

Zeitschrift:	Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Herausgeber:	Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Band:	90 (2006)
Heft:	2
Artikel:	Qualité biologique des rivières vaudoises (Suisse) en 2002-2005 et évolution depuis 1990
Autor:	Knispel, Sandra / Reymond, Olivier
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-282002

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 12.01.2026

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

Qualité biologique des rivières vaudoises (Suisse) en 2002-2005 et évolution depuis 1990

par

Sandra KNISPEL¹ et Olivier REYMOND¹

Résumé.—KNISPEL S. et REYMOND O., 2006. Qualité biologique des rivières vaudoises (Suisse) en 2002-2005 et évolution depuis 1990. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.* 90.2: 73-95.

La qualité biologique des cours d'eau du canton de Vaud est évaluée depuis plus de 15 ans sur la base de la composition et la diversité de la macrofaune benthique. Le réseau de suivi comprend 154 stations d'étude réparties sur une cinquantaine de rivières. Entre 2002 et 2005, 71% des stations étudiées ont une qualité biologique qualifiée de bonne à très bonne. Le suivi à long terme permet de montrer une évolution positive pour la moitié des stations. Certaines stations présentent une qualité biologique très bonne depuis 10 ans et peuvent ainsi être considérées comme des sites de référence. Cependant, l'état biologique de certains cours d'eau vaudois ou tronçons reste aujourd'hui totalement insatisfaisant. Dans 19% des stations étudiées entre 2002 et 2005, la qualité biologique est mauvaise ou très mauvaise et ne respecte pas les objectifs légaux. Pour la moitié de ces stations, aucune évolution n'est mise en évidence depuis 15 ans.

Mots clés: indices biotiques, faune benthique, surveillance des cours d'eau, canton de Vaud, Jura, Plateau, Préalpes, Suisse occidentale.

Abstract.—KNISPEL S. and REYMOND O., 2006. Biological quality of streams of western Switzerland (Canton of Vaud, Switzerland) during 2002-2005 and trend since 1990. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.* 90.2: 73-95.

Biological monitoring of rivers of western Switzerland (Canton of Vaud) is conducted for more than 15 years using composition and diversity of benthic macroinvertebrates. This survey includes 154 study sites distributed over around 50 streams. Among the sites assessed from 2002 to 2005, 71% were classified as good to very good. The long term monitoring highlights the positive trend of half of the studied sites. Sites showing a very good biological quality during over 10 years could be considered as reference sites.

However, the biological state of other sites is still totally unsatisfactory. Biological quality is bad or very bad in 19% of the recently studied sites, implying that legal objectives are not respected. For half of these no improvement is perceptible since 15 years.

Keywords: biotic indices, rivers, monitoring of running waters, benthic macroinvertebrates, Jura, Alps.

¹Laboratoire du Service des Eaux, Sols et Assainissement du Canton de Vaud, Boveresses 155, CH-1066 Epalinges
E-mail: sandra.knispel@vd.ch

INTRODUCTION

La qualité biologique des cours d'eau du canton de Vaud est évaluée depuis la fin des années 1980 en utilisant la composition et la diversité de la macrofaune benthique qui en colonise le fond. La bio-indication à l'aide de la faune benthique est aujourd'hui largement admise, voire requise pour décrire et évaluer la qualité d'un milieu d'eau courante. En France notamment, cette approche (VERNEAUX 1982; VERNEAUX et al. 1982; VERNEAUX et TUFFERY 1967) a abouti à la méthode normalisée IBGN (AFNOR 1992), retenue dans le cadre de la Directive Cadre sur l'Eau de l'Union Européenne (DCE). Une méthode «macrozoobenthos» pour l'appréciation des cours d'eau en Suisse est actuellement en projet (FRUTIGER et SIEBER 2005) en tenant compte de plusieurs méthodes utilisant les macroinvertébrés (AFNOR 1992; PERRET 1977). A une échelle plus régionale, une méthode a été développée pour les rivières vaudoises où le suivi biologique a été mis en place dès les années 1980 (LANG, L'EPLATTENIER et REYMOND 1989; LANG ET REYMOND 1995).

Cet article a pour but de documenter l'état des cours d'eau vaudois en présentant les résultats des prélèvements effectués entre 2002 et 2005, qui décrivent la qualité biologique du réseau de suivi cantonal. Ces résultats récents sont ensuite comparés à des résultats antérieurs afin de mettre en évidence des tendances pour les stations suivies régulièrement. Cette évaluation générale de la qualité biologique des cours d'eau vaudois sur la base des indicateurs biologiques est un outil permettant de vérifier dans quelle mesure les objectifs écologiques légaux (OEaux 1998) sont atteints pour la faune benthique et d'identifier les tronçons de cours d'eau ayant un déficit au niveau de leurs biocénoses aquatiques.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Réseau de surveillance

Le réseau de surveillance de la qualité biologique des cours d'eau vaudois a été mis en place au cours des années 1980 afin de mettre en évidence leur potentiel faunistique. Cet objectif a guidé le choix des sites d'étude et de la période d'échantillonnage. Cette approche a été valorisée au niveau cantonal avec le développement de l'indice RIVAUD (LANG et REYMOND 1995). Le réseau de surveillance régulier comprend aujourd'hui 154 sites sur une cinquantaine de rivières et le territoire a été découpé en 3 régions (Préalpes, Jura, Plateau) qui sont étudiées successivement sur un cycle de 3 ans, sauf exception. Plusieurs cours d'eau (Venoge, Veyron et Boiron de Morges) ont fait l'objet d'études particulières et ont été étudiés plus fréquemment. Durant la période 2002-2005,

12 stations complémentaires aux 154 suivies régulièrement ont été étudiées, soit un total de 166 stations. Ces stations complémentaires concernent des cours d'eau soumis à des perturbations anthropogènes ou l'amont de bassins versants peu documentés.

Les stations étudiées se répartissent sur un large gradient altitudinal (375-1530 m, médiane = 530 m, Q75 = 725 m, Q25 = 450 m). La grande majorité des stations étudiées se situe dans le rhithron, avec quelques grandes rivières dans l'épapotamont (aval de la Venoge et de la Broye).

Prélèvements

Jusqu'en 2001, les prélèvements ont été effectués selon le protocole de LANG et REYMOND (1995). A partir de 2002, l'échantillonnage est effectué selon AFNOR (1992) qui est un standard largement utilisé, notamment dans le bassin du Léman (KNISPEL *et al.* 2005). Un prélèvement est dès lors constitué de 8 échantillons pris dans des habitats différents et représentatifs de la morphologie de la station, sur la base du substrat et de la vitesse du courant. Le filet utilisé est de type «haveneau» avec une ouverture de maille de 0.2 mm et la faune est prélevée en remuant le substrat avec le pied sur une surface d'environ 1/20 m². La plupart des stations étant situées dans le rhithron, les galets y sont toujours bien représentés. Les indices RIVAUD (LANG et REYMOND 1995) et IBGN (AFNOR 1992) peuvent ainsi être calculés. L'indice RIVAUD a l'avantage d'avoir été élaboré sur la base de données régionales. Les données pour toute la période étudiée ici sont considérées comme comparables.

Les stations du Jura et du Plateau ont été visitées à la fin de l'hiver et au début du printemps. Dans les stations des Préalpes, le prélèvement a pu être retardé à la fin de l'été.

Données récentes et «indicateurs» utilisés

Les nouvelles données présentées ici couvrent tout le territoire vaudois, soit le Jura étudié en 2002, le Plateau en 2004 et les Préalpes en 2005. Un total de 166 stations a ainsi été échantillonné sur cette période. Deux campagnes de prélèvement annuelles ont été réalisées.

L'état biologique des stations est documenté à l'aide de 6 indicateurs annuels. Ils se basent donc tous sur une liste faunistique annuelle comprenant tous les taxons présents lors des différents prélèvements annuels. Ces indicateurs sont:

1. l'indice RIVAUD (LANG et REYMOND 1995); cet indice varie de 0 à 20 et peut être attribué à des classes de qualité: très bonne (RIVAUD de 20 à 15), bonne (14-12), moyenne (11-10), mauvaise (9-6), très mauvaise (5-0).

2. le nombre total de taxons (NT) utilisé dans le calcul de l'indice RIVAUD (LANG et REYMOND 1995).

3. le nombre de taxons sensibles (NTS) utilisé dans le calcul de l'indice RIVAUD, soit le nombre de genres d'Ephémères *Heptageniidae*, de genres de Plécoptères et de familles de Trichoptères à fourreau (LANG et REYMOND 1995).

4. la diversité des 3 groupes faunistiques les plus sensibles, soit la somme du nombre de genres d'Ephémères et de Plécoptères et du nombre de familles de Trichoptères (EPT).

5. un indice «IBGN cumulé», calculé comme l'IBGN (AFNOR 1992), mais sur la liste faunistique cumulée des différents prélèvements annuels (LANG 2000a, b).

6. le nombre de familles présentes, soit la diversité de l'IBGN (AFNOR 1992).

Test de la tendance par station

Les stations considérées pour tester l'évolution temporelle comptent parmi les 166 étudiées en 2002-2005. Seules les stations pour lesquelles un total d'au moins 5 années de données est disponible ont été retenues pour cette analyse (soit au moins 4 années de données antérieures à la période 2002-2005) ($n = 153$ stations). Les 13 stations qui n'ont pas fait l'objet d'un test de la tendance figurent en italique dans l'Annexe 1.

Toutes les données du suivi biologique des rivières sont centralisées au Laboratoire du SESA et gérées dans une base de données. Elles ont fait l'objet d'une interprétation dans des publications antérieures (voir synthèse dans LANG 2001). Jusqu'en 2001, les stations de la région des Préalpes étaient échantillonnées 3 fois dans l'année contre 2 pour les autres régions.

L'évolution temporelle des stations est appréciée à l'aide des 6 indicateurs annuels retenus ci-dessus. Le test unilatéral du coefficient de corrélation de Spearman (r_s) entre les variables biologiques et l'année est utilisé pour tester la tendance temporelle pour chaque station. Ce test non-paramétrique permet une analyse temporelle en attribuant un rang à chaque année.

Pour chaque station, le coefficient de corrélation entre chaque indicateur (une valeur par année) et les années est testé au seuil de significativité 0.05.

RÉSULTATS

Qualité biologique des cours d'eau échantillonnés de 2002 à 2005

Sur les 166 stations étudiées de 2002 à 2005, 50% ont une classe de qualité très bonne (RIVAUD > 15), 21% bonne, 8% moyenne, 16% mauvaise, 5% très mauvaise. Les deux premières classes de qualité «très bonne» et «bonne»

regroupent 2/3 des stations suivies qui ont ainsi une qualité biologique satisfaisante. Les 3 classes «moyenne», «mauvaise» et «très mauvaise» regroupent environ un tiers des stations qui ont une qualité biologique insatisfaisante (fig. 1). Alors qu'à basse altitude (jusqu'à 450 m) les classes de qualité «très bonne» et «bonne» ne regroupent que 38% des stations, ce pourcentage augmente avec l'altitude pour atteindre 95% au-dessus de 725 m. La proportion de stations classées comme «très bonne» et «bonne» est de 60% dans la région Plateau, 64% pour le Jura et 95% dans les Préalpes.

Les indicateurs les plus récents pour chaque station sont présentés en Annexe 1.

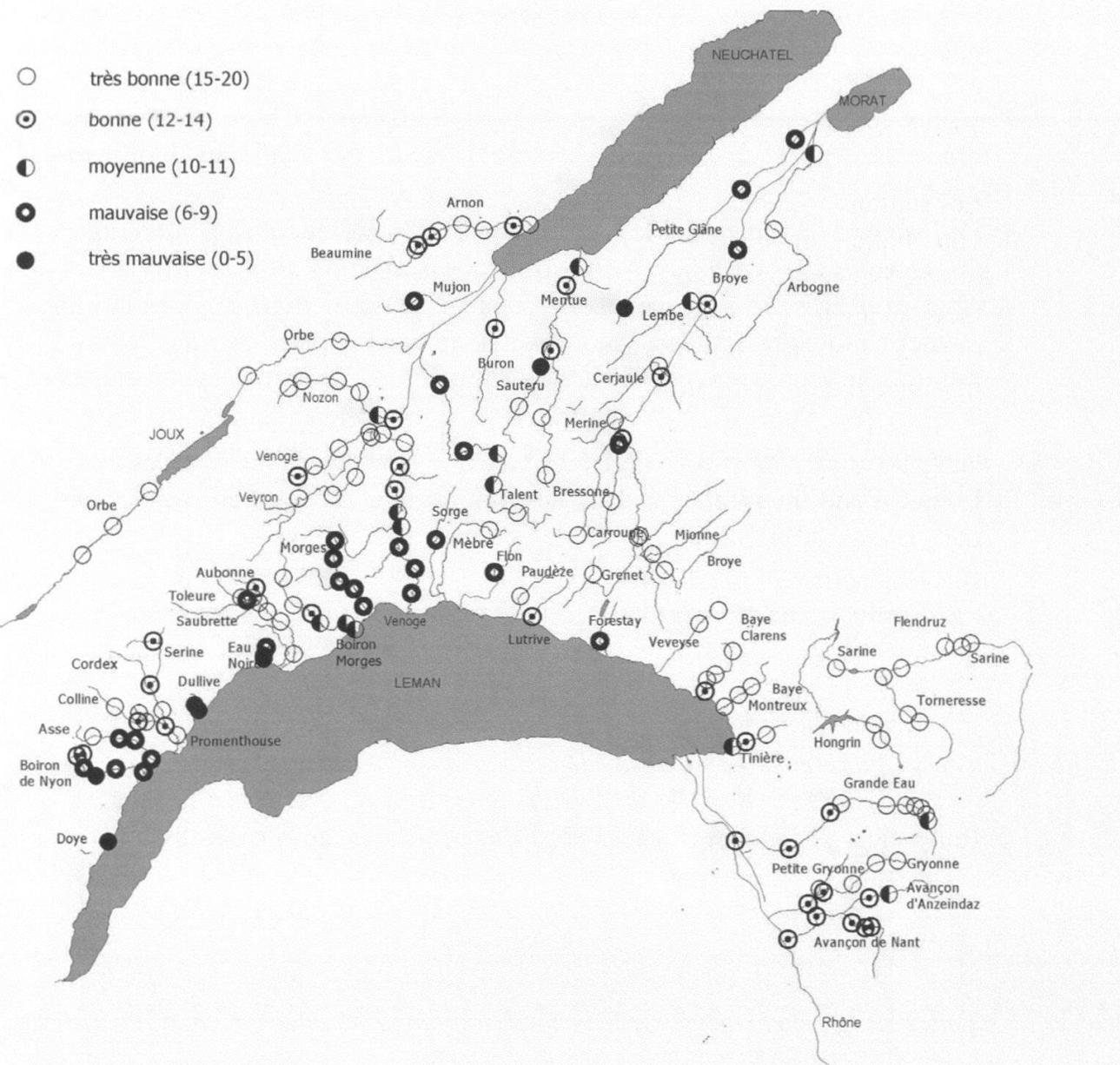


Figure 1.—Carte des stations de suivi de la qualité biologique des rivières vaudoises et leurs classes de qualité basées sur l'indice RIVAUD.
 (données 2002-2005; cf. Annexe 1)

Evolution des indicateurs biologiques depuis 1990 pour les stations étudiées régulièrement

Pour les 153 stations retenues pour l'analyse de l'évolution temporelle (voir méthode de test de la tendance), chacun des indicateurs pris indépendamment met en évidence un changement significatif pour 23 à 37% des stations.

Pour 79 stations, une tendance significative et positive est mise en évidence pour un ou plusieurs indicateurs. Pour 5 stations, une tendance significativement négative est observée sur 1 à 2 indicateurs. Enfin, aucune tendance significative n'est perceptible pour les 69 stations restantes. Dans les différentes régions étudiées, entre 43 et 57% des stations ont une tendance significative et positive, le taux le plus élevé correspondant au Jura. Les résultats sont plus nuancés lorsque 4 catégories altitudinales groupant chacune $\frac{1}{4}$ de l'ensemble des stations sont considérées (< 450 m; 451 – 535 m; 536 – 750 m; > 750 m) avec respectivement 56, 36, 71, 42% des stations ayant une tendance significative et positive.

L'examen des tendances des stations à la lumière de leur qualité biologique la plus récente (période 2002-2005) permet une évaluation différenciée (table 1). Vingt neuf des 153 stations suivies depuis 1990 présentent aujourd'hui une qualité biologique «mauvaise» ou «très mauvaise» (RIVAUD <10). Ces stations sont regroupées dans la table 2 en précisant l'état actuel et la tendance depuis 1990. Pour 15 d'entre elles, aucune évolution n'a pu être mise en évidence à l'aide du test des tendances. Pour 2 stations, une tendance négative

Table 1.–Répartition des stations selon leur classe de qualité actuelle (colonnes) et le nombre d'indicateurs significatifs (lignes).

Nombre d'indicateurs significatifs	Qualité biologique actuelle				
	très bonne	bonne	moyenne	mauvaise	très mauvaise
0	30	18	5	12	4
1	9 ^a	5 ^a	3 ^a	1	1
2	8	0	1	3 ^a	1 ^a
3	5	1	2	2	0
4	9	3	0	1	0
5	7	1	1	2	0
6	12	2	2	2	0

^a : tendance significativement négative pour 1 station

Exemple: Parmi les stations ayant actuellement une bonne qualité biologique, aucune tendance n'a pu être mise en évidence pour 18 d'entre-elles (zéro indicateur significatif). Parmi les stations ayant actuellement une qualité biologique mauvaise, 2 présentent une évolution significative et positive pour 5 indicateurs.

Table 2.–Etat actuel et tendance des stations ou portion de cours d'eau ayant aujourd'hui un important déficit au niveau de leur qualité biologique.

Rivière (stations ou tronçon)	RIVAUD actuel	Nombre de stations considérées	Etat actuel et tendance
Doye	5	1	Très mauvais, aucun signe d'amélioration
Boiron de Nyon (dès Crassier amont)	5 - 6	4	Très mauvais, aucun signe d'amélioration, sauf à «les Vaux»; dégradation en amont de Crassier en 2002
Asse (dès Moulin Veillet)	6 - 8	3	Mauvais, aucun signe d'amélioration
Dullive	3 - 4	2	Très mauvais, aucun signe d'amélioration
Saubrette	8	1	Mauvais malgré une légère amélioration
Morges	7 - 9	5	Mauvais, quasi aucun signe d'amélioration
Aval de la Venoge (dès Moulin du Choc)	7 - 9	3	Mauvais, quelques légers signes d'amélioration
Mujon	6	1	Mauvais, aucun signe d'amélioration
Aval du Talent dès St Barthélémy	6 - 9	2	Mauvais, faible signe d'amélioration
Sauteru à Oppens	5	1	Très mauvais, dégradation récente et forte
Petite Glâne	5 - 9	3	Mauvais à très mauvais, légers signes d'amélioration
Broye aval (amont Payerne)	7	1	Mauvais, aucun signe d'amélioration
Carrouge aval (Bressonnaz)	8	1	Mauvais et stable
Forestay	6	1	Mauvais et stable

apparaît; il s'agit du Boiron de Nyon en amont de Crassier et du Sauteru à Oppens (table 2). Pour 12 autres stations actuellement «mauvaise» ou «très mauvaise», une tendance souvent positive a cependant été mise en évidence, mais la situation actuelle est toujours totalement insatisfaisante (RIVAUD < 10). Parmi les stations qui n'ont pas été suivies régulièrement, l'Eau Noire et le Flon avec des RIVAUD de 5 à 6 sont dans un état préoccupant. L'état de la Sorge en amont de Villars-Ste Croix est de même insatisfaisant.

Parmi les 110 stations ayant aujourd’hui une qualité biologique satisfaisante, une tendance significativement positive a été mise en évidence pour 60 d’entre elles, mais pour 48 stations aucune tendance n'est perceptible à l'aide du test des tendances et 2 stations évoluent à la baisse.

DISCUSSION

Tendances

Le test des tendances permet d'établir un constat globalement positif dans la mesure où il signifie que la qualité biologique de 52% des stations suivies depuis une quinzaine d'années a une tendance à s'améliorer. Cette tendance positive est plus perceptible dans la région du Jura et à des altitudes intermédiaires (536 – 750 m).

La tendance négative mise en évidence pour quelques stations dénote une baisse progressive ou brutale d'un ou deux indicateurs qui peut être due à des conditions abiotiques naturelles rudes (ex. instabilité du substrat) ou à une perturbation d'origine anthropogène (ex. pollution). Elle est préoccupante dans le cas du Sauteru à Oppens pour lequel la qualité biologique chute fortement en 2004 et du Boiron de Nyon en amont de Crassier où la qualité, mauvaise depuis longtemps, continue à se dégrader.

L'absence de tendance peut être due à une situation où les indicateurs sont stables ou alors à la faible «sensibilité» du test statistique utilisé. Le test du coefficient de corrélation de Spearman est en effet un test «robuste» mais peu sensible.

Les indices biotiques issus de suivis à long terme sont rarement exploités statistiquement en raison de leur nature unique avec une seule valeur par date (dans le sens de NORRIS et GEORGES (1993): «single, summary measure»). LANG (1997, 2000a, b) a testé l'évolution de la diversité du zoobenthos sur des données moyennes par rivières ou par régions. L'analyse par stations à l'aide d'une analyse de variance (LANG 2000c) ne permet pas de connaître l'évolution individuelle des stations. La méthode retenue ici permet de tester l'évolution des stations, mais notre objectif est surtout d'examiner l'état actuel des stations au vu de leur évolution depuis le début des années 1990.

Stations avec fort déficit

Il apparaît clairement que l'état biologique de certains cours d'eau vaudois ou tronçons de cours d'eau est totalement insatisfaisant et ce depuis plus de 15 ans. L'annexe 1 de l'ordonnance fédérale sur la protection des eaux (OEaux 1998) pose des objectifs écologiques pour les eaux superficielles et notamment des objectifs pour l'aspect, la composition, la diversité des communautés qui y vivent. Ces objectifs ne sont de loin pas atteints dans les cours d'eau ou tronçons de cours d'eau incriminés, mettant en évidence un déficit biologique parfois important. Les communautés d'insectes et autres macroinvertébrés vivants sur le fond de ces cours d'eau sont constituées d'organismes résistants aux pollutions, très peu diversifiés et donc typiques des eaux polluées ou fortement polluées, avec par exemple de fortes abondances de Gammarides, de Chironomes et de vers Oligochètes. Dans ces stations, aucun organisme sensible n'est présent. Les causes possibles de ces déficits peuvent être multiples et sont liées à la forte pression anthropogène exercée sur certains cours d'eau en raison de l'urbanisation et de l'agriculture (ex. apports diffus ou ponctuels de polluants organiques ou de micropolluants, modification de la morphologie de la rivière et du régime hydrologique, manque d'espace et de végétation riveraine).

Stations de références

Globalement, les stations dès 530 m regroupent une plus forte proportion de stations de très bonne qualité biologique ($> 65\%$) et subissent également une pression humaine moindre. La région des Préalpes pour laquelle la moitié des stations étudiées est située au-dessus de 890 m est également typique de cette situation positive.

Les stations avec un indice RIVAUD supérieur ou égal à 15 abritent une faune sensible et diversifiée. Elles doivent être considérées comme des stations pouvant servir de référence. Dans ce sens, elles devraient faire l'objet d'une attention particulière et n'être en aucun cas soumises à de nouveaux impacts anthropiques leur portant atteinte. Dans le canton de Vaud, 34 stations suivies présentent une qualité biologique très bonne et ceci lors des 4 derniers contrôles effectués, soit depuis 10 ans (voir Annexe 2). Plusieurs stations du Veyron et une de la Venoge remplissent cette condition lors des 5 à 10 derniers contrôles annuels dont ces cours d'eau ont fait l'objet entre 1990 et 2002.

Réseau de suivi

Le réseau de suivi de la qualité biologique vise à être représentatif des cours d'eau du canton, mais ne peut être exhaustif. Parmi les cours d'eau ou portion de cours d'eau qui ne sont pas suivis au niveau cantonal se trouvent notamment

les tronçons des grands cours d'eau canalisés (ex. basse Broye, plaine de l'Orbe) qui ne se prêtent pas à la méthode de prélèvement utilisée ici, ainsi que les tronçons des cours d'eau fortement corrigés (modification des berges et du lit) qui sont très défavorables à la vie aquatique. Ces zones nécessiteraient la mise en place d'un suivi avec des méthodes biologiques complémentaires (ex. substrats artificiels (Agence de l'eau 1990), méthode des diatomées (HÜRLIMANN et NIEDERHAUSER 2006)).

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Le suivi de la qualité biologique des cours d'eau vaudois, opérationnel depuis 1990, est un outil précieux permettant d'apprécier l'évolution de l'état des milieux lotiques. Cet outil permet, sur la base de relevés faunistiques détaillés, de calculer des indices et de déterminer des classes de qualité qui synthétisent une information complexe en une note facile à communiquer. Ces indices constituent un résumé d'une information beaucoup plus riche comprenant plus de 150 stations suivies régulièrement depuis plus de 15 ans, à 2 voire 3 dates de prélèvement, regroupant 6 ou 8 échantillons et complétés par une liste semi-quantitative d'organismes. Ces données détaillées vont permettre une analyse plus approfondie de l'état des communautés benthiques, par exemple à l'échelle du cours d'eau ou du bassin versant. Cette approche plus pointue nécessite d'analyser plus finement les résultats au niveau taxonomique, de caractériser la faune de chaque bassin versant et de documenter chaque type de cours d'eau.

REMERCIEMENTS

Nous remercions Brigitte Lods-Crozet, Najla Naceur, Michel Sartori et Philippe Vioget pour leurs commentaires constructifs qui ont permis d'améliorer ce manuscrit.

BIBLIOGRAPHIE

- AFNOR, 1992. Détermination de l'indice biologique global normalisé (IBGN). Norme Française: 1-9.
- Agence de l'Eau, 1990. Indice biologique global adapté aux grands cours d'eau et aux rivières profondes (I.B.G.A.). Protocole expérimental. Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse, 44 p + annexes.
- FRUTIGER A. et SIEBER U., 2005. Macrozoobenthos - Niveau R, Version provisoire, mars 2005. OFEFP, Berne. 50 p.
- HÜRLIMANN J. und NIEDERHAUSER P., 2006. Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer in der Schweiz (Modul-Stufen-Konzept): Kieselalgen Stufe F (flächendeckend). Umwelt Vollzug, Gewässerschutz, OFEV, 121 p.
- KNISPEL S., KLEIN A., BERNARD M., BORNARD C., GIFFARD F., PERFETTA J. et RATOUIS C., 2005. Qualité biologique des cours d'eau du bassin versant lémanique. Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut., Campagne 2004: 117-129.

- LANG C., L'EPLATTENIER G. and 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. and REYMOND O., 1995. An improved index of environmental quality for Swiss rivers based on benthic invertebrates. *Aquatic Sciences* 57: 172-180.
- LANG C., 1997. Qualité biologique de 37 rivières vaudoises en 1996 indiquée par la diversité du zoobenthos. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.* 84: 323-332.
- 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 1990-2000. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.* 87.1:1-14.
- LANG C., 2000c. Diversité du zoobenthos dans douze rivières de montagne du canton de Vaud: tendance 1985-1998. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.* 87.1: 15-27.
- LANG C., 2001. Surveillance biologique des lacs et des rivières du canton de Vaud. Evolution 1980-2000. Rapport du SESA, DES, Etat de Vaud, 18 p.
- NORRIS R.H. and GEORGES A., 1993. Analysis and interpretation of benthic macroinvertebrate surveys, 234-286, in RESH V.H. and ROSENBERG D.M. (Eds), 1993. Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. Chapman & Hall. 488 p.
- PERRET P., 1977. Zustand der Schweizerischen Fliessgewässer in der Jahren 1974/1975 (Projekt MAPOS). 276 p.
- VERNEAUX J., 1982. Réflexions sur l'application de la qualité des eaux courantes à l'aide de méthodes biologiques. *Ann. Sci. Univ. Besançon, Biol. Anim.*, 3: 3-9.
- VERNEAUX J., GALMICHE P., JANIER F. et MONNOT A., 1982. Une nouvelle méthode pratique d'évaluation de la qualité des eaux courantes. *Ann. Sci. Univ. Besançon, Biol. Anim.*, 3: 11-21.
- VERNEAUX J. et TUFFERY G., 1967. Une méthode zoologique pratique de détermination de la qualité biologique des eaux courantes. *Ann. Sci. Univ. Besançon.* 3: 79-90.

Manuscrit reçu le 31 octobre 2006

ANNEXES

Annexe 1.—Résultats les plus récents pour les 166 stations étudiées entre 2002 et 2005. Les 13 stations qui n'ont pas été prises en compte pour l'analyse des tendances apparaissent en italique. La colonne «Année» indique l'année d'étude la plus récente.

Région	Rivière	Station	Altitude (m)	Coord. X	Coord. Y	Année	RIVAUD	NT	NTS	EPT	“IBGN cumulé”	NF
Jura	ARNON (L')	amont Vuiteboeuf	600	531859	184520	2002	13	26	7	9	13	23
Jura	ARNON (L')	amont La Mothe	545	533100	185295	2002	14	27	9	12	13	24
Jura	ARNON (L')	Aval La Mothe	520	533720	185840	2002	16	32	10	13	15	27
Jura	ARNON (L')	Le Moulin	490	535900	186415	2002	15	30	9	12	14	25
Jura	ARNON (L')	Pérosset	470	537860	185910	2002	15	30	9	13	15	25
Jura	ARNON (L')	Champagne	440	540600	186305	2002	14	32	7	11	14	27
Jura	ARNON (L')	amont Lac	430	542085	186400	2002	15	31	8	12	15	26
Jura	ASSE (L')	Chéserex	535	502500	139961	2002	15	31	9	13	16	26
Jura	ASSE (L')	Moulin Velliet	470	504942	139763	2002	8	21	2	4	9	19
Jura	ASSE (L')	Calèves	440	506366	139606	2002	6	18	1	4	9	17
Jura	ASSE (L')	Nyon	380	507836	137925	2002	6	18	1	4	9	18
Jura	AUBONNE (L')	Le Roselet	630	517270	153420	2002	14	25	9	10	15	22
Jura	AUBONNE (L')	aval barrage	540	517525	152060	2002	18	38	10	16	17	31
Jura	AUBONNE (L')	Volaille	500	518330	151245	2002	17	36	11	16	17	31
Jura	AUBONNE (L')	Aubonne amont pont	460	519505	150340	2002	17	33	11	15	17	29
Jura	AUBONNE (L')	Le Coulet	390	520715	147440	2002	16	32	11	13	14	27
Jura	BAUMINE (La)	amont Vuiteboeuf	590	531675	184140	2002	15	30	9	13	15	26
Jura	BOIRON (Le)	Fontaine-aux-Chasseurs	660	519760	154320	2005	16	34	9	14	14	28
Jura	BOIRON (Le)	Moulin Martinet	530	520645	151860	2005	15	29	9	13	16	26
Jura	BOIRON (Le)	Moulin de Villars	460	522265	151085	2005	12	25	5	8	11	23

Région	Rivière	Station	Altitude (m)	Coord. X	Coord. Y	Année	RIVAUD	NT	NTS	EPT	“IBGN cumulé”	NF
Jura	BOIRON (Le)	Bois Billens	440	523060	150240	2005	11	29	3	8	14	26
Jura	BOIRON (Le)	amont STEP Lully-Lussy	380	525415	150185	2005	10	26	3	7	13	23
Jura	BOIRON (Le)	Lac	375	526245	149625	2005	10	25	3	7	13	22
Jura	BOIRON DE NYON (Le)	<i>Tranche pied</i>	515	501595	138363	2002	14	26	8	13	14	23
Jura	BOIRON DE NYON (Le)	Crassier amont	480	501658	137114	2002	6	19	1	5	12	19
Jura	BOIRON DE NYON (Le)	Crassier aval	450	502800	136400	2002	5	15	1	4	8	15
Jura	BOIRON DE NYON (Le)	Les Vaux	420	504620	137018	2002	6	20	1	5	12	20
Jura	BOIRON DE NYON (Le)	Nyon	375	507146	136737	2002	6	19	1	5	12	19
Jura	BOIRONNET (Le)	<i>La Rippé</i>	525	501048	138177	2002	12	24	6	10	13	22
Jura	COLLINE (La)	Givrins	540	504505	142650	2002	19	36	14	19	17	31
Jura	COLLINE (La)	Les Sauges	450	506623	141277	2002	13	28	7	11	14	26
Jura	CORDEX (Le)	Grand-Cordex	460	506705	142070	2002	16	33	9	13	17	30
Jura	DOYE (La)	Coppet	375	503932	130413	2002	5	16	1	3	9	16
Jura	DULLIVE (La)	La Filature	380	511795	142850	2002	4	13	0	1	7	13
Jura	DULLIVE (La)	amont STEP	375	512140	142320	2002	3	11	0	2	7	11
Jura	EAU NOIRE (L')	<i>le Saugey</i>	435	518240	148030	2003	6	16	2	3	6	16

Région	Rivière	Station	Altitude (m)	Coord. X	Coord. Y	Année	RIVAUD	NT	NTS	EPT	“IBGN cumulé”	NF
Jura	EAU NOIRE (L')	aval autoroute	405	518010	147285	2003	5	15	1	3	7	15
Jura	EAU NOIRE (L')	amont STEP Perroy	395	518010	146995	2003	5	16	1	4	8	16
Jura	MORGES (La)	Moulin Cottens aval	555	524383	157720	2002	7	17	2	5	13	17
Jura	MORGES (La)	Clarmont amont	510	524250	156090	2002	8	19	3	6	12	19
Jura	MORGES (La)	Vaux amont	470	524800	153990	2002	9	24	3	6	14	22
Jura	MORGES (La)	Vufflens-le-Château	430	526150	153330	2002	9	21	3	6	12	20
Jura	MORGES (La)	Morges	390	527015	151740	2002	8	18	3	6	12	18
Jura	MUJON (Le)	Pra Riond	460	531545	179445	2002	6	16	2	4	7	16
Jura	NOZON (Le)	Vaulion	920	520190	171535	2002	19	39	13	19	17	31
Jura	NOZON (Le)	Amont La Scie	900	521375	172182	2002	19	38	12	17	17	30
Jura	NOZON (Le)	amont source Dia	670	524600	172165	2002	20	38	14	20	17	30
Jura	NOZON (Le)	amont STEP Croy	600	526620	171185	2002	16	32	10	14	16	27
Jura	NOZON (Le)	amont Hôpital St Loup	500	528330	169050	2002	10	24	4	7	12	20
Jura	NOZON (Le)	amont Orny	470	529735	168670	2002	13	27	6	10	13	23
Jura	ORBE (L')	Bois du Carre	1040	501485	156400	2002	15	34	7	12	16	30
Jura	ORBE (L')	Vers les Scies	1020	504300	159000	2002	18	40	11	19	17	34
Jura	ORBE (L')	Le Sentier	1000	507600	162150	2002	18	40	10	15	18	33
Jura	ORBE (L')	sources Vallorbe	750	516445	172700	2002	20	37	14	19	17	32

Région	Rivière	Station	Altitude (m)	Coord. X	Coord. Y	Année	RIVAUD	NT	NTS	EPT	“IBGN cumulé”	NF
Jura	ORBE (L')	Les Clées	570	524850	175840	2002	17	36	11	16	17	30
Jura	PROMENTHOUSE (La)	Le Moulin	440	507348	141277	2002	15	29	9	11	16	26
Jura	PROMENTHOUSE (La)	Pont Farbel	400	509120	140885	2002	14	28	8	11	14	25
Jura	PROMENTHOUSE (La)	le Rancho	390	510180	140075	2002	15	30	8	12	16	29
Jura	SAUBRETTE (La)	amont Toleure	590	516475	152300	2002	8	20	3	7	12	20
Jura	SERINE (La)	<i>Comba Gilain</i>	785	508005	148585	2002	12	23	6	12	15	21
Jura	SERINE (La)	Pierre à Granfer	530	507700	144650	2002	12	24	7	13	15	23
Jura	SERINE (La)	Scierie de Vich	440	508835	142325	2002	16	30	10	15	16	27
Jura	TOLEURE (Le)	Marais Girard	620	515970	152545	2002	18	34	12	17	16	28
Jura	TOLEURE (Le)	Bois Guyot	570	517015	152520	2002	19	39	12	19	17	31
Jura	VENOGE (La)	L'Isle	660	521000	163530	2002	14	27	8	10	15	24
Jura	VENOGE (La)	Cuarnens	640	522480	164470	2002	19	39	12	18	17	32
Jura	VENOGE (La)	Moiry	580	524700	166045	2002	16	32	11	16	15	24
Jura	VENOGE (La)	Ferreyres	510	527510	167560	2002	15	29	8	12	14	25
Jura	VENOGE (La)	La Sarraz	460	528730	167350	2002	16	35	9	15	17	30
Jura	VENOGE (La)	Ecclépens aval	450	530750	166600	2002	17	33	10	14	15	27
Jura	VENOGE (La)	Lussery	430	530300	164410	2002	14	31	7	12	15	26
Jura	VENOGE (La)	Penthalaz	430	529830	162315	2002	14	32	7	10	14	27
Jura	VENOGE (La)	Le Moulinet	410	530100	160250	2002	10	27	3	6	11	24
Jura	VENOGE (La)	Vufflens-la-Ville	405	530415	158980	2002	10	28	3	8	12	25

Région	Rivière	Station	Altitude (m)	Coord. X	Coord. Y	Année	RIVAUD	NT	NTS	EPT	“IBGN cumulé”	NF
Jura	VENOGE (La)	Moulin du Choc	390	530240	157130	2002	9	28	2	5	12	25
Jura	VENOGE (La)	Bussigny amont STEP	385	531710	155175	2002	8	24	2	5	11	21
Jura	VENOGE (La)	Denges	380	531505	152915	2002	7	18	2	3	7	16
Jura	VEYRON (Le)	Villars-Bozon	650	521100	161535	2002	19	40	12	17	17	32
Jura	VEYRON (Le)	Chavannes-le-Veyron	580	524180	161870	2002	19	39	13	19	17	31
Jura	VEYRON (Le)	La Chaux	540	526260	163485	2002	19	41	13	18	18	33
Jura	VEYRON (Le)	amont Tine de Conflens	500	527670	167100	2002	19	41	13	20	16	32
Plateau	ARBOGNE (L')	amont Corcelles	460	564420	186000	2004	16	34	8	12	17	29
Plateau	ARBOGNE (L')	Haras Fédéral	430	568040	192890	2004	11	27	4	7	12	25
Plateau	BRESSONNE (La)	Cullayes	775	546530	158215	2004	20	42	14	22	18	34
Plateau	BRESSONNE (La)	Bressonnaz	530	550225	166700	2004	17	34	10	16	17	30
Plateau	BROYE (La)	Palézieux-Gare	650	554520	155030	2004	16	34	8	14	16	28
Plateau	BROYE (La)	Oron-la-Ville	590	552200	158145	2004	18	38	10	17	17	31
Plateau	BROYE (La)	Bressonnaz	520	550600	166935	2004	14	30	6	12	16	28
Plateau	BROYE (La)	amont Lucens	480	554135	172600	2004	13	27	6	11	16	25
Plateau	BROYE (La)	Granges-Marnand	460	558345	179165	2004	14	30	6	11	14	28
Plateau	BROYE (La)	amont Payenne	450	561110	184110	2004	7	19	2	7	10	18
Plateau	BURON (Le)	Epaudreyres	460	538930	176970	2004	13	28	7	13	16	25

Région	Rivière	Station	Altitude (m)	Coord. X	Coord. Y	Année	RIVAUD	NT	NTS	EPT	“IBGN cumulé”	NF
Plateau	CARROUGE (Le)	Le Borgeau	680	549565	161285	2004	17	37	9	15	17	32
Plateau	CARROUGE (Le)	Bressonnaz	530	550278	166400	2004	8	22	2	5	12	20
Plateau	CERIAULE (La)	amont Lucens	520	553905	173600	2004	18	37	10	15	18	33
Plateau	FLON (Le)	<i>Vivarium</i>	625	538920	154800	2004	6	18	1	4	8	16
Plateau	FORESTAY (Le)	Chexbres	590	548560	148600	2004	6	21	0	4	9	19
Plateau	GRENET (Le)	Forel	710	547925	154690	2004	16	35	9	16	17	30
Plateau	GRENET (Le)	Châtillens	600	552010	158000	2004	16	38	7	15	17	32
Plateau	LEMBE (La)	amont Granges-près-Marnand	500	556810	179425	2004	11	21	5	8	11	18
Plateau	LUTRIVE (La)	<i>Lutry</i>	390	542370	150800	2004	13	29	5	10	16	27
Plateau	MEBRE (La)	<i>route Cugy-Le Mont</i>	690	538440	158635	2004	17	34	10	13	17	29
Plateau	MENTUE (La)	Villars-Tiercelin	770	543580	163665	2004	20	41	14	21	18	34
Plateau	MENTUE (La)	La Tuilerie	620	543200	168900	2004	17	36	10	16	17	29
Plateau	MENTUE (La)	Bioley-Magnoux	500	543990	175000	2004	12	28	5	10	13	24
Plateau	MENTUE (La)	La Mauguettaz	440	545390	180900	2004	13	29	5	10	14	27
Plateau	MENTUE (La)	amont Yvonand	430	546515	182600	2004	11	27	4	9	13	24
Plateau	MERINE (La)	amont Moudon	540	549890	168610	2004	17	36	11	16	17	32
Plateau	MIONNE (La)	Palézieux village	630	553400	156495	2004	17	36	10	17	17	29
Plateau	PAUDEZE (La)	<i>stand de Volson</i>	515	541290	152670	2004	15	32	9	14	16	27

Région	Rivière	Station	Altitude (m)	Coord. X	Coord. Y	Année	RIVAUD	NT	NTS	EPT	"IBGN cumulé"	NF
Plateau	PETITE GLANE (La)	Champtauroz	640	550760	178800	2004	5	17	0	2	12	17
Plateau	PETITE GLANE (La)	Grandcour Payerne	440	561385	189630	2004	9	24	3	4	11	24
Plateau	PETITE GLANE (La)	Villars-le-Grand	430	566320	194200	2004	6	19	1	3	10	19
Plateau	SAUTERU (Le)	Fey La Reda	585	541135	169900	2004	15	33	7	11	17	31
Plateau	SAUTERU (Le)	Oppens	525	543125	173500	2004	5	18	0	2	11	16
Plateau	SORGE (La)	Villars-Sainte-Croix	480	533600	157790	2004	9	20	4	6	10	17
Plateau	TALENT (Le)	Amont Montheron	730	541000	160235	2004	19	38	13	19	17	32
Plateau	TALENT (Le)	Moulin Assens	650	538805	162740	2004	10	26	3	5	15	22
Plateau	TALENT (Le)	Echallens amont	620	539200	165590	2004	11	27	4	6	15	24
Plateau	TALENT (Le)	Amont St-Barthélémy	580	536100	165820	2004	6	20	1	3	8	18
Plateau	TALENT (Le)	amont Chavornay	440	533900	171870	2004	9	27	2	6	11	24

Région	Rivière	Station	Altitude (m)	Coord. X	Coord. Y	Année	RIVAUD	NT	NTS	EPT	“IBGN cumulé”	NF
Préalpes	AVANÇON (L')	amont Le Bévieux	490	568500	123675	2005	14	22	10	12	14	19
Préalpes	AVANÇON (L')	amont STEP Bex	400	565900	121600	2005	14	22	11	12	14	18
Préalpes	AVANÇON D'ANZEINDE (L')	Cergnement aval Solalex	1290	575090	125700	2005	11	17	7	8	13	15
Préalpes	AVANÇON D'ANZEINDE (L')	Les Pars	1130	573300	125332	2005	14	21	10	12	14	19
Préalpes	AVANÇON DE NANT (L')	amont Les Plans	1090	573500	122730	2005	12	20	9	11	14	17
Préalpes	AVANÇON DE NANT (L')	aval Les Plans	1060	572950	122638	2005	12	19	9	10	14	18
Préalpes	AVANÇON DE NANT (L')	amont pont Frenières	870	571733	123100	2005	14	23	10	11	14	20
Préalpes	CLARENS (Baye de)	L'Alliaz aval	1020	560660	147720	2005	20	43	16	22	18	36
Préalpes	CLARENS (Baye de)	Molleyres	820	559200	145600	2005	15	28	11	14	15	24
Préalpes	CLARENS (Baye de)	aval Brent	510	558440	145100	2005	17	29	12	15	16	25
Préalpes	CLARENS (Baye de)	Baugy Tavel	420	558270	144040	2005	14	28	9	12	15	24
Préalpes	FLENDRUZ (R.de)	amont Flendruz	950	580200	148100	2005	18	31	14	18	16	26
Préalpes	GRANDE EAU (La)	Aigue-Noire	1190	578723	132300	2005	11	19	7	8	14	18
Préalpes	GRANDE EAU (La)	Amont Diablerets	1170	578485	132900	2005	16	28	13	15	15	24
Préalpes	GRANDE EAU (La)	amont gare Diablerets	1150	578100	133455	2005	15	24	13	14	14	20
Préalpes	GRANDE EAU (La)	amont STEP Diablerets	1140	577500	133625	2005	18	30	15	16	15	24

Région	Rivière	Station	Altitude (m)	Coord. X	Coord. Y	Année	RIVAUD	NT	NTS	EPT	“IBGN cumulé”	NF
Préalpes	GRANDE EAU (La)	Vers-l'Eglise	1130	576630	133720	2005	18	29	14	15	15	24
Préalpes	GRANDE EAU (La)	Les Aviolats	1070	574820	133700	2005	15	25	11	12	15	22
Préalpes	GRANDE EAU (La)	amont Le Sepey	870	570700	133920	2005	18	32	15	17	16	25
Préalpes	GRANDE EAU (La)	amont UE Le Pont	810	569695	133100	2005	14	24	11	13	15	22
Préalpes	GRANDE EAU (La)	amont Aigle	470	566000	129800	2005	13	22	8	10	12	18
Préalpes	GRANDE EAU (La)	amont Rhône	380	561110	130515	2005	12	21	7	9	12	20
Préalpes	GRYONNE (La)	Coufin	1530	575900	128718	2005	18	31	14	16	16	26
Préalpes	GRYONNE (La)	Le Meutonnet	1410	573900	128500	2005	19	34	14	18	17	29
Préalpes	GRYONNE (La)	Arveyes	1200	571790	126600	2005	18	32	14	18	16	28
Préalpes	GRYONNE (La)	Le Coula	700	569100	125875	2005	14	24	10	12	15	22
Préalpes	GRYONNE (La)	amont Les Dévens	530	567700	124770	2005	14	23	10	12	15	22
Préalpes	HONGRIN (L')	Communs des Mosses	1400	574330	139715	2005	19	34	15	18	16	28
Préalpes	HONGRIN (L')	aval STEP Anteinlettes	1350	573700	141050	2005	19	34	14	17	16	28
Préalpes	MONTREUX (Baye de)	aval Pont Bridel	890	562565	144540	2005	19	36	16	21	17	30

Région	Rivière	Station	Altitude (m)	Coord. X	Coord. Y	Année	RIVAUD	NT	NTS	EPT	“IBGN cumulé”	NF
Préalpes	MONTREUX (Baye de)	amont Pont de Pierre	670	561300	143725	2005	19	35	14	18	17	31
Préalpes	MONTREUX (Baye de)	amont les Planches	450	560065	142665	2005	18	32	14	18	16	27
Préalpes	PETITE GRYONNE (La)	Les Paluaires	760	568740	126160	2005	15	26	10	12	15	23
Préalpes	SARINE (La)	amont Rougemont	970	582500	148400	2005	16	25	12	14	14	19
Préalpes	SARINE (La)	aval STEP Rougemont	960	581700	148100	2005	18	32	16	19	15	23
Préalpes	SARINE (La)	amont STEP Château-d'Oex	900	576200	146160	2005	19	33	17	20	16	25
Préalpes	SARINE (La)	amont La Tine	830	570200	146145	2005	16	32	11	15	16	26
Préalpes	TINIERE (La)	La Chevaleyre	840	563885	140115	2005	15	25	11	14	15	21
Préalpes	TINIERE (La)	Champlotget	530	562000	139470	2005	13	22	9	12	15	21
Préalpes	TINIERE (La)	Villeneuve	390	560788	139037	2005	10	15	6	7	12	14
Préalpes	TORNERESSE (La)	amont l'Etivaz	1150	577900	141310	2005	18	31	15	18	16	26
Préalpes	TORNERESSE (La)	Vieux Bains	1110	576830	141960	2005	15	27	11	12	15	22
Préalpes	TORNERESSE (La)	amont Les Moulins	890	574525	145400	2005	17	31	13	16	16	26
Préalpes	VEVEYSE (La)	aval Pont de Fégire	740	559475	151400	2005	17	29	12	15	16	25
Préalpes	VEVEYSE (La)	Moille Saulaz	580	557730	150165	2005	15	27	11	14	15	24

Annexe 2.–Liste des stations de référence.

(RIVAUD ≥ 15 sur les 4 dernières campagnes, soit depuis 10 ans ; pour Veyron et Venoge, étudiés chaque année, les années 1993, 1996, 2000 et 2002 sont prises en compte)

Aubonne, aval barrage
Aubonne, Volaille
Aubonne, Aubonne amont pont
Bressonne, Cullayes
Broye, Oron-la-Ville
Baye de Clarens, aval L'Alliaz
Baye de Clarens, Molleyres
Colline, Givrins
Flendruz, amont Flendruz
Grande Eau, amont Diablerets
Grande Eau, amont gare Diablerets
Grande Eau, amont STEP Diablerets
Grande Eau, amont le Sépey
Gryonne, Arveyes
Hongrin, Commun des Mosses
Hongrin, aval STEP Anteinettes
Mentue, Villars-Tiercelin
Baye de Montreux, aval Pont Bridel
Baye de Montreux, amont les Planches
Nozon, amont la Scie
Nozon, amont source Dia
Nozon, amont STEP Croy
Orbe, sources Vallorbe
Sarine, amont la Tine
Talent, amont Montheron
Toleure, Marais Girard
Torneresse, amont l'Etivaz
Torneresse, Vieux Bains
Torneresse, amont les Moulins
Venoge, Cuarnens
Veyron, La Chaux
Veyron, Villars-Bozon
Veyron,, Chavanne-le-Veyron
Veyron, amont Tine de Conflets

