluants n'y constituent pas un problème majeur.

La façon dont les deux composantes de l'indice RIVAUD réagissent dans les rivières de montagne supporte cette interprétation. En effet, la qualité de l'eau s'améliore en 1992 par rapport à 1985 et 1989 parce que le nombre total de taxons récoltés augmente significativement (analyse de variance,  $P = 0,019$ ). Au contraire, le nombre de taxons sensibles aux pollutions ne change pas (analyse de variance,  $P = 0,178$ ). Ces tendances montrent que la pollution organique ne constitue pas un problème majeur dans les rivières des Préalpes et des Alpes puisque le nombre de taxons sensibles n'y diminue pas à la suite d'une année sèche comme c'est le cas dans les rivières de plaine (LANG et REYMOND 1992). L'augmentation du nombre total de taxons en 1992 suggère que, dans les rivières de montagnes, une année sèche favorise la persistance de certains taxons qui sont éliminés par des débits trop forts.

Divers facteurs expliquent la bonne qualité d'eau observée dans les rivières des Préalpes et des Alpes. Tout d'abord, la densité de la population humaine y est plus faible qu'ailleurs. De ce fait, les bassins versants sont restés beaucoup plus naturels que ceux des autres régions. Et après une pollution, les invertébrés peuvent facilement recoloniser la rivière principale à partir des nombreux ruisseaux latéraux. De plus, les débits d'eau, très élevés au moment des crues, associés aux fortes pentes assurent le nettoyage périodique des lits. Tous ces facteurs tendent à masquer l'impact des pollutions organiques. Celles-ci ne sont d'ailleurs bien visibles qu'à faible altitude (tab. 2 et 3).

Cependant, d'autres perturbations d'origine humaine affectent les rivières de montagne. Il s'agit principalement des captages d'eau servant à alimenter les usines hydro-électriques. Les débits des rivières diminuent et les conditions du milieu s'en trouvent altérées (substrat et température) ce qui réduit la diversité des communautés d'invertébrés (WARD 1986). Dans les rivières des montagnes vaudoises, les captages d'eau causent certainement plus de dommages aux invertébrés que les pollutions organiques. Pour cette raison, il importe de régler les débits résiduels de manière à maintenir l'intégrité écologique de ces rivières.

#### BIBLIOGRAPHIE

Anonyme, 1991. Annuaire hydrologique de la Suisse. Service hydrologique et géologique national, Berne.

AUBERT J. 1984. L'atlas des Plécoptères de Suisse –Influence de la pollution. *Annls Limnol.* 20: 17-20.

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. *Aquat. Sci.* 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.

ORAND A. et GAGNAIRE J., 1992. Météorologie, campagne 1991. *Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut.* 1992: 15-26.

WARD J.V., 1986. Altitudinal zonation in a Rocky Mountain stream. *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 74: 133-199.

*Manuscrit reçu le 8 mars 1993*



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

Taxons	Fréquence %	Taxons	Fréquence %
<b>Turbellaria</b>		<b>Coleoptera</b>	
Polycelis	1	Dytiscidae	1
Dugesia	16	Hydrophilidae	1
<b>Oligochaeta</b>	62	Hydraena	20
<b>Mollusca</b>		Helodidae	1
Bithyniidae	1	Elmis	12
Hydrobiidae	1	Esolus	1
Limnaeidae	1	Limnius	13
Sphaeriidae	1	Riolus	2
<b>Hydracarina</b>	8	Dupophilus	1
<b>Crustacea</b>		<b>Trichoptera</b>	
Gammaridae	35	Rhyacophilidae	72
<b>Ephemeroptera</b>		Glossosomatidae*	8
Epeorus*	24	Hydroptilidae*	1
Rithrogena*	86	Hydropsychidae	42
Ecdyonurus*	57	Philopotamidae	7
Caenis	1	Polycentropodidae	2
Baetidae	97	Psychomiidae	6
Ephemerella	4	Ecnomidae	1
Paraleptophlebia	20	Limnephilidae*	42
Habrophlebia	1	Drusinae*	1
<b>Plecoptera</b>		Goeridae*	1
Taeniopteryx*	6	Odontoceridae*	1
Brachyptera*	19	Sericosomatidae*	2
Rhabdiopteryx*	10	Lepidostomatidae*	1
Amphinemura*	26	<b>Diptera</b>	
Protonemura*	75	Blephariceridae	29
Nemoura*	54	Tipulidae	10
Nemurella*	1	Limoniidae	79
Leuctridae*	89	Psychodidae	14
Capnidae*	9	Simulidae	76
Chloroperlidae*	15	Chironomidae	95
Perlodidae*	1	Ceratopogonidae	12
Perlodes*	8	Stratiomyidae	3
Isoperla*	50	Empididae	34
Perla*	20	Dolicopodidae	2
Dinocras*	4	Athericidae	47
<b>Heteroptera</b>	1	Anthomyidae	3
<b>Planipennia</b>	1	Dixidae	2
Nbre taxons	70	Nbre prélèvements	360