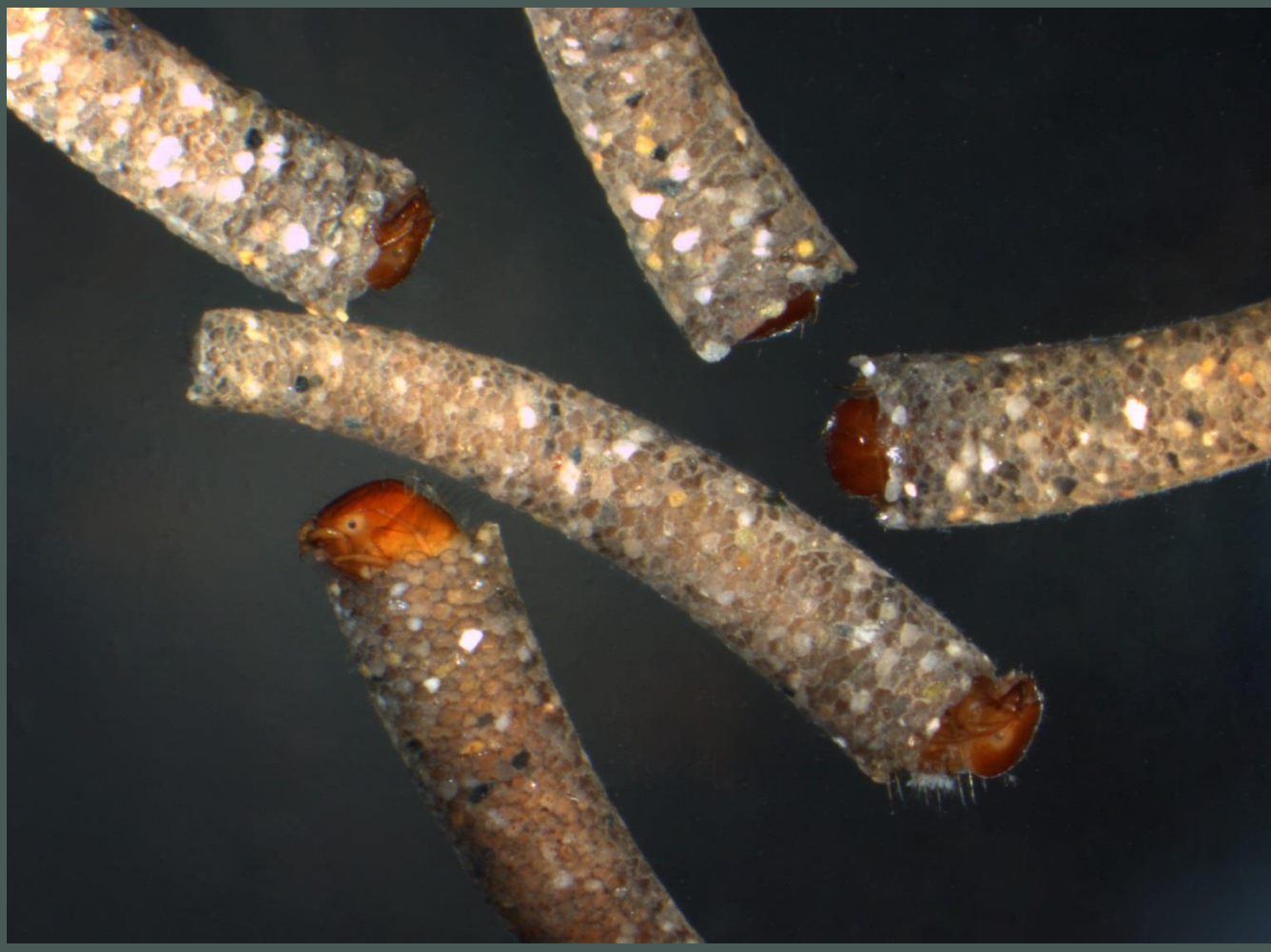
Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau

Macrozoobenthos – niveau R (région). État 2019



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Office fédéral de l'environnement OFEV

Méthodes d’analyse et d’appréciation des cours d’eau

Macrozoobenthos – niveau R (région). État 2019.

Publié par l’Office fédéral de l’environnement OFEV
Berne, 2020

Impressum

Valeur juridique
La présente publication est une aide à l'exécution élaborée par l'OFEV en tant qu'autorité de surveillance. Destinée en premier lieu aux autorités d'exécution, elle concrétise les exigences du droit fédéral de l'environnement (notions juridiques indéterminées, portée et exercice du pouvoir d'appréciation) et favorise ainsi une application uniforme de la législation. Si les autorités d'exécution en tiennent compte, elles peuvent partir du principe que leurs décisions seront conformes au droit fédéral. D'autres solutions sont aussi licites dans la mesure où elles sont conformes au droit en vigueur.

Editeur
Office fédéral de l'environnement (OFEV)
L'OFEV est un office du Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication (DETEC)

Auteurs
Pascal Stucki, Nicolas Martinez, Tobias Roth, Daniel Küry

Accompagnement
Simone Baumgartner, Régine Bernard, Maxime Chèvre, Christiane Ilg, Sandra Knispel, Vera Leib, Brigitte Lods-Crozet, Vinzenz Maurer, Nathalie Menétrey, Christian Michel, Nadine Remund, Peter Rey, Nele Schuwirth, Patrick Steinmann, Yael Schindler Wildhaber, Lukas Taxböck

Référence bibliographique
OFEV (éd.) 2019 : Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau (IBCH_2019). Macrozoobenthos – niveau R. 1ère édition actualisée 2019 ; 1re édition 2010. Office fédéral de l'environnement, Berne. L'environnement pratique no 1026 : 58 p.

Mise en page
Cavelti AG, Marken. Digital und gedruckt, Gossau

Photo de couverture
Notidobia ciliaris (Linnaeus, 1760)
© Pascal Stucki

Téléchargement au format PDF
www.bafu.admin.ch/uv-1026-f
Il n'est pas possible de commander une version imprimée.

Cette publication est également disponible en allemand.
La langue originale est le français.

Edition actualisée de novembre 2019.
© OFEV 2019

Table des matières

Abstracts 5

Avant-propos 6

1 Introduction 7
1.1 Le système modulaire gradué suisse 7
1.2 Les bases légales 7
1.3 Appréciation des cours d'eau à l'aide du macrozoobenthos 8

2 Objectifs, applications et limites de la méthode IBCH_2019 10
2.1 Objectifs généraux 10
2.2 Objectifs de la méthode au niveau R (IBCH_2019) 10
2.3 Champ d'application et limites de la méthode 10
2.4 Autres méthodes indicatives d'évaluation de l'état des cours d'eau 12

3 Descriptif de la méthode IBCH 13
3.1 Principe 13
3.2 Planification de l'échantillonnage 15
3.3 Travaux de terrain 17
3.4 Travaux de laboratoire 20
3.5 Exploitation des résultats 23
3.6 Volume de travail et vacation 26

4 Interprétation des résultats 27
4.1 Informations de base : liste faunistique, variété taxonomique, groupe indicateur 27
4.2 Évaluation et robustesse des résultats 27
4.3 Facteurs naturels influençant les résultats 28
4.4 Facteurs anthropogènes influençant les résultats 29

5 Développements futurs et perspectives 33

Annexes 34
A1 Protocoles de terrain 34
A2 Exemples 37
A3 Classification des substrats 44
A4 Protocole de laboratoire 48
A5 Équipement et matériel utile 49
A6 Mesures de sécurité 50
A7 Calcul de l'indice IBCH_2019 51
A8 Types de cours d'eau nécessitant une interprétation prudente des résultats IBCH 52
A9 Diagramme décisionnel pour la détermination du régime d'écoulement IBCH (régime IBCH-Q) 53

Répertoires 54
Graphiques/Figures 54
Tableaux 55

Bibliographie 56

Glossaire 57

Abstracts

This report describes a method, developed as part of the Modular Stepwise Procedure, whereby watercourses can be assessed on the basis of populations of bottom-dwelling creatures (benthic macroinvertebrates). Using the described semi-quantitative sampling of benthic macroinvertebrates, the biological condition of the watercourse can be roughly determined and the watercourse assigned to one of five condition classes. The assessment of samples at the regional (R) level is based on the standardised calculation of the IBCH quality index. The IBCH has now been revised, drawing on expert knowledge and detailed statistical analyses of the data obtained since its launch in 2010. The resulting upgraded version, IBCH_2019, is described here.

Keywords :
Modular Stepwise Procedure, regional level, water assessment, benthic macroinvertebrates, macroinvertebrates

Ce rapport présente une méthode développée dans le cadre du système modulaire gradué permettant d'apprécier l'état des cours d'eau suisses sur la base de la faune invertébrée qui en colonise le fond (macrozoobenthos). À l'aide d'échantillonnages semi-quantitatifs des macroinvertébrés benthiques, décrits ici, il est possible déterminer de manière globale l'état biologique d'un cours d'eau et de lui attribuer l'une des cinq classes de qualité. L'analyse des échantillons au niveau R se fonde sur le calcul standardisé de l'indice de qualité IBCH. Cet indice, introduit en 2010, a été révisé au moyen de connaissances d'experts et d'analyses statistiques détaillées des données recueillies depuis lors. Désormais dénommé IBCH_2019, il est décrit dans la présente publication.

Mots-clés :
système modulaire gradué, niveau R, appréciation des cours d'eau, macrozoobenthos, petits invertébrés

Der vorliegende Bericht beschreibt eine im Rahmen des Modul-Stufen-Konzepts entwickelte Methode, mit welcher Fliessgewässer anhand ihrer Besiedlung mit wirbellosen Kleinlebewesen am Gewässergrund (Makrozoobenthos) beurteilt werden können. Mit Hilfe der beschriebenen halbquantitativen Beprobung des Makrozoobenthos kann eine grobe Bestimmung des biologischen Gewässerzustandes des Fliessgewässers sowie dessen Zuordnung in fünf Zustandsklassen durchgeführt werden. Die Probenauswertung auf Stufe F basiert auf der standardisierten Berechnung des Qualitätsindexes IBCH. Der 2010 eingeführte IBCH wurde anhand von detaillierten statistischen Auswertungen der seither gewonnenen Daten sowie Expertenwissen überarbeitet und zum hier beschriebenen IBCH_2019 weiterentwickelt.

Stichwörter :
Modul-Stufen-Konzept, Stufe F, Gewässerbeurteilung, Makrozoobenthos, wirbellose Kleinlebewesen

Il presente rapporto descrive un metodo sviluppato nel quadro del sistema modulare graduale che consente di analizzare i corsi d'acqua in base alle popolazioni di piccoli invertebrati (macrobenthos) presenti sul loro fondo. Il campionamento semiquantitativo dei macrobenthos esposto consente di determinare in modo approssimativo lo stato biologico delle acque e la loro attribuzione a cinque classi di stato. La valutazione di livello F dei campioni si fonda su un calcolo standardizzato dell'indice qualitativo IBCH. Questo indice, introdotto nel 2010, è stato rielaborato in base ad analisi statistiche dettagliate dei dati acquisiti finora e alle conoscenze degli esperti, dando origine all'indice IBCH_2019 qui illustrato.

Parole chiave :
sistema modulare graduale, livello F, analisi dei corsi d'acqua, macrobenthos, piccoli invertebrati

Avant-propos

La protection globale des eaux et de leurs multiples fonctions, notamment en tant qu'habitats d'espèces, ainsi que leur gestion et leur utilisation dans une optique de développement durable sont au cœur des préoccupations de la loi fédérale sur la protection des eaux. En plus des aspects chimiques, morphologiques et hydrologiques, l'appréciation de l'état des cours d'eau prévue par la législation doit en particulier s'appuyer sur les communautés biocénotiques. En effet, seule la détermination de l'état biologique des cours d'eau permet une comparaison directe avec les objectifs de qualité écologique fixés par la loi. La faune invertébrée benthique (macroinvertébrés, macrozoobenthos) présente un intérêt particulier de ce point de vue, car les organismes qui la composent intègrent les variations de l'état du cours d'eau pendant toute la durée de leur vie aquatique.

Dans le cadre du système modulaire gradué, une recommandation méthodologique a été publiée en 2010 pour l'étude et l'appréciation des cours d'eau suisses sur la base du macrozoobenthos (module Macrozoobenthos, également appelé IBCH, Stucki et al, 2010). Ce guide visait à harmoniser la procédure d'appréciation des cours d'eau suisses à l'aide de la macrofaune benthique. Aujourd'hui, cette approche constitue la méthode d'évaluation biologique la plus utilisée dans le monitoring des cours d'eau suisses. En effet, elle est appliquée dans le cadre tant de l'Observation nationale de la qualité des eaux de surface (NAWA) que du Monitoring de la biodiversité en Suisse (MBD) et des analyses cantonales ; une expérience précieuse a ainsi pu être acquise ces dernières années. Toutefois, en raison de l'apparition d'un certain nombre de problèmes, une validation se fondant sur les données de monitoring s'est révélée nécessaire, ainsi que le prévoyait déjà la publication originale.

Par conséquent, l'IBCH publié en 2010 a été révisé au moyen d'analyses statistiques détaillées et de connaissances d'experts, devenant l'IBCH_2019. De manière générale, les nouvelles valeurs ont été jugées plus adéquates pour certains tronçons par les représentants des cantons et les experts, c'est-à-dire qu'elles reflètent mieux l'état des cours d'eau et réduisent les différences régionales (p. ex. diversité plus faible du macrozoobenthos dans les cours d'eau à caractère glaciaire). En outre, les adaptations permettent une meilleure prise en compte, dans l'évaluation, des facteurs anthropiques (état écomorphologique, part agricole dans le bassin versant, etc.). Elles apportent donc les corrections souhaitées.

L'OFEV tient à remercier tous ceux qui ont contribué à la révision de l'IBCH, en particulier les auteurs, le groupe d'experts et les représentants des cantons, qui ont tous été d'une aide précieuse et ont fait preuve d'une grande ouverture d'esprit.

Stephan Müller
Chef de la division Eaux
Office fédéral de l'environnement (OFEV)

1 Introduction

1.1 Le système modulaire gradué suisse

Les ruisseaux et les rivières de Suisse font partie intégrante d'un paysage utilisé par l'homme de multiples façons et de manière intensive. Entourés de zones habitées, de terres agricoles et de routes, ils sont endigués pour la production d'énergie et aménagés pour la protection contre les crues, tout en absorbant les eaux usées traitées par les stations d'épuration. Ces utilisations ont une influence sur les multiples fonctions des cours d'eau, qui servent non seulement d'habitat pour une faune et une flore diversifiées, mais fournissent aussi des prestations écosystémiques importantes pour la population, comme l'approvisionnement en eau potable ou la rétention des crues.

Alors qu'autrefois la protection des eaux s'attachait avant tout à réduire la pollution chimique, aujourd'hui, c'est le principe global de protection des eaux en tant qu'écosystème qui prévaut. Pour assurer une protection intégrale des eaux, il importe de connaître parfaitement leur état : il ne suffit pas d'effectuer une analyse chimique des eaux, il faut également en examiner la structure, le débit ainsi que les populations d'animaux, de végétaux et de micro-organismes. Le système modulaire gradué (SMG) sert de cadre à cette analyse globale des cours d'eau et à leur appréciation[1].

Dans le cadre du système modulaire gradué, l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) élabore, en collaboration avec l'Eawag et les services cantonaux, des méthodes permettant d'analyser et d'apprécier de façon standard l'état des cours d'eau en Suisse. Ces méthodes couvrent les aspects physico-chimiques, hydromorphologiques, biologiques et écotoxicologiques de la qualité des eaux. Elles s'articulent en plusieurs niveaux, qui se différencient par l'intensité des investigations menées et par leur échelle spatiale.

- Région (niveau R) : analyses à grande échelle, peu approfondies, donnant un aperçu général de l'état des cours d'eau à l'aide du macrozoobenthos, orientation grossière de la répartition des organismes sur une aire géographique étendue. Ces analyses visent à faire apparaître les déficits biologiques et la nécessité de procéder à des analyses plus poussées.
- Cours d'eau (niveau C) et tronçons (niveau T) : ces niveaux concernent des études détaillées ciblées sur un bassin versant, un cours d'eau ou certains tronçons limités nécessitant des approches particulières. Les approches à adopter varient au cas par cas en fonction des objectifs du projet (p. ex. suivis de travaux de revitalisation[2]).

1.2 Les bases légales

La loi fédérale du 24 janvier 1991 sur la protection des eaux (LEaux, RS 814.20) charge la Confédération, à son art. 57, et les cantons, à son art. 58, d'établir le diagnostic de l'état des eaux. Font notamment partie de cette tâche les relevés permettant d'établir si les objectifs écologiques pour les eaux superficielles définis à l'annexe 1, ch. 1, de l'ordonnance du 28 octobre 1998 sur la protection des eaux (OEaux, RS 814.201) sont atteints. Ces

[1] OFEFP 1998 : Methodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau en Suisse : Système modulaire gradué. Informations concernant la protection des eaux No 26, Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage, Berne
[2] Woolsey et al. 2005 : Guide du suivi des projets de revitalisation fluviale. *https ://plattform-renaturierung.ch/wp-content/uploads/2018/11/Woolsey_2005_dt.pdf*

derniers doivent être pris en compte, en vertu de l'art. 1, al. 2, OEaux, lors de l'application de la législation sur la protection de l'eau.

L'annexe 1, ch. 1, al. 1, OEaux précise ce qui suit :

Les communautés animales, végétales et de micro-organismes (biocénoses) des eaux superficielles et de l'environnement qu'elles influencent doivent :
a. être d'aspect naturel et typiques de la station, et pouvoir se reproduire et se réguler d'elles-mêmes ;
b. présenter une composition et une diversité d'espèces spécifiques à chaque type d'eau peu ou non polluée.

La confédération et les cantons effectuent notamment des relevés sur les eaux afin d'examiner si les exigences en matière de qualité des eaux selon l'annexe 2, ch. 1, OEaux sont satisfaites.

Les résultats des relevés sont communiqués par le canton aux services fédéraux compétents (art. 58, al. 1, LEaux).

La présente publication indique comment effectuer de telles appréciations à l'aide du macrozoobenthos.

1.3 Appréciation des cours d'eau à l'aide du macrozoobenthos

Les méthodes permettant de décrire l'état biologique des cours d'eau sont essentielles à un bon contrôle de l'efficacité des mesures de protection des eaux. Les animaux vivant dans les ruisseaux ou les rivières et en particulier les macroinvertébrés peu mobiles qui en peuplent le fond reflètent l'intégralité des facteurs environnants qui agissent sur eux. Ceci est vrai non seulement pour la qualité de l'eau mais aussi pour les conditions morphologiques et hydrologiques et pour les processus dynamiques au sein du cours d'eau. La communauté biotique qui occupe un cours d'eau offre donc une bonne représentation de l'état général de l'écosystème aquatique et peut être utilisée comme un instrument de surveillance intégrée de l'état écologique du cours d'eau. Une bonne surveillance biologique peut contribuer à la mise en évidence de nuisances encore insoupçonnées et à une mise en œuvre rapide de mesures correctives adaptées.

Les mesures de protection des eaux s'inscrivent de plus en plus dans un cadre international. Ainsi, l'Union européenne (UE) impose aux États membres de s'entendre de façon contractuelle sur des objectifs écologiques communs et d'étudier leurs eaux selon des procédés standardisés et comparables (directive-cadre sur l'eau[3]). La plupart de nos voisins disposent depuis longtemps de méthodes d'évaluation de l'état des cours d'eau à partir du macrozoobenthos[4]. Dans le cadre de l'application de la directive-cadre sur l'eau, les pays de l'UE doivent uniformiser leurs méthodes d'évaluation en procédant à une calibration commune. Pour pouvoir situer l'état des cours d'eau suisses dans le cadre européen, il est nécessaire de doter la Suisse d'une méthode biologique d'appréciation des cours d'eau qui soit comparable à celles utilisées dans l'UE.

Le module Macrozoobenthos niveau R du système modulaire gradué, basé sur des échantillonnages semi-quantitatifs des macroinvertébrés benthiques, permet une évaluation globale et rapide des cours d'eau d'une région en cinq classes de qualité (Stucki, 2010). Cette méthode, publiée en 2010, constitue actuellement le

[3] Directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau.
[4] Par exemple : Allemagne : Indice de saprobie, DIN 38410 ; Autriche : ÖNORM M 6231 ; France : Indice Biologique Global Normalisé, AFNOR T 90-350 ; Belgique : Indice Biotique Belge, NBN T 92-402 ; Angleterre : BMWP (Biological Monitoring Working Party)-Score et ASPT (Average Score per Taxon), ISO TC 147 SC5 WG 6N40 ; Standards internationaux : ISO/FDIS 8689-1, ISO/FDIS 8689-2).

principal outil standardisé, utilisé dans l'appréciation de la qualité biologique des petits et moyens cours d'eau de Suisse. Les expériences accumulées depuis sa publication ont permis de mettre en évidence la robustesse de la méthode mais également certains problèmes liés à son application. Ainsi, les facteurs naturels de la station influencent parfois fortement l'indice IBCH, respectivement les deux composantes de son calcul : la classe de diversité (VT) et le groupe indicateur (GI).

Sur la base d'une double approche fondée sur, d'une part, une analyse statistique détaillée des données accumulées dans MIDAT depuis 2010 et, d'autre part, une compilation des problèmes identifiés par les responsables cantonaux dans leur réseau, une série d'adaptations de la méthode sont proposées afin d'améliorer l'appréciation de l'impact des facteurs d'influence humaine sur les cours d'eau. Ces adaptations méthodologiques introduites en concertation avec un groupe d'experts, permettent de corriger, ou tout au moins d'amoindrir, de nombreux problèmes soulevés par les praticiens dans l'application de méthode IBCH.

Le nouvel indice **IBCH_2019** propose essentiellement des adaptations au niveau du calcul de l'indice global, de même qu'une évaluation plus détaillée à l'aide d'indices complémentaires. La méthode d'échantillonnage sur le terrain et le niveau de détermination du macrozoobenthos ont fait leurs preuves et restent inchangés par rapport à la publication de 2010. Ceci permettra d'assurer la continuité des données enregistrées et la comparaison entre anciennes et nouvelles données.

La présente méthode fournit donc une procédure uniformisée pour le prélèvement et le traitement des échantillons de macrozoobenthos. Elle comprend un protocole d'échantillonnage et un outil de prélèvement standardisés, de même qu'une liste standard des macroinvertébrés fixant le niveau de détermination taxonomique requis au niveau R. Une annexe méthodologique fournit tous les détails techniques en rapport avec les prélèvements sur le terrain et le traitement des échantillons au laboratoire. De plus, les protocoles de terrain et de laboratoire sous forme de tableaux informatiques sont disponibles sous le lien *https ://www.modul-stufen-konzept.ch/fg/module/mzb/index_FR* pour faciliter la saisie et l'intégration des résultats dans la banque de données MIDAT.

En plus de l'appréciation de la qualité des eaux courantes, les relevés des invertébrés benthiques (macrozoobenthos) permettent également de documenter l'évolution de la biodiversité dans les ruisseaux et les rivières (programmes MBD et NAWA de l'OFEV).

2 Objectifs, applications et limites de la méthode IBCH_2019

2.1 Objectifs généraux

Les études portant sur le macrozoobenthos des cours d'eau ont comme objectif général :

- de décrire la composition de la communauté biotique du cours d'eau et d'évaluer les objectifs écologiques selon annexe 1, ch. 1, OEaux ;
- d'apporter une contribution à l'établissement des plans d'action pour l'amélioration de l'état des cours d'eau ;
- d'acquérir des connaissances sur la biodiversité de la macrofaune benthique du cours d'eau.

Selon la structure du système modulaire gradué, des objectifs partiels sont fixés à trois niveaux d'intensité d'étude différents (voir 1.1).

2.2 Objectifs de la méthode au niveau R (IBCH_2019)

Le module Macrozoobenthos niveau R du système modulaire gradué, basé sur des échantillonnages semi-quantitatifs des macroinvertébrés benthiques, permet une évaluation globale et rapide des cours d'eau en cinq classes de qualité. Elle permet notamment, à l'aide de moyens limités, d'évaluer le degré d'altération de la composition de la communauté des macroinvertébrés et de collecter des données de base sur la présence et la distribution des macroinvertébrés les plus abondants[5].

En association avec d'autres modules, la présente méthode permet de préciser les causes des dysfonctionnement observés (pollutions aiguës ou chroniques, problèmes d'ordre morphologique ou hydraulique, etc.).

2.3 Champ d'application et limites de la méthode

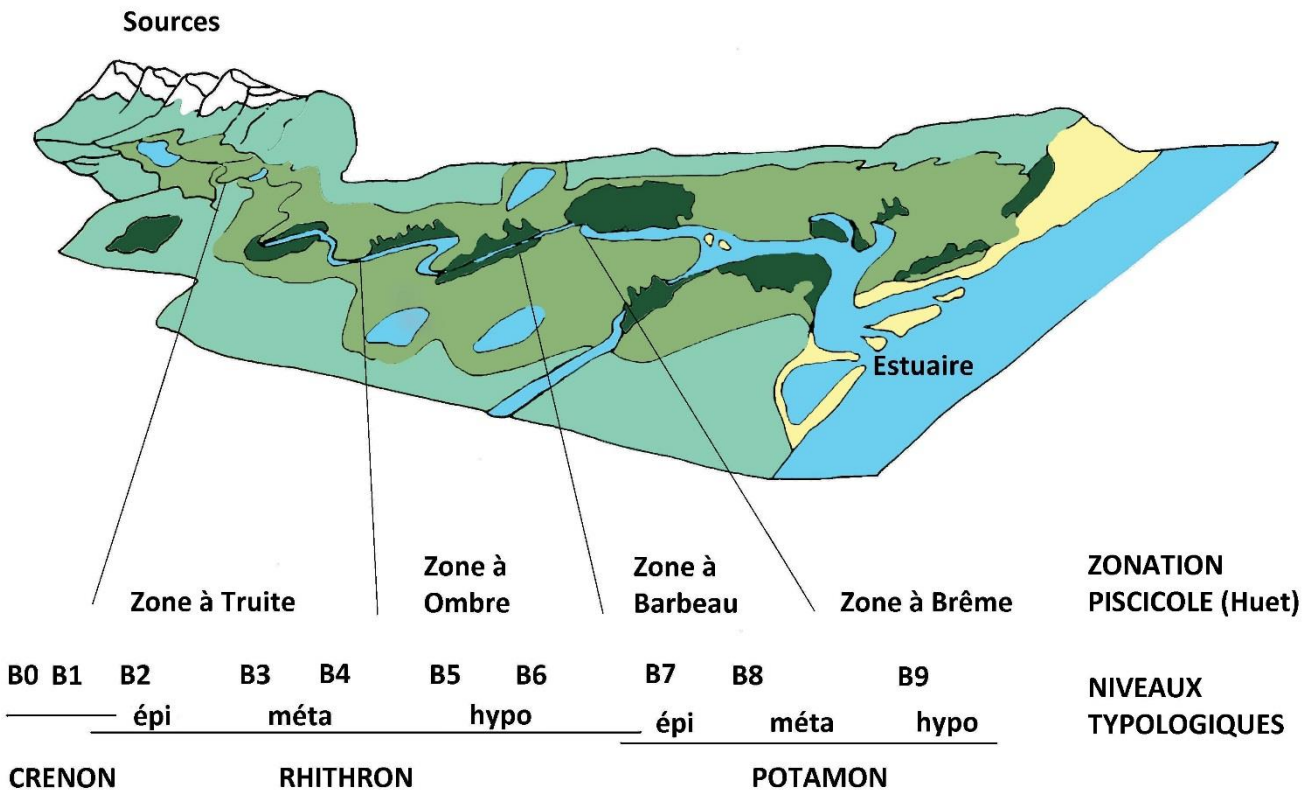
La méthode Macrozoobenthos niveau R (IBCH) est adaptée à l'étude des cours d'eau suisses de petite et de moyenne dimension. Les sites d'étude doivent pouvoir être parcourus sans risque avec des cuissardes. L'IBCH s'applique aux sites en eaux courantes allant de l'épirhithron (zone supérieure à salmonidés, B3) jusqu'à l'épipotamon (zone moyenne à cyprinidés, B8). En dehors de cette gamme typologique, les valeurs maximales atteignables dans des cours d'eau non perturbés pourront être sensiblement plus faibles ou plus élevées (cf. 4.3.1 et fig. 1).

[5] Cet objectif peut être intensifié dans le cadre du programme de conservation et de valorisation ultérieur des échantillons récoltés (voir Chap. 3.4.5)

Figure 1

Niveaux typologiques et zonation piscicole

La méthode ne couvre pas les niveaux typologiques B0, B1 et B9 (Verneaux 1973).



La méthode exclut les cours d'eau trop profonds ou à courant fort (comme le Rhône, le Rhin, l'Aar, une partie de la Reuss et de la Limmat). Pour pouvoir échantillonner un grand cours d'eau, il faut qu'au minimum 1/3 de la surface du tronçon étudié soit accessible avec des waders.

Par ailleurs, cette méthode n'est pas adaptée à l'étude des sources[6] et n'est que partiellement applicable à l'aval immédiat de celles-ci. Les petits cours d'eau doivent quant à eux présenter une largeur, une hauteur d'eau et un débit suffisant pour permettre l'application de la technique du kick-sampling et l'utilisation de la grille d'échantillonnage IBCH.

Dans certains types de cours d'eau particuliers, les valeurs obtenues peuvent sensiblement s'éloigner des valeurs attendues en raison de facteurs d'influence naturelle. Des relevés y sont possibles, moyennant une interprétation prudente et une comparaison limitée à d'autres cours d'eau du même type. Une liste des cas particuliers figure dans l'annexe A8.

L'échantillonnage doit être réalisé en dehors des périodes de crues ou d'étiages sévères. Il doit s'affranchir des effets négatifs d'événements hydrologiques exceptionnels provoquant soit la disparition d'une partie de la biocénose ou son enfouissement dans le substrat sous-jacent (étiage sévère), soit le remaniement des

[6] Lubini V., Stucki P., Vicentini H., Küry D. 2014, update 2016: Evaluation des milieux fontinaux de Suisse. Projet de procédure basée sur la structure et la faune des sources. Rapport sur mandat de l'Office fédéral de l'environnement OFEV. 33 p.

communautés par dérive (crue importante provoquant un bouleversement du substrat). On attendra un retour à la normale du point de vue hydrologique et biocénotique avant d'effectuer l'échantillonnage prévu. L'opérateur doit estimer l'effet réel de l'événement et son impact dans le temps. Cet impact peut être très variable en fonction de la nature du substrat et de la morphologie du lit. La durée moyenne théorique de recolonisation après crue, de 10 jours à 3 semaines, peut par exemple se révéler nettement plus longue (1 à 2 mois) dans le cas d'un torrent de montagne pourvu de sédiments très grossiers[7].

2.4 Autres méthodes indicatives d'évaluation de l'état des cours d'eau

En complément des relevés du macrozoobenthos, il est conseillé de procéder à une évaluation indicative simple du cours d'eau à l'aide des modules « Écomorphologie »[8] et « Aspect général »[9] (voir *www.systeme-modulaire-gradue.ch* et paramètres à renseigner dans l'annexe A1). Le module « Aspect général » se base sur le relevé des paramètres observables au niveau macroscopique, conformément aux exigences de qualité des eaux de surface définies dans l'annexe 2 de l'ordonnance sur la protection des eaux (p. ex. taches de sulfure de fer, turbidité, changement de couleur, mousse, odeur, prolifération de végétaux aquatiques ou d'algues, dépôts de boue et de déchets ou résidus, colonies visibles à l'œil nu de bactéries, de champignons ou de protozoaires).

[7] C. GAY et al. 2000. Indice biologique global normalisé I.B.G.N. NF – T 90-350. Guide technique. Agences de l'eau.
[8] OFEFP (éd.) 1998 : Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau : Ecomorphologie niveau R (région). Hütte, M., et Niederhauser, P. (auteurs). Informations concernant la protection des eaux n° 27, Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage, Berne. 49 p.
[9] OFEV (éd.) 2007a : Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau. Aspect général. Binderheim, E., et Göggel, W. L'environnement pratique n° 0701. Office fédéral de l'environnement, Berne. 43 p

3 Descriptif de la méthode IBCH

3.1 Principe

3.1.1 Correspondance entre l'IBCH_2019, l'IBCH et l'IBGN

La méthode décrite ci-dessous est fondée sur le principe général de la correspondance entre une biocénose particulière et un milieu en eaux courantes donné. Les altérations du milieu provoquées par l'évolution des facteurs environnementaux naturels ou d'origine humaine peuvent modifier de manière plus ou moins marquée les communautés vivantes qu'il héberge. Ainsi, l'analyse de la composition d'un répertoire faunistique considéré isolément permet de définir l'état du milieu tandis que l'analyse biocénotique comparative (« amont – aval » ou « avant – après ») permet d'évaluer l'effet des changements de l'environnement qui affectent les communautés d'invertébrés benthiques.

L'**IBCH** dérive directement de l'IBGN, dont il reprend la majorité des éléments : il s'agit d'une évaluation de la qualité du milieu fondée sur l'analyse des peuplements de macroinvertébrés benthiques (inféodés au substrat) qui met en relation la diversité des organismes rencontrés (nombre d'unités systématiques présentes) avec la sensibilité de certains taxons (unités systématiques indicatrices) aux influences abiotiques. Le *répertoire des organismes* (cf. annexe A7-1) retenu pour le calcul de l'indice contient 142 taxons. L'unité taxonomique retenue est la famille à l'exception de quelques groupes faunistiques pour lesquels l'embranchement ou la classe sont utilisés. Parmi les 142 taxons retenus, 38 sont regroupés dans 9 groupes faunistiques indicateurs (GI), numérotés de 1 à 9 par ordre de polluo-sensibilité croissante dans le tableau *de détermination* (cf. annexe A7-2) de l'indice. Un calcul automatique de l'indice peut-être obtenu par saisie de la liste faunistique dans la feuille Excel « Protocole de laboratoire » (cf. annexe A4) téléchargeable sur *http://www.modul-stufen-konzept.ch/fg/module/mzb/index_FR.*

La principale différence entre l'IBCH et l'IBGN se situe au niveau du choix de l'outil de prélèvement. Une comparaison de différentes méthodes courantes[10] a clairement démontré les avantages d'utilisation de la technique du « kicknet-sampling » face au filet Surber dans les faciès des cours d'eau présents en Suisse. Ce changement d'outil, sans affecter la variabilité des résultats, augmente quelque peu la variété des taxons récoltés (faune hyporhéique additionnelle capturée). Le changement d'outil a également une incidence sur le protocole d'échantillonnage, qui a légèrement été adapté par rapport à la norme française de 1992 (IBGN).

L'**IBCH_2019** reprend l'ensemble des directives de l'IBCH[11] liées aux travaux de terrain : choix des stations, fenêtres et protocole d'échantillonnage, technique de prélèvement et traitement des échantillons (cf. 3.2 et 3.3). Le traitement et le dénombrement du matériel au laboratoire ont été précisés, le protocole de laboratoire complété par une liste des néozoaires potentiellement présents en Suisse (cf. 3.4). Suite à un travail analytique (Stucki, P. et al. 2018) effectué sur les listes faunistiques archivées au niveau national (banque de données MIDAT)[12], l'indice IBCH a subi une série d'adaptations afin de mieux prendre en compte les facteurs d'origine humaine face aux variations naturelles des communautés vivant au sein du réseau hydrographique de la Suisse. En outre,

[10] Stucki P. et al. 2008. Comparaison de 3 méthodes d'échantillonnage du macrozoobenthos utilisées en Suisse. CSCF, EAWAG, OFEV, Hintermann & Weber.
[11] Stucki P. 2010 : Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau en Suisse. Macrozoobenthos – niveau R. Office fédéral de l'environnement, Berne. L'environnement pratique n° 1026 : 61 p.
[12] Stucki P. et al. 2018. PROJEKT IBCH_update : Überarbeitung Modul Makrozoobenthos Stufe F / IBCH. Eawag & OFEV Technischer Bericht 112 p.

l'influence des régimes hydrologiques des cours d'eau en Suisse sur la diversité faunistique maximale rencontrée dans des milieux naturels a été prise en compte.

Les adaptations suivantes ont été entreprises pour passer de la méthode de l'indice IBCH à l'IBCH_2019 :

- Une correction du nombre de taxons observés en fonction du régime d'écoulement (régime IBCH-Q).
- L'adaptation de la valeur indicatrice GI pour les 6 taxons suivants ; Taeniopterygidae (de 9 à 7), Leuctridae (de 7 à 6), Leptophlebiidae (de 7 à 6), Odontoceridae (de 8 à 7), Nemouridae (de 6 à 5) et Beraeidae (de 7 à 8).
- La prise en compte des valeurs du groupe indicateur (GI) et de la classe de variété (VT) comme indicateurs supplémentaires à la note globale IBCH_2019. La valeur IBCH_2019 est calculée à partir de la moyenne pondérée des valeurs GI et VT.
- L'introduction d'une échelle métrique entre 0 et 1 pour les valeurs des indices GI, VT et IBCH_2019, où 1 correspond au 100 % de l'objectif de qualité atteint.
- L'évaluation à l'aide de 5 classes de qualité est identique pour GI, VT et IBCH_2019 : <20 % de l'objectif atteint, correspond à une classe de qualité considérée comme « mauvaise », <40 % « médiocre », <60 % « moyenne », <80 % « bonne », ≥ 80 % « très bonne ».
- L'évaluation systématique de la fiabilité du résultat (test de robustesse) par suppression du taxon indicateur le plus sensible de la liste faunistique et recalcul de l'indice. Un écart important entre la valeur obtenue et celle initialement calculée indique une valeur IBCH_2019 probablement surestimée.

L'ensemble de ces adaptations a été intégré dans la version 2019 de la feuille Excel « Protocole de laboratoire » téléchargeable sur *http://www.modul-stufen-konzept.ch/fg/module/mzb/*. La feuille effectue un calcul automatique des nouveaux indices GI, VT et IBCH_2019 après saisie de la liste faunistique et indication du type de « régime IBCH-Q » (cf. annexe A4). Un calcul manuel de l'ancien IBCH reste possible grâce à l'affichage des valeurs de base de la diversité « Σ taxons » et du groupe indicateur « GI (max.) ».

Une description détaillée des réflexions et travaux d'adaptation entrepris peut être consultée dans le rapport technique (Stucki et al, 2019, téléchargeable sur le site www.modul-stufen-konzept.ch).

3.1.2 Importance des substrats

Les cours d'eau présentent naturellement une grande diversité structurelle qui se traduit par la présence d'une grande variété de substrats, tels que fonds sableux, dépôts de débris végétaux et autres détritus, zones de fort courant, zones rocailleuses, roches en place, etc. De nombreux organismes d'eaux courantes présentent une adaptation très spécifique et ne colonisent que les habitats dont les conditions leur sont favorables. Les cours d'eau richement structurés sont donc colonisés par une communauté biotique très diversifiée et riche en espèces. Une description des différents types de substrats figure dans l'annexe 3 (cf. annexes A3-1 et A3-2). Les substrats avec un recouvrement inférieur à 1 % de la surface totale d'échantillonnage ne sont pas pris en compte.

La diversité des substrats présents influence fortement la composition en organismes des échantillons prélevés. Il est par conséquent très important d'en tenir compte lors de l'échantillonnage et de noter pour chaque site d'échantillonnage les habitats qui en sont typiques, la part de la surface totale du tronçon de rivière qu'ils occupent et de déterminer leur abondance.

Tableau 1

Classification des substrats en fonction de leur abondance

Abondance	Recouvrement
(4) très abondant (dominant)	plus de 50 % de la surface du tronçon de rivière
(3) abondant	entre 11 % et 50 % de la surface du tronçon de rivière ; déterminant pour le caractère du tronçon
(2) peu abondant	entre 5 % et 10 % de la surface du tronçon de rivière, mais est tout de même typique du tronçon
marginal	moins de 5 % de la surface du tronçon de rivière ; habitats marginaux hébergeant une faune spécifique

La grille d'échantillonnage IBCH qui figure dans l'annexe A1 tient compte de ces éléments. Elle permet de prélever les substrats par ordre d'habitabilité décroissante pour la faune. Ce mode opératoire précis a pour objectif d'éviter, par une prospection méthodique, l'oubli d'un support à forte capacité biogène ou susceptible d'apporter des taxons supplémentaires associés à des habitats particuliers. On cherche ainsi à obtenir le bilan le plus complet possible des taxons présents sur le site à l'aide d'une technique qui permet également de réduire les écarts entre opérateurs (Verneaux 1982).

En cas de suivi sur une même station, il est nécessaire de vérifier la présence des différents substrats à chaque campagne et d'établir, en cas de changements notables observés, un nouveau plan d'échantillonnage (p. ex. modification et remaniements importants des sédiments à la suite d'une crue).

3.2 Planification de l'échantillonnage

3.2.1 Choix des sites

Il n'existe pas de critère de sélection des sites d'échantillonnage qui soit simple et valable pour toute la Suisse. De façon générale, les sites choisis doivent être représentatifs des cours d'eau ou des tronçons à caractériser et adaptés aux objectifs visés. Les sites extrêmes, non typiques des cours d'eau, sont à éviter.

Tableau 2

Principaux types de sites d'échantillonnage

Type de site	Principe	Objectif et raison d'être
Sites liés à des atteintes spécifiques à la qualité des eaux	Sites en amont et en aval du point d'impact d'atteintes à la qualité des eaux (par ex. déversement d'eaux usées, prélèvements d'eau).	Déterminer les effets de nuisances et de mesures d'assainissement sur la qualité de l'eau, l'hydrologie ou la morphologie.
Sites représentatifs de bassins versants ou de structures topographiques	Chaque sous-bassin versant important ou chaque structure topographique d'une certaine taille (vallée principale, vallée secondaire) doivent être représentés par au moins un site d'échantillonnage (de préférence dans le tiers inférieur de la rivière principale).	Rassembler des connaissances sur la diversité des organismes du macrozoobenthos dans les structures topographiques ou bassins versants considérés ; mise en évidence d'éventuelles modifications ; monitoring à long terme ; contrôle de l'efficacité de mesures d'impact régional.
Sites de référence peu touchés par les nuisances anthropogéniques	Sélection de sites aussi peu touchés que possible par des atteintes de la qualité de l'eau, de l'hydrologie ou de la morphologie. Prendre en compte la possibilité d'une analyse taxonomique poussée.	Rassembler des connaissances sur la diversité des organismes du macrozoobenthos qui caractérise naturellement les différents types de cours d'eau (sans nuisance d'origine anthropique).

Pour garantir la pérennité et la comparaison à long terme des résultats, le choix des sites d'échantillonnage privilégiera ceux pour lesquels aucune intervention n'est prévisible. Font exception à cette règle les sites liés à des nuisances spécifiques, qui sont en général abandonnés dès que le cours d'eau est assaini. Il convient d'autre part de tenir compte des sites d'études antérieures pouvant servir de comparaison. Il faut enfin s'assurer de l'accessibilité des sites durant les périodes d'échantillonnage (cf. 3.2.3).

Il est également intéressant de disposer d'informations préalables sur l'état structurel et morphologique des sites d'étude envisagés, comme les relevés du module « Ecomorphologie – niveau R ». Ces relevés apportent une aide complémentaire pour le choix des sites.

3.2.2 Définition des périodes d'échantillonnage favorables (fenêtres d'échantillonnage)

La saison d'échantillonnage constitue un facteur significatif influençant les résultats faunistiques obtenus[13]. Ces résultats soulignent l'importance d'une standardisation des dates d'échantillonnage en vue de garantir la reproductibilité des données collectées dans le cadre des programmes de surveillance de la qualité des eaux de surface et de la biodiversité. Une proposition de répartition des fenêtres temporelles en fonction de l'altitude est présentée dans le tableau 3.

La méthode prévoit un seul échantillonnage par année à effectuer dans la fenêtre proposée pour l'application des relevés au niveau R. Cette période optimale théorique devra être adaptée en fonction des caractéristiques climatiques et hydrologiques de l'année en cours. Les crues nivales et glaciaires sont à éviter de même que les périodes d'étiage sévères (p. ex. dans le Tessin méridional). Si les hautes eaux nivales et glaciaires influencent de manière prépondérante les conditions hydrologiques dans le cours d'eau, l'échantillonnage est à reporter sur la période d'octobre à mars. De même, on tiendra compte des variations journalières et hebdomadaires des débits dans la planification des échantillonnages (crues glaciaires, turbinages, turbinages par éclusées, purges, dessablages des prises d'eau) en choisissant des plages de stabilité hydrologique.

Au sein d'une même classe d'altitude, les sites situés à basse altitude seront échantillonnés les premiers, tandis que les plus hauts seront visités vers la fin de la fenêtre. Une période tampon de 15 jours est prévue avant et après la fenêtre pour tenir compte d'événements climatiques particuliers (printemps excessivement chaud ou froid, période de précipitations prolongée).

Tableau 3

Fenêtres d'échantillonnage prioritaires recommandées en fonction de l'altitude

Mois	Janvier		Fevrier		Mars		Avril		Mai		Juin		Juillet		Août	
15aines/Altitude	01.–15.	16.–31.	01.–15.	16.–28.	01.–15.	16.–31.	01.–15.	16.–30.	01.–15.	16.–31.	01.–15.	16.–30.	01.–15.	16.–31.	01.–15.	16.–31.
200–600 m				A	P	P	A									
601–1000 m						A	P	P	A							
1001–1400 m							A	P	P	A						
1401–1800 m								A	P	P	A					
> 1800 m										A	P	P	A			

P = Fenêtre d'échantillonnage ; A = Tampon pour situation hydrologique particulière

[13] Stucki et al. 2008. Comparaison de 3 méthodes d'échantillonnage du macrozoobenthos utilisées en Suisse. CSCF, EAWAG, OFEV, Hintermann & Weber.

Tableau 4
Fenêtres d'échantillonnage de la campagne facultative

	200–600 m	601–1000 m	1001–1400 m	1401–1800 m	> 1800 m
Campagne II (facultative)	16.05.–15.06.	16.06.–15.07.	01.07.–30.07.	16.09.–15.10.	16.09.–15.10.

La méthode de l'IBCH se contente d'une seule campagne dans l'année (campagne prioritaire). Une deuxième voire plusieurs campagnes facultatives supplémentaires peuvent s'avérer utiles. Elles permettront par exemple de documenter des séries temporelles avec plus d'un échantillonnage par année ou de mettre en évidence d'éventuels impacts saisonniers (agriculture de plaine en été ou tourisme de montagne en hiver). Elles devront être adaptées en fonction des buts de l'étude. Les fenêtres de la 2e campagne indiquées dans le tableau 4 sont indicatives. Les valeurs obtenues lors d'éventuelles campagnes supplémentaires ne seront en aucun cas moyennées ou cumulées.

3.2.3 Mesures et règles de sécurité

L'échantillonnage du macrozoobenthos en rivière nécessite une préparation et un équipement adéquats. De plus, cette activité peut être soumise à autorisation suivant les cantons, les cours d'eau ou les tronçons de cours d'eau concernés. L'annexe A6 énumère les principales règles de sécurité et précautions à prendre lors des campagnes de prélèvement. Elles concernent en particulier les précautions à prendre :

- lors de l'accès et les déplacements dans le cours d'eau en général,
- lors de l'accès aux tronçons soumis à l'exploitation de la force hydraulique ;
- lors de l'accès au cours d'eau faisant l'objet d'une protection particulière ;
- en cas de risque de crues ;
- en cas de risques de contamination des cours d'eau avec des agents pathogènes.

3.3 Travaux de terrain

3.3.1 Surface d'échantillonnage

La surface d'échantillonnage correspond à un tronçon représentatif du cours d'eau étudié dont la longueur est de dix fois la largeur moyenne du lit mouillé du cours d'eau. Au sein de cette surface, 8 placettes de prélèvement kicknet sont déterminées à l'aide de la grille d'échantillonnage (cf. annexe A1-2). Cette démarche vise à mettre en évidence le potentiel biogène de la rivière et à réduire l'écart entre opérateurs.

Les coordonnées XY (CH-1903 / LV03) de la station indiquent le point aval du tronçon échantillonné. Elles sont placées au centre du cours d'eau.

3.3.2 Grille d'échantillonnage (annexe A1-2)

La grille d'échantillonnage IBCH constitue une aide à la sélection des placettes de prélèvement. Son remplissage s'effectue en posant 8 placettes dans un maximum de cases, respectivement de couples substrat-vitesse différents rencontrés dans le tronçon de rivière étudié (site échantillonné).

Le remplissage de la grille d'échantillonnage, décrit dans la note explicative de terrain (cf. annexe A1-3), s'effectue comme suit :

- remplir la colonne recouvrement en indiquant pour chaque substrat présent le recouvrement estimé de ce dernier (cf. " Aide visuelle à la détermination du recouvrement des substrats ») ; seuls les substrats présents sur au moins 1 % de la surface totale du tronçon étudié sont pris en compte ;
- placer chaque prélèvement dans un couple substrat-vitesse différent en commençant par le substrat le plus habitable à la vitesse de courant la plus favorable et en essayant d'épuiser une première fois tous les substrats disponibles ;
- l'habitabilité des substrats et des vitesses est indiquée respectivement dans la colonne S=substrat (habitabilité décroissante de 10 à 0) et dans la ligne V=vitesse (habitabilité décroissante de 5 à 1) ;
- en présence de moins de 8 substrats différents, répéter une 2e fois l'exercice dans les substrats les plus habitables mais à une vitesse différente, en privilégiant le 2e couple substrat-vitesse le plus favorable ; procéder toujours par ordre d'habitabilité décroissante.
- marquer chaque fois le numéro de prélèvement 1 à 8 dans la case de la grille d'échantillonnage correspondant au couple substrat-vitesse présent, accompagné d'une éventuelle indication du type de substrat prélevé.

3.3.3 Équipement et matériel de prélèvement

Une liste complète de l'équipement et du matériel de prélèvement utile figure dans l'annexe A5. Il s'agit en particulier :

- d'un équipement de terrain adéquat (bottes/cuissardes/waders ; gilet de sauvetage) ;
- d'un produit de désinfection des bottes et du matériel de pêche en cas de prélèvements dans différents bassins versants au cours de la même journée, afin d'éviter le transport d'agents pathogènes au cours des campagnes de terrain ;
- d'appareils de marquage et de mesures pour la localisation et la caractérisation des stations ;
- du matériel de prélèvement, dont le filet Kicknet normé 25x25 cm, le liquide de fixation et les récipients de conservation.

3.3.4 Technique de prélèvement « kick-sampling »

Un prélèvement au filet kicknet consiste à capturer dans un filet normé la faune benthique soulevée à l'aide d'un travail du pied sur une placette équivalent à une surface d'un pied carré du lit de la rivière. Le filet est calé sur le fond du cours d'eau immédiatement à l'aval de la surface prospectée. Le travail dure au maximum 30 secondes. Certaines adaptations méthodologiques sont nécessaires en fonction du substrat échantillonné (cf. annexe A1-3). Dans le cas des mousses (bryophytes), il faut éviter avant tout de prélever d'importants volumes de mousses. Celles-ci doivent être peignées dans le courant et/ ou vigoureusement secouées avec la main dans le filet. Une surface d'environ 5 cm^2 est emmenée pour le tri au laboratoire.

En présence de substrat sous-jacent (sédiments présents sous des éléments minéraux ou organiques de grande taille). Le prélèvement se termine toujours par un travail du pied sur l'ensemble de la placette prospectée[14] .

Il est conseillé de vider le filet après chaque prélèvement dans un bac (ou seau) rempli d'eau. Cette manière de procéder évite la fuite des organismes entre les différents coups de filet et permet à l'opérateur de contrôler la validité de ses différents prélèvements[15].

[14] Le prélèvement au filet kicknet représente une méthode semi-quantitative dans la mesure où l'on prélève une portion normée (25x25 cm) du nuage de faune soulevée du sédiment sur une surface d'un pied carré. Pour des études quantitatives nécessitant des calculs de biomasse, il est possible d'équiper le filet normé d'un cadre amovible posé sur le lit, flanqué de déflecteurs évitant une fuite de la faune.

[15] En présence d'un prélèvement totalement dépourvu de faune aquatique, il y a une forte présomption d'avoir effectué le prélèvement sur une surface régulièrement mise à sec (p. ex. secteurs proches de la rive dans un tronçon soumis à éclusée). Dans ce cas de figure, le prélèvement sera répété sur un couple substrat/vitesse identique. Ce type de contrôle n'est possible qu'en vidant le filet après chaque « kick ».

3.3.5 Préparation des échantillons

Une fois réalisé, le prélèvement kicknet passe par une phase de préparation et de conditionnement en vue de sa fixation à l'éthanol 95 % dans un récipient à ramener pour un traitement au laboratoire. Cette phase comprend les étapes suivantes :

- Les prélèvements doivent être débarrassés sur le terrain des particules en suspension ainsi que du sable et des gros cailloux. Pour ce faire, le prélèvement est rincé dans un premier temps dans le filet jusqu'à ce que l'eau qui s'en écoule ne contienne plus de particules fines en suspension. Un bon rinçage sur le terrain facilite grandement leur traitement ultérieur et évite le colmatage des conduites d'évacuation au laboratoire.
- Chaque prélèvement ainsi nettoyé est alors transféré dans un bac de laboratoire blanc précédemment rempli de quelques centimètres d'eau claire et laissé quelques minutes au repos. Les poissons et amphibiens sont soustraits en premier et remis à l'eau. Les éventuelles écrevisses retournent également à l'eau après avoir été déterminées et notées sur le protocole de terrain.
- Dans une étape suivante, on enlève du bac les parties végétales, branches et pierres, après avoir contrôlé à la loupe de poche qu'aucun organisme ne s'y cache. Les bryophytes ne doivent pas être enlevées, vu qu'elles contiennent beaucoup d'organismes que l'on ne peut prélever avec les brucelles. Les bryophytes sont placées directement dans le récipient de conservation.
- On retire ensuite à la pincette et le plus rapidement possible les larves d'insectes de grande taille et prédateurs particulièrement voraces comme *Rhyacophila* sp. (Trichoptères), *Sialis* sp. (Mégaloptères), *Tabanus* sp. (Diptères), les larves de libellules et de perlidés (Plécoptères), les larves matures pleinement développées, les nymphes et les imagos, les macroinvertébrés de grande taille, représentés par un petit nombre d'individus. Toutes ces larves sont transférées dans un tube contenant de l'alcool à 85 %.
- On sépare ensuite le matériel minéral (sable, gravier) du matériel organique par plusieurs décantations successives. On procède plus ou moins comme les orpailleurs en remplissant le bac à moitié d'eau et en l'agitant plusieurs fois délicatement. Dès que le matériel minéral s'est majoritairement déposé, mais que la matière organique se trouve encore en suspension, on verse l'eau avec les organismes en suspension dans le filet ou dans une passoire à maille de 500 µm. Le procédé est répété jusqu'à ce qu'il ne reste pratiquement plus que du sable et des pierres dans le bac. Le contenu de la passoire est alors versé dans le récipient de conservation.[16]
- Après cette étape, on laisse reposer l'eau dans le bac encore une dernière fois pendant quelques minutes pour effectuer un contrôle final, retirer les trichoptères à fourreau, décoller les invertébrés fixés dans le fond du bac (mollusques, turbellariés, blephariceridae) et transvaser le tout dans le récipient de conservation. Ce n'est qu'après ce contrôle que le sable et les pierres sont rejetés dans la rivière.
- Les turbellariés doivent être déterminés vivants et conservés dans l'alcool après fixation à l'aide d'un mélange de formol et d'acide acétique.
- Finalement, les 8 prélèvements sont versés ensemble dans un même récipient pour former un échantillon. Tous les récipients utilisés sont à étiqueter immédiatement au moyen des étiquettes normées préalablement préparées (cf. fig. 2). Elles sont placées directement dans les tubes et les seaux utilisés.
- Dans certains cas, il peut être utile de conserver chaque prélèvement séparément afin de procéder à une analyse des résultats plus poussée. (p. ex. analyse par habitat substrat/vitesse).

[16] En cas de conservation d'échantillons versés sans nettoyage dans un récipient, il est conseillé de fixer séparément quelques individus des taxons fragiles pour éviter une perte des branchies, des pattes ou des cerques durant le transport.

3.3.6 Conservation des échantillons à traiter

Hormis les éléments grossiers à inspecter sur place (feuilles, branches), la matière organique doit être emmenée et triée au laboratoire. Après égouttage dans une passoire à maille de 500 µm, les prélèvements sont versés dans un même récipient de conservation (p. ex. seau muni d'un couvercle hermétique), fixés à l'aide d'éthanol 95 % et étiquetés (étiquette laser pré-imprimée dans le récipient et inscription au crayon gras sur le récipient).

Les étiquettes standards peuvent être préparées et imprimées sur imprimante laser avant l'échantillonnage sur le terrain. L'étiquette de l'échantillon doit contenir les informations suivantes : « HELVETIA ; l'abréviation du canton ; le code de la station ; le nom du cours d'eau ; le nom du lieu de la station ; les coordonnées CH1903 de la station ; l'altitude de la station ; la date de l'échantillonnage ; l'opérateur (leg.) ».

Figure 2

Exemple d'étiquette utilisée pour étiqueter les échantillons

HELVETIA ID JU DO 13	
Doubs, Le Theusseret	
563360/232709	495 m
Leg. H. Muster	14.04.2018

Il est conseillé de conserver les échantillons dans un endroit frais avec une concentration d'éthanol suffisante (85 %) jusqu'à l'étape du traitement au laboratoire.

3.4 Travaux de laboratoire

3.4.1 Équipement de laboratoire

Une liste complète du matériel de laboratoire utile figure dans l'annexe A5. Il s'agit en particulier :

- d'un équipement optique (stéréomicroscope) de grossissement suffisant (au minimum 40x) pour le tri et la détermination du matériel ;
- des protocoles de laboratoire (annexe A4) et étiquettes standardisées pour l'archivage du matériel ;
- du matériel entomologique pour la fixation et la conservation des échantillons.

3.4.2 Techniques de tri

Le tri adapté au type d'échantillon prélevé doit permettre d'établir une liste exhaustive de taxons présents parmi les 142 taxons recherchés (cf. 3.1.1), accompagnée d'une indication de l'abondance pour chacun d'entre eux (cf. protocole de laboratoire annexe A4).

Le tri des échantillons se fait à l'aide du stéréomicroscope par observation de portions successives étalées dans une boîte de Pétri en verre et couvertes d'alcool à 85 %. La totalité du matériel échantillonné doit être examiné à l'aide de matériel optique ayant un facteur de grossissement suffisant sous un bon éclairage. Le tri consiste à extraire manuellement les organismes du matériel organique et minéral en vue de leur détermination jusqu'au niveau taxonomique requis par la méthode. Cette extraction se fait à l'aide de brucelles souples afin de ne pas endommager les invertébrés. La variante qui consiste à trier les échantillons dans l'eau nécessite une attention

particulière pour éviter la dégradation du matériel. La durée du passage dans l'eau doit être limitée et le retour dans l'alcool réalisé rapidement[17].

En vue d'une conservation optimale du matériel, les échantillons ne sont en principe pas tamisés. Le tri se fait par portions successives placées dans une boîte de Pétri (p. ex. à l'aide d'une cuillère en plastique). Le matériel d'une portion à trier ne devrait pas recouvrir plus de la moitié du fond de la boîte (moitié de la surface couverte par du matériel à trier). En présence de matériel organique ou minéral très abondant, un tamisage sur colonne peut s'avérer incontournable.

Quelle que soit la technique choisie, l'objectif consiste à obtenir : 1) une liste faunistique complète avec une valeur d'abondance pour chaque taxon déterminé ; 2) un échantillon d'archive (au moins 20 individus) de chaque taxon déterminé. Le nombre d'individus à archiver dépend des buts de l'étude et peut être plus élevé : valorisation à l'espèce, travaux faunistiques ou contrôle qualité.

3.4.3 Détermination

Le protocole de laboratoire (annexe A4) contient une liste des taxons recherchés. L'IBCH retient les familles comme unité taxonomique à atteindre, à l'exception de quelques groupes faunistiques pour lesquels l'embranchement ou la classe sont suffisants pour des raisons pratiques. La famille a été retenue en raison du caractère incertain de nombreuses déterminations génériques effectuées par des « non-spécialistes », de l'inégalité des connaissances en taxonomie des différents ordres de stades aquatiques et du temps trop important nécessaire pour une approche plus détaillée. Par ailleurs, du point de vue typologique, la famille est une unité taxonomique plus stable que le genre, ce qui confère à l'indice une meilleure stabilité. De plus, les résultats obtenus dans le cadre du test méthodologique MBD-SMG[18] ont démontré une corrélation très nette entre la diversité des familles et celle des genres déterminés dans l'échantillonnage. Pour certains groupes faunistiques, le choix de limiter la détermination à l'embranchement ou à la classe vient de la disproportion entre l'effort de détermination et l'apport en signification. L'ouvrage de référence de Tachet et al.[19] est vivement recommandé pour la détermination du matériel. La détermination du macrozoobenthos ne nécessite pas de techniques de montage particulières. Seuls les Turbellariés nécessitent une détermination directe sur le terrain.

3.4.4 Dénombrement des individus triés

Les individus de chaque taxon sont dénombrés et les valeurs indiquées en nombres absolus (comptages). Pour les taxons abondants, une estimation des nombres récoltés s'effectuera avec la précision suivante (exigences minimales) :

1-50 individus en nombre absolu ;
51-100 individus estimation par tranches de 10 ;
101-300 individus par tranches de 50 ;
> 300 individus par tranches de 100.
En présence d'une abondance élevée au sein d'un taxon, il est conseillé d'effectuer le dénombrement des individus à l'aide d'une des deux variantes suivantes : a) estimation qualifiée, b) estimation par dénombrement des individus d'une fraction de l'échantillon prise au hasard.

[17] Possibilité de conservation à court terme durant le tri dans l'eau une chambre froide à 2 °C
[18] Stucki et al. 2008. Comparaison de 3 méthodes d'échantillonnage du macrozoobenthos utilisées en Suisse. CSCF, EAWAG, OFEV, Hintermann & Weber.
[19] Tachet H., P. Richoux, M. Bournaud & P. Usseglio-Polatera 2000 : Invertébrés d'eau douce, systématique, biologie, écologie. CNRS Editions, Paris, 588 p.

3.4.5 Archivage et conservation du matériel déterminé

Les échantillons de macrozoobenthos doivent être stockés de manière à garantir leur utilisation au moins jusqu'au terme de l'étude en cours. Il est également nécessaire de conserver jusqu'à 20 individus de chaque taxon déterminé pour permettre une vérification ultérieure des observations ou une éventuelle analyse taxonomique plus détaillée. Il convient notamment de conserver l'ensemble du matériel prélevé sur les sites susceptibles de faire l'objet d'études plus détaillées nécessitant une détermination plus poussée.

Après séparation et détermination des taxons, une 2e étiquette avec le nom du taxon déterminé est placée dans chaque tube (écriture à l'encre de Chine, crayon papier gras ou impression laser, cf. fig. 3).

Figure 3

Exemples d'étiquettes utilisées pour le matériel déterminé

Hydrobiidae Det. H. Muster	ou	**Lithoglyphus naticoides** Det. H. Muster

La conservation d'un maximum d'espèces (formes différentes) dans les familles appartenant aux groupes Listes rouges « MEPTOC » (Mollusca, Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Odonata, Coleoptera) est vivement conseillée. La valorisation ultérieure de ce matériel fournira des données faunistiques à même d'augmenter la connaissance et de suivre l'évolution des communautés d'invertébrés aquatiques menacés.

Des informations plus détaillées sur la marche à suivre pour la valorisation à l'espèce du matériel IBCH peuvent être obtenues auprès du Centre suisse de cartographie de la faune (CSCF) à Neuchâtel *(www.cscf.ch).*

Lors de l'archivage, la conservation complète des relations entre les informations du protocole de terrain, de la liste faunistique (protocole de laboratoire) et du matériel archivé et conservé (collections en alcool) doit être garantie. Ceci implique l'utilisation d'un numéro d'identité (ID) unique pour un échantillonnage effectué sur un tronçon de cours d'eau à une date donnée. Le numéro ID commence par les initiales du canton et se termine par le numéro d'identification usuel utilisé par le canton concerné.

Figure 4

Exemple de numéro d'identité (ID) utilisé pour l'archivage des données et du matériel déterminé

HELVETIA ID JU DO 13	
Doubs, Le Theusseret	
563360/232709	495 m
Leg. H. Muster	14.04.2018

Exemple ID : JU_DO_13

Un numéro ID doit impérativement figurer sur les protocoles de terrain et de laboratoire, ainsi que sur les étiquettes standards placées dans les collections de références en alcool.

3.4.6 Archivage des listes faunistiques

Les listes faunistiques seront archivées au format Excel selon le modèle fourni comme protocole de laboratoire (annexe A4).

Ce protocole permet un calcul automatique des indices IBCH_2019, VT, GI et $SPEAR_{pesticide}$ après la saisie des taxons déterminés. Des plages additionnelles autorisent une saisie des néozoaires facilement identifiables, de même qu'une saisie des espèces néozoaires plus difficiles à déterminer dans une liste déroulante située au bas du tableau (liste des néozoaires benthiques de Suisse et des pays limitrophes). Le calcul automatique des indices se réalise uniquement après information du régime d'écoulement IBCH du tronçon étudié à saisir dans la plage «régime IBCH-Q». Enfin, la feuille indique la somme des taxons EPT, des néozoaires et l'abondance totale de l'échantillon.

Le protocole fonctionne également comme formulaire de saisie pour l'intégration des données dans la banque de données centrale MIDAT. Pour ce faire, les protocoles dûment complétés sont à envoyer à info fauna / CSCF (www.cscf.ch). Le protocole de laboratoire peut être téléchargé à l'adresse *www.modul-stufen-konzept.ch/f/mzb-f.htm*.

3.5 Exploitation des résultats

3.5.1 Calcul de l'indice IBCH_2019

L'IBCH_2019 reprend le principe de calcul de l'IBCH, qui met en relation la diversité des taxons récoltés (exprimée par des classes de variété VT) avec la sensibilité d'un certain nombre de taxons indicateurs (groupe indicateur GI). Le répertoire des organismes qui contient 142 unités systématiques dont 38 indicatrices restent inchangées en comparaison avec la méthode publiée en 2010.

L'IBCH_2019 se détermine à partir de la variété taxonomique **VT** et du groupe indicateur **GI** le plus sensible. Les valeurs VT et GI sont ramenées à une échelle métrique entre 0 et 1, où 1 correspond au 100 % de l'objectif de qualité atteint. La classe de variété VT et le groupe indicateur GI deviennent des valeurs indicatrices supplémentaires attribuables chacune à 5 classes de qualité. Elles permettent d'affiner l'évaluation du tronçon de cours d'eau analysé.

Dans le détail, la valeur **VT** se détermine à partir du nombre de taxons échantillonnés, corrigée en fonction du régime d'écoulement IBCH (régime IBCH-Q) du cours d'eau analysé. Les valeurs de correction sont indiquées dans le tableau 5. Le nombre corrigé de taxons se calcule sur la base de la formule :

$$n_{corrigé} = e^{ln(n_{observé})+VC}$$

Où $n_{\text{corrigé}}$ correspond à la diversité taxonomique corrigée, $n_{\text{observé}}$ à la diversité taxonomique mesurée (= somme des taxons au niveau IBCH) et VC à une valeur de correction en fonction du régime du cours d'eau échantillonné (cf. tableau ci-dessous). Les types de régimes IBCH-Q retenus correspondent en grande partie aux 16 régimes d'écoulement selon Aschwanden & Weingartner (1985) complétés par un 17e type regroupant les petits cours d'eau de plaine et du Jura (cf. annexe A8). La valeur de correction du tronçon étudié peut ainsi être déterminée sur *l'application web IBCH*[20]. On notera qu'une approche pragmatique a dû être entreprise pour attribuer une valeur de correction à l'ensemble des tronçons du réseau hydrographique suisse. C'est pourquoi les différents types indiqués sur la couche SIG ne doivent en aucun cas être assimilés aux régimes d'écoulement définis par Aschwanden & Weingartner (1985).

[20] La valeur de correction du tronçon étudié peut ainsi être déterminée sur le site web suivant : *www.gis-service.ch*. Le set de données complet peut être téléchargé sur cette page.

Tableau 5

Détermination d'une valeur de correction en fonction du régime d'écoulement IBCH (régime IBCH-Q)

Type régime IBCH-Q	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Valeur de correction VC	0,98	0,98	0,85	0,78	0,79	0,40	0,30	0,22	-0,13	0,00	-0,32	-0,24	0,61	0,31	-0,06	0,21	0,06

La diversité corrigée ($n_{\text{corrigé}}$) permet de déterminer la classe de variété VT à l'aide du tableau suivant :

Tableau 6

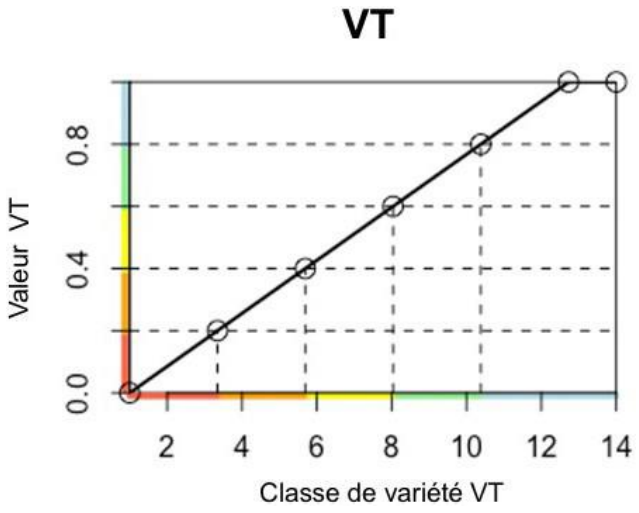
Détermination de la classe de variété

$n_{\text{corrigée}}$	≥ 50	49-45	44-41	40-37	36-33	32-29	28-25	24-21	20-17	16-13	12-10	9-7	6-4	3-1
Classe de variété VT	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

Enfin la valeur de la classe de variété VT est ramenée à une échelle métrique entre 0 et 1 selon la relation du graphique suivant :

Figure 5

Valeur VT 1 à 14 ramenée à une échelle métrique de 0 à 1



L'ensemble de ces valeurs peuvent être calculées automatiquement en introduisant les données faunistiques dans la feuille Excel « Protocole de laboratoire » (cf. annexe A4).

La valeur **GI** est déterminée sur la base du tableau ci-dessous en recherchant le groupe indicateur le plus élevé présent dans l'échantillon pour autant qu'il soit représenté par un nombre suffisant d'individus (généralement n ≥ 3 individus et n ≥ 10 individus pour les taxons marqués d'un astérisque*) :

Tableau 7

Détermination du groupe faunistique indicateur

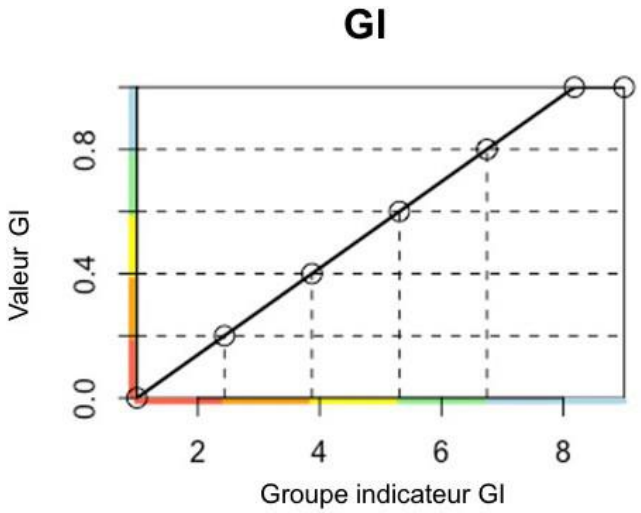
Taxons	Chloroperlidae Perlidae Perlodidae	Capniidae Brachycentridae Philopotamidae Beraeidae	Glossosomatidae Goeridae Odontoceridae Taeniopterygidae	Leuctridae Leptophlebiidae Lepidostomatidae Sericostomatidae Ephemeridae	Hydroptilidae Heptageniidae Nemouridae Polymitarcidae Potamanthidae
GI	9	8	7	6	5
Valeurs GI	1,00	0,97	0,84	0,70	0,56
Classe de qualité	très bon	très bon	très bon	bon	moyen

Taxons	Leptoceridae Polycentropodidae Psychomyidae Rhyacophilidae	**Limnephilidae*** Hydropsychidae **Ephemerellidae*** Aphelocheridae	**Baetidae*** **Caenidae*** **Elmidae*** **Gammaridae*** Mollusca	**Chironomidae*** **Asellidae*** Hirudinea **Oligochaeta***
GI	4	3	2	1
Valeurs GI	0,42	0,28	0,14	0,00
Classe de qualité	moyen	médiocre	mauvais	mauvais

La valeur du groupe indicateur le plus élevé (GI) est ramenée à une échelle métrique entre 0 et 1 selon la relation du graphique suivant :

Figure 6

Valeur GI 1 à 9 ramenée à une échelle métrique de 0 à 1



La valeur GI peut être calculée automatiquement en introduisant les données faunistiques dans la feuille Excel « Protocole de laboratoire » (cf. annexe A4).

L'IBCH_2019 se calcule à l'aide de la formule suivante :
IBCH = (0,62 x valeur VT) + (0,38 x valeur GI), avec IBCH compris entre 0 et 1

Ce rapport VT :GI pour le calcul de l'IBCH_2019 correspond à celui de l'ancien IBCH et de l'IBGN. Les valeurs obtenues pour des indicateurs VT, GI et IBCH_2019 sont attribuées à 5 classes de qualité de manière identique : < 20 % (0,2) de l'objectif atteint indique que la classe de qualité est considérée comme « mauvaise », < 40 % (0,4) « médiocre », < 60 % (0,6) « moyenne », < 80 % (0,8) « bonne », ≥ de 80 % « très bonne ».

3.5.2 Classes de qualité et représentation cartographique

Pour une représentation cartographique des résultats, chaque tronçon de cours d'eau est affecté d'une couleur suivant la valeur de l'IBCH et correspond à une classe de qualité.

Tableau 8

Affectation d'un tronçon de cours d'eau à l'une des cinq classes de qualité en fonction du score obtenu pour l'IBCH

Etat biologique	VT, GI, IBCH_2019	Couleur
Très bon	≥ 0.8 (≥ 80%)	bleu
Bon	0.6 – < 0.8 (<80%)	vert
Moyen	0.4 – < 0.6 (<60%)	jaune
Médiocre	0.2 – < 0.4 (<40%)	orange
Mauvais	< 0.2 (<20%)	rouge

3.6 Volume de travail et vacation

Le temps nécessaire pour le relevé des substrats et pour l'échantillonnage des 8 placettes de prélèvement kicknet est estimé à 1 heure par site. Il faut prévoir davantage de temps pour les sites qui doivent en outre faire l'objet d'une caractérisation plus détaillée ou pour ceux situés sur des cours d'eau de grande taille.

Au travail d'échantillonnage devra se rajouter le travail de tri et de détermination des échantillons au laboratoire. Si elles sont effectuées par une personne expérimentée, la préparation et la détermination taxonomique demandent entre 4 et 12 heures, suivant la quantité de matériel présent dans les échantillons. Il convient ici d'insister sur le fait que l'application de cette méthode ne peut en aucun cas être confiée à un personnel inexpérimenté.

Le volume de travail dépend entre autres de la diversité et de l'abondance des taxons triés, de même que de la présence de matériel organique et d'algues filamenteuses dans les échantillons. À titre d'exemple, un échantillonnage réalisé sur les substrats diversifiés d'un cours d'eau de basse altitude du Jura nécessitera trois fois plus de temps de travail qu'un échantillonnage réalisé sur les substrats minéraux grossiers d'un cours d'eau de montagne. Il faut compter avec un effort supplémentaire pour le tri et l'archivage dans le cadre de projet nécessitant des évaluations détaillées (p.ex. projets NAWA et MBD).

4 Interprétation des résultats[21]

4.1 Informations de base : liste faunistique, variété taxonomique, groupe indicateur

Les informations de base pour le calcul de l'indice IBCH_2019 proviennent de l'établissement d'une liste faunistique permettant la détermination du groupe faunistique indicateur [GI] et de la classe de variété [VT] à partir de la diversité taxonomique [∑taxons]. Tous ces paramètres doivent doit être utilisés pour l'interprétation de la qualité biologique et l'établissement du diagnostic final.

Le groupe indicateur [GI] montre habituellement une bonne corrélation avec la qualité physico-chimique de l'eau pour les paramètres de pollution organique classique (GREBE 1992)[22]. Ce lien avec la qualité générale de l'eau (y c. sa charge en micropolluants) est confirmé par une corrélation relativement nette observée entre le groupe indicateur [GI] et l'indice $SPEAR_{pesticide}$[23] à partir de l'analyse des données MIDAT (Stucki et al. 2018).

La classe de variété [VT] est plus modérément affectée par l'état physico-chimique en raison du niveau de détermination à la famille, une famille pouvant être représentée par un nombre plus ou moins élevé de genres. La classe de variété est habituellement bien corrélée avec la nature et la diversité des habitats quand la qualité de l'eau n'est pas limitante.

La liste faunistique amène des éléments supplémentaires pour affiner le constat. Son analyse nécessite une certaine expérience dans l'étude de la présence/absence et de la proportion relative des différents taxons. On cherchera à savoir par exemple dans quel type d'habitat se positionne le groupe indicateur et si les groupes polluo-sensibles sont rares ou nombreux. Ce diagnostic devra être confronté à toutes les composantes de l'environnement disponibles (qualité physico-chimique de l'eau et des sédiments, nature des habitats, activités humaines, caractéristiques du bassin versant, hydrologie, station de référence, etc.). Ces examens permettent d'effectuer un contrôle de la validité des résultats et une interprétation fine de l'indice.

Ces informations de base participent au même titre que l'indice au processus d'exploitation des résultats et permettent d'éviter d'attribuer à des conditions naturelles des phénomènes dus à des atteintes extérieures.

4.2 Évaluation et robustesse des résultats

Certaines familles polluo-sensibles peuvent présenter un genre ou une espèce plus résistante que les autres aux perturbations. La note indicielle peut alors être surestimée. L'IBCH_2019 tient compte de la polluo-sensibilité plus faible des espèces dominantes en Suisse au sein des familles suivantes : Taeniopterygidae, Leuctridae, Leptophlebiidae, Odontoceridae et Nemouridae, qui voient leur valeur GI diminuer par rapport à l'ancienne version de l'IBCH. Cette adaptation permet à l'indice IBCH_2019 de mieux prendre en compte les facteurs d'influence humaine (Stucki et al. 2018).

[21] Cette aide à l'interprétation des résultats est tirée in extenso du Guide technique de l'IBGN, Agences de l'Eau, 2e Édition, 2000.
[22] G.R.E.B.E. 1992: L'indice biologique global (AFNOR T 90 350) – Bilan d'application au réseau nationalde bassin – Ordonnancement des taxons indicateurs – Etude Inter-Agences, hors série.
[23] L'indice SPEAR (SPecies At Risk) est un indice qui mesure la charge en pesticides d'un cours d'eau à partir de la composition de sa communauté d'invertébrés benthiques (abbréviation officielle $SPEAR_{pesticide}$).

Le test de robustesse [IBCH_R] constitue un outil supplémentaire pour évaluer la fiabilité des résultats. Il s'effectue en supprimant le taxon indicateur le plus sensible de la liste faunistique et en recalculant l'indice avec les taxons restants. Un écart important entre la valeur obtenue [IBCH_R] et celle initialement calculée [IBCH_2019] indique une valeur IBCH probablement surestimée.

4.3 Facteurs naturels influençant les résultats

L'IBCH_2019 adapté à partir de l'IBGN a été conçu afin qu'en règle générale, un site non dégradé appartenant à un type écologique allant de la zone supérieure à salmonidés (B3, épirhithron, voir fig. 1) jusqu'à la zone moyenne à cyprinidés (B8) puisse atteindre une note proche de 1 (atteinte des objectifs 100 %). En dehors de cette gamme typologique ou dans des conditions géologiques, hydrologiques et climatiques particulières, les valeurs obtenues dans des cours d'eau non perturbés peuvent se révéler sensiblement plus faibles (cf. 2.3 et annexe A8).

4.3.1 Typologie des cours d'eau (zonation piscicole) et situations particulières

Pour les zones des sources et ruisselets (B0 – B2, crénon) et les zones calmes des grands cours d'eau de plaine (B9), la valeur maximale de 1 se révèle difficilement accessible en raison de la trop faible diversité faunistique (zones des sources) ou de l'absence de groupes indicateurs [GI] de valeur élevée (potamon inférieur). De ce fait, la comparaison entre stations sera d'autant plus pertinente qu'elles appartiennent au même niveau typologique.

L'adaptation des classes de variété en fonction du type de régime du cours d'eau a permis, dans le calcul de l'IBCH_2019, de diminuer l'effet de facteurs naturels agissant de manière diverse sur la communauté benthique. Elle a permis de réduire de manière simple l'influence de facteurs naturels tels que l'altitude, le charriage, la turbidité naturelle de l'eau et la productivité du cours d'eau dans l'évaluation de la qualité biologique.

Malgré cette amélioration, l'usage de la méthode peut poser problème dans quelques situations. Ainsi, certains cours d'eau particuliers tels qu'exutoires de lac ou de marais, ruisseaux fortement carbonatés, rivières à fond homogène de sable ou de marne, canaux, etc. se situent à la limite du champ d'application de la méthode. Des échantillonnages peuvent y être réalisés sous réserve d'une évaluation prudente des résultats. L'annexe 8 liste les situations à problème les plus couramment rencontrées.

4.3.2 Influences saisonnières

La valeur de l'IBCH peut présenter une variabilité temporelle au cours d'un cycle annuel, laquelle, en l'absence de toute perturbation, peut être la conséquence :

- des cycles biologiques des invertébrés benthiques (émergence des adultes d'insectes, vie hyporhéique de certains stades larvaires, etc.) ;
- de l'évolution de l'habitabilité du site en cours d'année (les rivières de plaine présentent souvent des indices maximums en été quand les herbiers aquatiques sont bien développés).

La définition de fenêtres d'échantillonnage standardisées (cf. 3.2.2) vise à diminuer ces influences. Toutefois, les différences climatiques interannuelles parfois importantes ne permettent pas de s'en affranchir totalement. Si l'échantillonnage s'effectue hors des fenêtres proposées en raison des objectifs de l'étude, l'interprétation des résultats devra en tenir compte.

L'analyse des données MIDAT a mis en évidence l'apparition de problèmes lors d'échantillonnages précoces effectués en dehors des fenêtres standards. Dans ces cas, les valeurs enregistrées se situaient en-dessous des valeurs attendues sans que des impacts d'origine humaine soient identifiables[24].

4.3.3 Influences dues à la dérive des organismes

D'une manière générale, on observe sur le linéaire d'un cours d'eau un transport des organismes d'amont vers l'aval appelé dérive ou « drift ». Les invertébrés aquatiques dérivent soit par entraînement direct dans la masse d'eau en mouvement soit par entraînement via le charriage naturel des sédiments du lit. Cette dérive peut avoir pour conséquence une apparition de taxons polluo-sensibles provenant de tronçons supérieurs de bonne qualité dans des tronçons pollués situés à l'aval. La méthode tient compte de cet effet en ne validant la présence d'un groupe indicateur qu'à partir d'une abondance de 3 respectivement de 10 individus pour les familles concernées.

4.4 Facteurs anthropogènes influençant les résultats

De façon générale, l'altération d'un cours d'eau se traduit par la simplification plus ou moins brutale de la biocénose d'origine, la disparition de certains groupes faunistiques plus sensibles que d'autres à certains types de perturbation, éventuellement l'apparition d'organismes adaptés aux nouvelles conditions de milieu, ou la prolifération de taxons ubiquistes ou polluo-résistants tant que les conditions de milieu ne sont pas trop défavorables, auquel cas ils disparaissent à leur tour. En principe, l'IBCH_2019, par sa construction, doit répondre à toute perturbation qui affecte soit la diversité des habitats, soit la qualité des eaux, soit les deux à la fois. Il s'avère en pratique que la méthode est plus ou moins adaptée selon le type de perturbation étudié. Cela vient du fait que les invertébrés présentent des niveaux de sensibilité différents selon le type perturbation, que l'indice est une méthode qualitative alors que certaines perturbations entraînent surtout des modifications biocénotiques d'ordre quantitatif, enfin que les sites aquatiques ont une aptitude à réagir aux perturbations qui peut différer selon leur niveau typologique ou leurs caractéristiques biogéographiques. Ainsi, l'étude de certains types de perturbation ou bien la nécessité de détecter les premiers symptômes d'une altération peut justifier l'utilisation de techniques particulières destinées à affiner le diagnostic.

En présence d'atteintes aux cours d'eau, il peut être utile d'effectuer l'analyse faunistique en traitant séparément les 8 couples substrat-vitesse de la station dont on évalue le pourcentage de recouvrement et d'effectuer un dénombrement ainsi qu'une détermination plus poussée des taxons.

4.4.1 Pollutions organiques

La corrélation avec les paramètres de la pollution organique était déjà bonne avec l'IBG[25] (précurseur de l'IBGN et de l'IBCH). Elle a été améliorée lors du réordonnancement des taxons effectué dans le cadre de l'élaboration de l'IBGN. Cette méthode est donc pertinente pour l'étude des effets de ce type de perturbation. Les manifestations biologiques des phénomènes de pollution organique peuvent présenter deux niveaux de réponse :

- Lorsque l'apport en substances nutritives est assimilé par le système (en fonction de son débit, de ses caractéristiques morphodynamiques et thermiques, de sa typologie) un processus d'eutrophisation du milieu peut se mettre en place. Il se traduira par un développement des algues ou des herbiers en rivière de plaine accompagné d'un enrichissement de la biocénose benthique en nombre d'individus voire en taxons (taxons

[24] Stucki P. et al. 2018. PROJEKT IBCH_update : Überarbeitung Modul Makrozoobenthos Stufe F / IBCH. Eawag & OFEV Technischer Bericht 112 p.
[25] G.R.E.B.E., 1992 : L'indice biologique global (AFNOR T 90 350) – Bilan d'application au réseau nationalde bassin – Ordonnancement des taxons indicateurs – Étude Inter-Agences, hors série

qui affectionnent les végétaux, qui vivent dans les milieux en décomposition), notamment par création d'habitats nouveaux : herbiers, litières, sédiments fins plus ou moins organiques => L'indice peut alors augmenter.

- Lorsque l'apport en substances nutritives dépasse un certain seuil et qu'une partie ne peut être assimilée, on assiste alors à la simplification des biocénoses : les algues ou les végétaux envahissent la totalité du fond et appauvrissent la mosaïque d'habitats, les particules plus ou moins organiques en suspension dans l'eau se déposent et colmatent les supports. Les macro-invertébrés les plus sensibles disparaissent tandis que des espèces qui affectionnent les matières organiques apparaissent => L'indice diminue.

Signalons par ailleurs que les systèmes lotiques (eaux rapides des cours supérieurs) sont moins sensibles que les systèmes lentiques (eaux lentes des cours inférieurs) car ils assimilent peu les matières organiques qui sont transportées vers l'aval où elles sont stockées et transformées. De ce fait, l'écart de note entre l'indice de perturbation et l'indice de référence est souvent plus faible, pour une même intensité de rejet, en zone de montagne qu'en zone de plaine. Ce phénomène peut s'observer également au niveau d'un même site où les faciès lotiques sont moins perturbés que les faciès lentiques, ce qui entraîne alors un « changement imposé d'habitat » (Verneaux 1980)[26] pour les organismes polluo-sensibles qui évitent les zones lentiques polluées pour se regrouper dans les zones lotiques.

4.4.2 Pollutions par des substances toxiques

Les perturbations de type toxique se traduisent la plupart du temps par des effets à la fois qualitatifs (disparition de groupes faunistiques) et quantitatifs (diminution du nombre d'individus de l'ensemble des taxons). Contrairement à la perturbation organique « classique », la perturbation toxique n'entraîne généralement pas l'augmentation de l'effectif des taxons résistants. L'effet polluant peut amener la disparition plus ou moins rapide et plus ou moins complète de l'édifice biologique (pesticides, cyanures, détergents, certains métaux…). La réponse est moins précise, moins progressive que pour la pollution organique. L'analyse de la liste faunistique est alors indispensable pour une interprétation correcte de l'indice. Pour l'étude d'une perturbation de type métallique, on comparera utilement les biocénoses de stations qui auront été choisies de façon à minimiser l'effet des facteurs d'habitat. Le dénombrement des taxons est nécessaire. Pour les autres types de perturbations toxiques (micropolluants organiques), les études concernant la réponse de l'indice sont peu nombreuses, d'autant que ces pollutions sont souvent associées à d'autres types de perturbations dont il est difficile de distinguer les effets propres.

Lors de perturbations de type toxique, il peut être utile d'effectuer le dénombrement des taxons et d'analyser la liste faunistique.

4.4.3 Pollutions minérales

Les matières inertes en suspension (MES), qu'elles soient d'origine naturelle (bassin versant) ou humaine (rejet de gravières, vidange de barrage, activité agricole…) modifient les habitats, surtout en faciès lentique, par colmatage des fonds. Par ailleurs, les MES agissent également directement sur certains organismes sensibles. Ces perturbations contribuent à des effets du même ordre que certains aménagements du milieu, en simplifiant la mosaïque d'habitats. Elles se traduisent par des effets à la fois quantitatifs (diminution du nombre d'individus de l'ensemble des taxons) et qualitatifs (disparition de groupes faunistiques). Toutefois, les taxons les plus polluo-sensibles ne sont pas forcément ceux qui répondent le mieux à ce type de perturbation. Tout dépend du type d'habitat concerné. Par exemple, dans une rivière à forte pente soumise à la vidange d'une retenue, ce sont

[26] Verneaux, 1980 : Fondements biologiques et écologiques de l'étude de la qualité des eaux continentales - Principales méthodes biologiques - In : la pollution des eaux continentales, Éd Gauthier - Villars

surtout les faciès lentiques qui sont détruits, les faciès lotiques pouvant, dans certains cas, conserver leur faune rhéophile, en particulier les organismes des groupes indicateurs à valeur élevée.

4.4.4 Modification du pH

De nombreux travaux ont montré qu'une réduction des biocénoses invertébrées en termes d'abondance et de diversité apparaissait lors d'une baisse du pH. La cause en est mal connue. La sensibilité des insectes aquatiques vis-à-vis des conditions rencontrées dans les eaux acides se traduit différemment d'un taxon à l'autre et l'on peut distinguer 3 niveaux de réponses : 1) extrême sensibilité des éphéméroptères rhéophiles, à l'exception des Leptophlebiidae, ainsi que des plécoptères Perloidea ; 2) grande sensibilité de certains trichoptères comme les Hydropsychidae, Philopotamidae, Glossosomatidae, des coléoptères ; 3) tolérance de plécoptères filipalpes, des trichoptères Rhyacophilidae, Polycentropodidae, Limnephilidae, des diptères Chironomidae et Simuliidae. Ainsi, la diminution de la diversité faunistique et la disparition de certains taxons indicateurs parmi les plus polluosensibles dans les eaux acides (pH < 6) font que l'indice peut traduire convenablement ce type de pollution. Les effets des pH fortement basiques sur les communautés aquatiques sont peu connus.

4.4.5 Perturbations thermiques

Les effets des perturbations thermiques sont mal connus car étant surtout le fait des grands cours d'eau qui subissent d'autres types de perturbations et pour lesquels les écarts de température sont tamponnés. L'indice serait susceptible de répondre à une pollution de ce type car les groupes faunistiques indicateurs les plus polluo-sensibles utilisés dans le tableau d'analyse sont généralement des espèces qui supportent mal les grandes variations de température (plécoptères en particulier). D'après Verneaux (1977)[27], le facteur thermique intervient sensiblement pour moitié dans le déterminisme général de la structure biotypologique de l'écosystème d'eau courante. L'exploitation statistique de données disponibles a permis d'établir qu'une augmentation de 1,8 °C de la température maximale moyenne des 30 jours les plus chauds de l'année correspond à un changement de niveau typologique (cf. fig. 1). Ainsi, une augmentation de la température des eaux de quelques degrés seulement doit entraîner une évolution de la biocénose, qui pourrait éventuellement être traduite par l'indice. Toutefois, l'utilisation de la famille atténue de façon importante la réponse de l'indice à ce type de pollution, en particulier pour les faibles écarts de température. De plus, dans les cours inférieurs des rivières, les taxons rencontrés sont généralement moins sensibles à ce paramètre et l'indice semble alors peu approprié.

4.4.6 Modification du régime d'écoulement naturel

Les variations de la vitesse d'écoulement influencent fortement les communautés d'invertébrés benthiques, ce facteur jouant un rôle fondamental dans la répartition des organismes. L'expérience montre que l'indice répond assez mal à la réduction des débits, toutes autres conditions de milieu restant inchangées par ailleurs (température et qualité de l'eau en particulier), car il subsiste le plus souvent dans le secteur de rivière dérivé des zones lotiques où la faune d'origine subsiste, en particulier dans les rivières à forte pente. Dans les rivières de plaine à pente faible, la réponse est parfois plus nette (exemple du Rhône, où les espèces potamiques rhéophiles ont régressé dans les tronçons court-circuités par les aménagements hydroélectriques) car la vitesse peut être ralentie sur l'ensemble du lit et la réduction de la largeur mouillée entraîne par ailleurs la disparition d'habitats particuliers de bordure (chenaux de tressage, lônes, etc.).

Quant aux effets des éclusées (variations de débit artificielles et rapides, provoquées par des centrales hydroélectriques), ils sont encore imparfaitement connus. L'analyse de la bibliographie tend à montrer que les variations de débit dans un sens ou dans l'autre entraînent un appauvrissement tant quantitatif que qualitatif du

[27] Verneaux, 1977 : Biotypologie de l'écosystème eau courante – Déterminisme approché de la structure biotypologique – C.R. Acad. Sci. Paris, t. 284, Série D : 77–79

benthos par accentuation de la dérive, certains taxons semblant être plus facilement entraînés que d'autre. Dans les zones à éclusées, la faune est généralement moins diversifiée (et les indices plus faibles) et moins abondante que dans les secteurs naturels de référence et souvent dominée par des taxons rhéophiles. La réponse de l'indice dépend de l'importance de la variation de débit, des possibilités de recolonisation par l'amont ou les annexes latérales, de la nature des habitats, dans les cas extrêmes la faune pouvant être presque totalement éliminée du milieu.

En cas d'atteintes liées à une artificialisation du régime d'écoulement, il peut se révéler utile d'effectuer une analyse détaillée en traitant séparément les 8 couples substrat-vitesse.

4.4.7 Aménagement des cours d'eau

Toute intervention sur un cours d'eau entraîne une modification des descripteurs hydromorphologiques du milieu que sont la vitesse du courant, la hauteur d'eau et la nature du substrat. Ces modifications peuvent être très variables selon le type d'aménagement et de rivières concernées : la diversité faunistique étant habituellement bien corrélée avec la nature des habitats, l'indice peut répondre de façon significative à ce type de perturbation. Ainsi les travaux de chenalisation, curage prononcé, entraînent habituellement une baisse de la diversité faunistique, tandis que la création de petits seuils et épis, les curages doux (décolmatage), la gestion de la végétation rivulaire et aquatique vont induire un enrichissement faunistique par création d'habitats nouveaux. Cependant, la réponse n'est pas toujours très nette dans la mesure où les groupes faunistiques indicateurs ne sont pas forcément concernés par certains de ces aménagements. L'effet des mesures de valorisation et de revitalisation d'un cours d'eau sur le macrozoobenthos dépend de différents autres facteurs, par exemple : la qualité de l'eau, l'écoulement, l'interconnexion du tronçon avec des secteurs encore naturels à l'origine d'une éventuelle recolonisation. Ces éléments doivent être pris en considération lors de l'interprétation de l'indice de tels sites. Lors du contrôle d'efficacité de la mesure entreprise, on se réfèrera à la littérature spécialisée[28].

[28] Woolsey et al. 2005 : Guide du suivi des projets de revitalisation fluviale. *https ://plattform-renaturierung.ch/wp-content/uploads/2018/11/Woolsey_2005_dt.pdf*

5 Développements futurs et perspectives

Pour garantir des résultats et des évaluations comparables à long terme pour l'ensemble de la Suisse, il est important d'effectuer des prélèvements de qualité élevée et égale, fournissant des résultats reproductibles. Pour atteindre ces objectifs, les mesures suivantes doivent être respectées :

- Mise à disposition d'un *protocole de terrain* constituant une marche à suivre pour une procédure d'échantillonnage précise et standardisée (documents téléchargeables sur *http ://www.modul-stufen-konzept.ch/fg/module/mzb/index_FR).*
- Mise à disposition d'un *protocole de laboratoire* pour la saisie et l'intégration des résultats dans la banque de données MIDAT. Calcul automatique de l'indice à partir de la liste des taxons saisie (documents téléchargeables sur *http ://www.modul-stufen-konzept.ch/fg/module/mzb/index_FR*).
- Centralisation des données fédérales et cantonales dans une banque de données (MIDAT) ouverte aux utilisateurs enregistrés. Développement d'un contrôle qualité des données IBCH livrées.
- Travaux analytique sur les listes faunistiques archivées au niveau national dans MIDAT pour adapter l'indice IBCH_2019 à l'évolution des communautés benthiques (arrivée des néozoaires, changements liés au réchauffement climatique) et assurer le développement d'indices complémentaires.
- Organisation de cours de formation et d'analyse comparatives régulières (formation continue).
- Valorisation du matériel récolté dans le cadre des programmes de surveillance appliquant la méthode de l'IBCH. Ce service permettra une exploitation ultérieure et approfondie du matériel utilisé pour les calculs d'indice. Son but est d'augmenter la connaissance et de suivre l'évolution des communautés d'invertébrés aquatiques menacés en parallèle avec les projets de réactualisation des listes rouges.
- Développement de méthodes comparables appliquées aux grands cours d'eau et aux zones de sources.

Annexes

A1 Protocoles de terrain

A1-1 Protocole SMG «Ecomorphologie» et «Aspect général»

IBCH — **Protocole-terrain-données principales** — **ID :**

Cours d'eau : ..... **Date :** ..... **Point de départ (X/Y) :** .....

Lieu : ..... **Altitude :** ..... **Préleveur /se (leg) :** .....

ECOMORPHOLOGIE *(proximité point de départ)*

Largeur moyenne	en mètres	
Mise sous terre	oui	non
Nombreux seuils naturels	oui	non
Variabilité de la largeur du lit	prononcée	
	limitée	
	nulle	
Variabilité de la profondeur	prononcée	
	limitée	
	nulle	
Aménagement du fond du lit	nul	
	localisé <10%	
	moyen 10-30%	
	important 30-60%	
	prépondérant >60%	
	total 100%	
Matériau de l'aménagement du fond du lit	empierrement_enrochement	
	autre (imperméable)	
Bois mort dans le lit	amas	
	disséminé	
	absent_localisé	

Renforcement du pied de berge	rive gauche	droite
	nul	
	localisé <10%	
	moyen 10-30%	
	important 30-60%	
	prépondérant >60%	
	total 100%	

Perméabilité du renforcement du pied de berge	gauche	droite
	perméable	
	imperméable	

Largeur des rives	gauche	droite
indication en [m]		

Nature des rives	gauche	droite
typique d'un cours d'eau		
atypique d'un cours d'eau		
artificielle		

ASPECT GENERAL — *cochez ce qui convient* ☒

	présence	*cause*	*remarques*	
Boue	non	naturelle	forte chute de flles	purin
	peu/moyen	artificielle	déversement	drainage
	beaucoup	inconnue		
				<= autre
Turbidité	non	naturelle	déversement	marais
	peu/moyen	artificielle	chantier	exutoire lac
	forte	inconnue	centrale hydroélec.	glacier
			instabilité des rives	torrent
				<= autre
Coloration	non	naturelle	colorant dissous	chantier
	peu/moyen	artificielle	colorant particulaire	marais
	forte	inconnue		exutoire lac
				<= autre
Mousse	non	naturelle	forte chute de flles	drainage
	peu/moyen	artificielle	déversement	marais
	beaucoup	inconnue	purin	exutoire lac
			<= autre	Ranunculus
Odeur	non	naturelle	déversement	purin
	peu/moyen	artificielle	prod. de nettoyage	pourriture
	forte	inconnue		
				<= autre
Sulfure de fer	non 0%	naturelle	forte chute de flles	purin
	moyen <25%	artificielle	déversement	drainage
	beaucoup >25%	inconnue		
				<= autre
Colmatage	non	naturelle		
	peu/moyen	artificielle		
	fort	inconnue		

			remarques
Déchets EE*	aucun	**Autres déchets**	aucun	a.hygiéniques
	isolés		isolés	papier -WC
	nombreux		nombreux	sac à ordures
* (déchets provenant de l'évacuation des eaux)				emballages
				<= autre

Organismes hétérotroph.	*présence*	*cause*	*remarques*
	non	naturelle	purin
	isolé	artificielle	drainage
	peu	inconnue	forte chute de flles
	moyen		déversement
	beaucoup		
			<= autre

Végétation	*pas ou peu <10%*	*moyen*	*beaucoup >50%*
algues			
mousses			
macrophytes			

AQ/ps_ver_20150128

Informations supplémentaires (BDM-EPT & NAWA)

Déplacement de l'échantillonnage ☐ raison :

Abandon de la station ☐ raison :

Adultes capturés: Ephemeroptera ☐ Plecoptera ☐ Trichoptera ☐

A1-2 Grille d'échantillonnage IBCH

IBCH : Grille d'échantillonnage **ID :**

Cours d'eau : ..... **Date :** ..... **Point de départ (X/Y) :** .....

Lieu : ..... **Altitude :** ..... **Préleveur /se (leg) :** .....

Vitesses (classes en ~ cm/s)			V > 150	150 > V > 75	75 > V > 25	25 > V > 5	V < 5	
Habitabilité (V:vitesse / S:substrat)		V*	2	4	5	3	1	Remarques
Substrats	recouvrement ↓	S**						
Blocs mobiles >250 mm		10						
Bryophytes		9						
Spermaphytes immergées (hydrophytes)		8						
Eléments organiques grossiers (litières, bois, racines)		7						
Sédiments minéraux de grande taille (pierres, galets) 250 mm > Ø > 25 mm		6						
Granulats grossiers 25 mm > Ø > 2,5 mm		5						
Spermaphytes émergents de strate basse (hélophytes)		4						
Sédiments fins +/- organiques "vases" Ø < 0.1 mm gouille marginale		3						
Sables et limons Ø < 2,5 mm		2						
Surfaces naturelles et artificielles (roches, dalles, sols, parois) blocs scellés		1						
Algues ou à défaut marnes et argiles		0						

AQ/ps_ver_20140219

↑ habitabilité décroissante (10: très bonne, 0: minimale)

V*vitesse du courant, S**Substrat

↑ recouvrement: (1) faible (1-5%)/ (2) peu abondant (6-10%)/ (3) abondant (11-50%)/ (4) très abondant (>50%)

substrat dominant : .....

Tronçon échantillonné / largeur moyenne [m] : .....

x 10 = longueur du tronçon [m] : ..... -

A1-3 Grille d'échantillonnage IBCH (note explicative)

IBCH : GRILLE D'ECHANTILLONNAGE

NOTE EXPLICATIVE

1. Principe : le remplissage de la grille d'échantillonnage IBCH s'effectue en posant 8 (8+4)* placettes de prélèvement kicknet dans un maximum de cases, respectivement de couples substrat-vitesse différents rencontrés dans le tronçon de rivière étudié (site échantillonné).

2. Technique : un prélèvement kicknet consiste à capturer dans un filet normé (25x25cm) la faune benthique soulevée à l'aide d'un travail du pied sur une placette équivalent à une surface d'un pied carré du lit de la rivière.
   Le filet est calé sur le fond du cours d'eau immédiatement à l'aval de la surface prospectée. Le travail dure au maximum 30 secondes (cf. ci-dessous pour les adaptations méthodologiques à apporter en fonction des substrats prospectés).
   En présence de substrat sous-jacent (sédiments présents sous des éléments minéraux ou organiques de grande taille). Le prélèvement se termine toujours par un travail du pied sur l'ensemble de la placette prospectée.

3. Site : la longueur du tronçon échantillonné correspond à 10x la largeur moyenne du lit mouillé du cours d'eau. Cette règle permet de marquer la surface d'échantillonnage et sert de base de calcul à l'estimation du recouvrement des différents substrats.

4. Remplissage du protocole : Les coordonnées XY (CH-1903) de la station indiquent le point aval du tronçon échantillonné. Elles sont placées au centre du cours d'eau. Les informations obligatoires sont inscrites au haut du protocole, le pied de page est à adapter en fonction des besoins et des standards cantonaux ou particuliers.

5. Choix et relevé des placettes de prélèvement : pour placer les 8 (8+4)* prélèvements dans la grille, les priorités suivantes doivent être respectées :

=> remplir la colonne recouvrement en indiquant pour chaque substrat présent le recouvrement estimé de ce dernier (cf. ci-dessous, "Aide visuelle à la détermination du recouvrement des substrats");

=> placer chaque prélèvement dans un couple substrat-vitesse différent en commençant par le substrat le plus habitable à la vitesse de courant la plus favorable et en essayant d'épuiser une première fois tous les substrats disponibles.

=> l'habitabilité des substrats et des vitesses est indiquée respectivement dans la colonne S=Substrat (habitabilité croissante de 0 à 10), et dans la ligne V=vitesse (habitabilité croissante de 1 à 5);

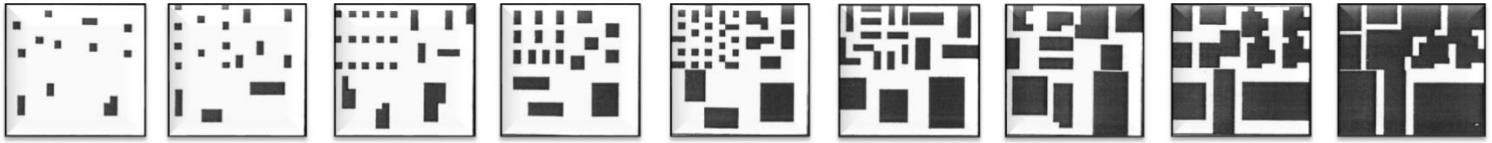
=> En présence de moins de 8 substrats différents, répéter une 2ème fois l'exercice dans les substrats les plus habitables mais à une vitesse différente, en privilégiant le 2ème couple substrat-vitesse le plus favorable; procéder toujours par ordre d'habitabilité décroissante.

=> marquer chaque fois le numéro de prélèvement 1 à 8 (9 à 12)* dans la case de la grille correspondant au couple substrat-vitesse présent, év. accompagné de l'indication du type de substrat prélevé.*NB: le nombre de prélèvement peut-être augmenté de 4 (9 à 12) en présence d'un cours d'eau très diversifié (p.ex. zone alluviale).

Adaptations méthodologiques à apporter en fonction des couples substrat-vitesse à échantillonner :

Blocs mobiles >250 mm	Soulever latéralement le bloc, le filet placé dans le courant de manière à récolter le nuage de faune. Frotter le bloc à la main et récolter la faune fixée. Travailler le substrat sous-jacent avec le pied.
Bryophytes	Peigner et secouer énergiquement les bryophytes avec les doigts sans les arracher. Prélever au maximum une touffe de 5cm2 à introduire dans le filet. Travailler l'éventuel substrat sous-jacent avec le pied.
Eléments organiques grossiers (litières, bois, racines)	Travailler les éléments organiques grossiers avec le pied ou la main. Secouer les racines. Retirer les plus grands éléments du filet après inspection et récolte de la faune fixée. Travailler le substrat sous-jacent avec le
Sédiments minéraux de grande taille (pierres, galets) 250 mm > Ø > 25 mm	Retourner les grandes pierres avec le pied ou la main devant l'ouverture du filet et les frotter si nécessaire en récupérant la faune fixée. Finir en travaillant la surface avec le pied.
Granulats grossiers 25 mm > Ø > 2,5 mm	Travailler avec le pied en récoltant le nuage de faune dégagé. Travailler en douceur en effectuant des mouvements de creusage par rotation de la cheville (technique valable pour tous les substrats meubles).
Spermaphytes immergées (hydrophytes) et émergents (hélophytes)	Peigner et secouer énergiquement les hydrophytes dans le filet sans les arracher, frotter la base des hélophytes. Travailler le substrat sous-jacent avec le pied.
Sédiments fins +/- organiques "vases" Ø < 0.1 mm gouille marginale	Travailler avec le pied en récoltant le nuage de faune dégagé. Effectuer des mouvements de va et vient du filet pour capturer la faune en absence de courant. Rincer le filet pour éliminer les sédiments fins.
Sables et limons Ø < 2,5 mm	Travailler avec le pied en récoltant le nuage de faune dégagé. En absence de courant, effectuer des mouvements de va et vient avec le filet pour capturer la faune (valable pour toutes les vitesses faibles à nulles).
Surfaces naturelles et artificielles (roches, dalles, pavés, parois) blocs scellés > Ø 250 mm	Frotter les surfaces avec le pied ou la main en fonction de la profondeur d'eau. Récolter la faune fixée.
Substrats peu habitables: algues ou à défaut marnes et argiles	Récolter les algues avec le substrat sous-jacent par un travail du pied. Adapter la récolte en fonction du substrat selon les techniques ci-dessus.

Aide visuelle à la détermination du recouvrement des substrats (d'après Northcote 1979) :



5% 10% 15% 20% 30% 40% 50% 60% 80%

AQ/ps_ver_100324

A2 Exemples

IBCH : Grille d'échantillonnage

Numéro ID : 606183

Cours d'eau : GÜRBE **Date :** 17.03.2007 **Point de départ (X/Y) :** 606030 / 183255

Nom de lieu : Grossmatt **Altitude :** 550m **Opérateur(trice) :** Hans Muster

Vitesses (classes en ~ cm /s)			V > 150	150 > V > 75	75 > V > 25	25 > V > 5	V < 5
Habitabilité (V: vitesse / S: substrat)		V*	2	4	5	3	1
Substrats	recouvrement ↓	S**					
Blocs mobiles >250 mm	(2)	10		PREL 7	PREL 1		
Bryophytes	(1)	9				PREL 2	
Spermaphytes immergées (hydrophytes)		8					
Eléments organiques grossiers (litières, bois, racines)	(1)	7					PREL 3 Litière
Sédiments minéraux de grande taille (pierres, galets) 250 mm > Ø > 25 mm	(4)	6		PREL 8 Galets	PREL 4 Galets		
Granulats grossiers 25 mm > Ø > 2,5 mm	(3)	5			PREL 5 Graviers		
Spermaphytes émergents de strate basse (hélophytes)		4					
Sédiments fins +/- organiques "vases" Ø < 0.1 mm gouille marginale		3					
Sables et limons Ø < 2,5 mm	(1)	2					PREL 6 Sables
Surfaces naturelles et artificielles (roches, dalles, sols, parois) blocs scellés > Ø 250 mm		1					
Algues ou à défaut marnes et argiles		0					

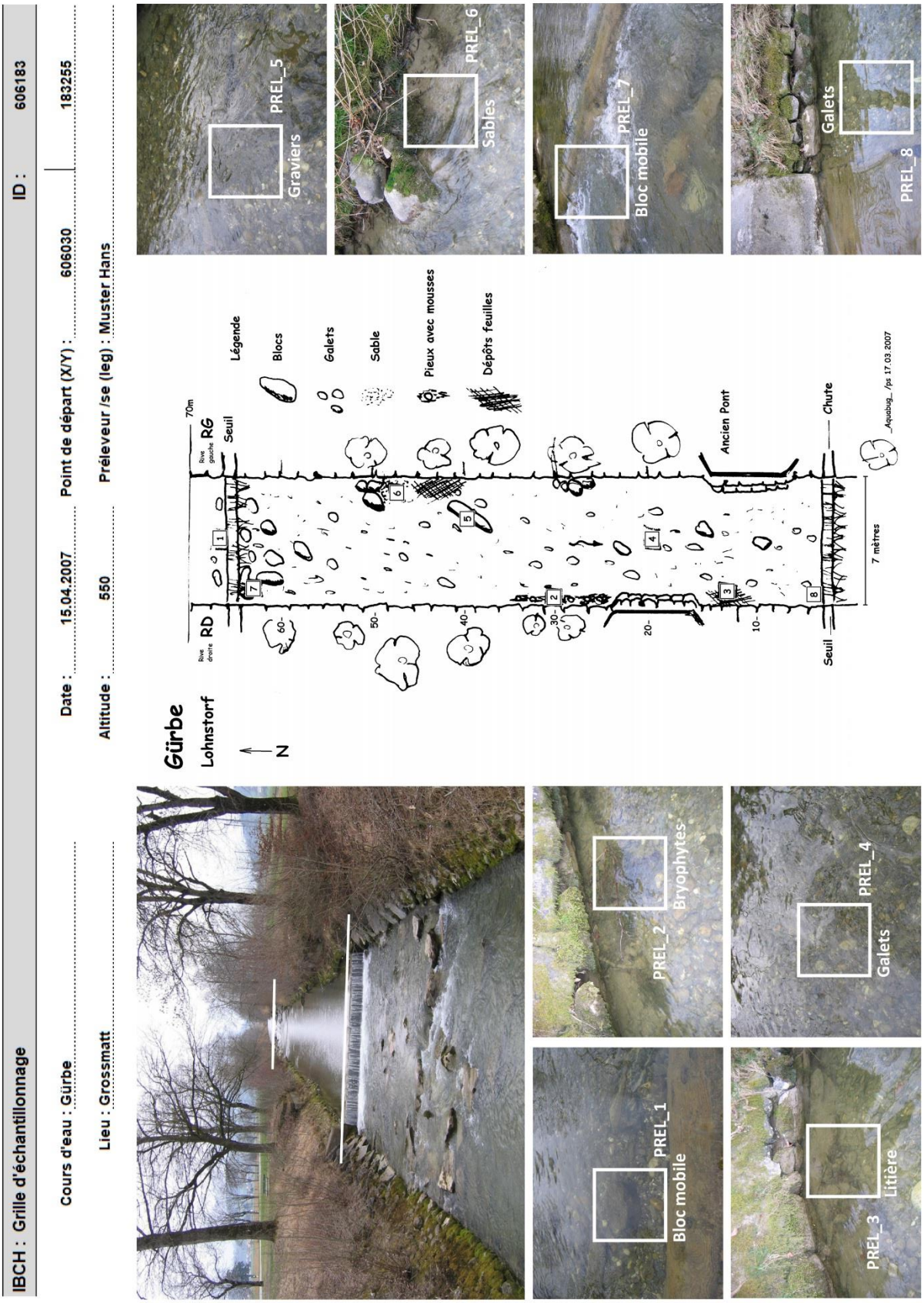
↑ habitabilité décroissante (max. 10)

↑ recouvrement: (1) faible (<5%)/ (2) peu abondant (5-10%)/ (3) abondant (10-50%)/ (4) très abondant (>50%)

V*vitesse du courant, S**Substrat

substrat dominant : **Galets**

AQ/ps_ver_100324


IBCH : Grille d'échantillonnage
ID : 606183
Cours d'eau : Gürbe
Date : 15.04.2007
Point de départ (X/Y) : 606030 / 183255
Lieu : Grossmatt
Altitude : 550
Préleveur /se (leg) : Muster Hans
Gürbe
Lohnstorf
N
RD
Rive droite
RG
Rive gauche
70m
Seuil
Légende
Blocs
Galets
Sable
Pieux avec mousses
Dépôts feuilles
Ancien Pont
Chute
7 mètres
Aquabug /ps 17.03.2007
PREL_1
Bloc mobile
PREL_2
Bryophytes
PREL_3
Litière
PREL_4
Galets
PREL_5
Graviers
PREL_6
Sables
PREL_7
Bloc mobile
PREL_8
Galets

IBCH : Plan d'échantillonnage

Numéro ID : 559204

Cours d'eau : Seyon **Date :** 01.10.2008 **Point de départ (X/Y) :** 559'814 / 204'425

Nom de lieu : Gor **Altitude :** 480 **Opérateur(trice) :** Hans Muster

Vitesses (classes en ~ cm/s)			V > 150	150 > V > 75	75 > V > 25	25 > V > 5	V < 5
Habitabilité (V:vitesse / S:substrat)		V	2	4	5	3	1
Substrats	recouvrement ↓	S					
Blocs mobiles >250 mm		10					
Bryophytes		9					
Spermaphytes immergées (hydrophytes)		8					
Eléments organiques grossiers (litières, bois, racines)	(1)	7					**1 Litière**
Sédiments minéraux de grande taille (pierres, galets) 250 mm > Ø > 25 mm	(3)	6		**7 Pierres/Galets**	**2 Pierres/Galets**		
Granulats grossiers 25 mm > Ø > 2,5 mm	(2)	5		**8 Graviers**	**3 Graviers**		
Spermaphytes émergents de strate basse (hélophytes)		4					
Sédiments fins +/- organiques "vases" Ø < 0.1 mm gouille marginale		3					
Sables et limons Ø < 2,5 mm	(2)	2					**4 Sables**
Surfaces naturelles et artificielles (roches, dalles, sols, parois) blocs scellés	(1)	1			**5 Roche**		
Algues ou à défaut marnes et argiles	(3)	0				**6 Algues**	

↑ habitabilité décroissante (max. 10)

↑ recouvrement: (1) faible (<5%)/ (2) peu abondant (5-10%)/ (3) abondant (10-50%)/ (4) très abondant (>50%)

V*vitesse du courant, S**Substrat

substrat dominant : **Pierres/Galets**

AQ/ps_ver_100324

IBCH : Grille d'échantillonnage

ID : 559204

Cours d'eau : Seyon

Date : 01.10.2008

Point de départ (X/Y) : 559814 | 204425

Lieu : Gor

Altitude : 480

Préleveur /se (leg) : Muster Hans

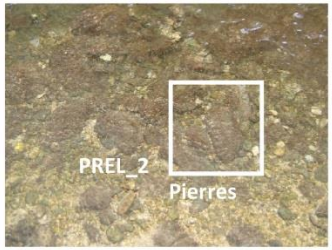
Vitesses (classes en ~ cm/s)			V > 150	150 > V > 75	75 > V > 25	25 > V > 5	V < 5
Habitabilité (V:vitesse / S:substrat)		V	2	4	5	3	1
Substrats recouvrement ↓		S					
Blocs mobiles >250 mm		10					
Bryophytes		9					
Spermaphytes immergées (hydrophytes)		8					
Eléments organiques grossiers (litières, bois, racines)	(1)	7					1 Litière
Sédiments minéraux de grande taille (pierres, galets) 250 mm > Ø > 25 mm	(3)	6		7 Pierres/Galets	2 Pierres/Galets		
Granulats grossiers 25 mm > Ø > 2,5 mm	(2)	5		8 Graviers	3 Graviers		
Spermaphytes émergents de strate basse (hélophytes)		4					
Sédiments fins +/- organiques "vases" Ø < 0.1 mm gouille marginale		3					
Sables et limons Ø < 2,5 mm	(2)	2					4 Sables
Surfaces naturelles et artificielles (roches, dalles, sols, parois) blocs scellés	(1)	1			5 Roche		
Algues ou à défaut marnes et argiles	(3)	0				6 Algues	

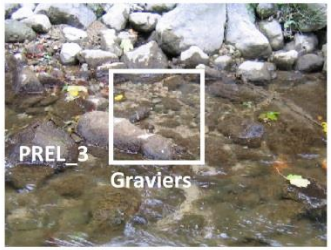
↑ habitabilité décroissante (max. 10)

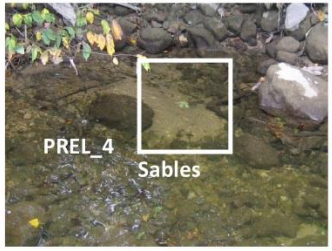
↑ recouvrement: (1) faible (<5%) / (2) peu abondant (5-10%) / (3) abondant (10-50%) / (4) très abondant (>50%)

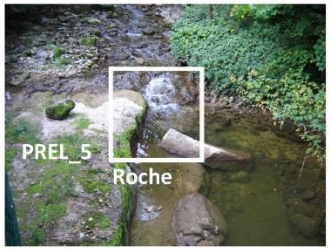
V*vitesse du courant, S**Substrat

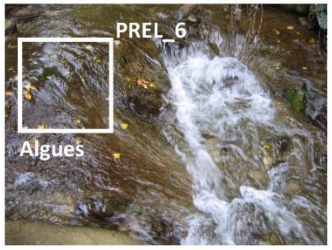
substrat dominant : Pierres/Galets

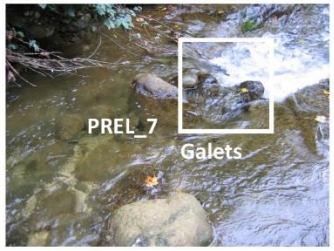


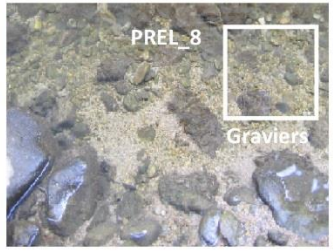












IBCH : Plan d'échantillonnage

Numéro ID : 626153

Cours d'eau : Chiene (Gamchibach) **Date :** 16.06.2007 **Point de départ (X/Y) :** 626'585 / 153'360

Nom de lieu : Gamchi **Altitude :** 1640 **Opérateur(trice) :** Hans Muster

Vitesses (classes en ~ cm/s)			V > 150	150 > V > 75	75 > V > 25	25 > V > 5	V < 5
Habitabilité (V:vitesse / S:substrat)		V	2	4	5	3	1
Substrats	recouvrement ↓	S					
Blocs mobiles >250 mm		10					
Bryophytes		9					
Spermaphytes immergées (hydrophytes)		8					
Eléments organiques grossiers (litières, bois, racines)	(1)	7			**1 Racines / motte**		**5 Racines / motte**
Sédiments minéraux de grande taille (pierres, galets) 250 mm > Ø > 25 mm	(4)	6		**6 Galets**	**2 Galets**	**8 Galets**	
Granulats grossiers 25 mm > Ø > 2,5 mm	(3)	5		**7 Graviers**	**3 Graviers**		
Spermaphytes émergents de strate basse (hélophytes)		4					
Sédiments fins +/- organiques "vases" Ø < 0.1 mm gouille marginale		3					
Sables et limons Ø < 2,5 mm	(1)	2				**4 Limons**	
Surfaces naturelles et artificielles (roches, dalles, sols, parois) blocs scellés		1					
Algues ou à défaut marnes et argiles		0					

↑ habitabilité décroissante (max. 10)

↑ recouvrement: (1) faible (<5%)/ (2) peu abondant (5-10%)/ (3) abondant (10-50%)/ (4) très abondant (>50%)

V*vitesse du courant, S**Substrat

substrat dominant : **Galets**

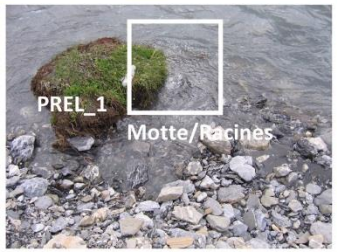
AQ/ps_ver_100324

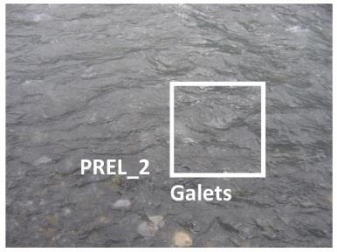
IBCH : Grille d'échantillonnage

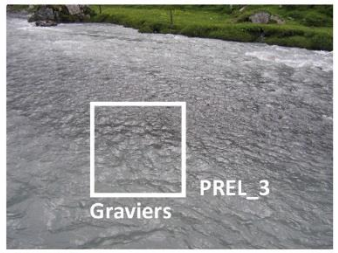
ID : 626153

Cours d'eau : Ciene (Gamchibach) | Date : 16.06.2007 | Point de départ (X/Y) : 626585 | 153360

Lieu : Gamchi | Altitude : 1640 | Préleveur /se (leg) : Muster Hans







IBCH : Plan d'échantillonnage

Numéro ID : 626153

Cours d'eau : Chiene (Gamchibach) | Date : 16.06.2007 | Point de départ (X/Y) : 626'585 / 153'360

Nom de lieu : Gamchi | Altitude : 480 | Opérateur(trice) : Hans Muster

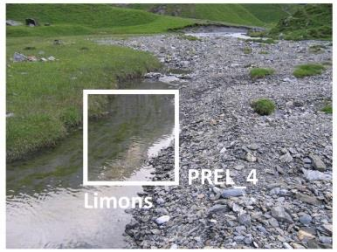
Vitesses (classes en ~ cm/s)			V > 150	150 > V > 75	75 > V > 25	25 > V > 5	V < 5
Habitabilité (V:vitesse / S:substrat)		V	2	4	5	3	1
Substrats	recouvrement ↓	S					
Blocs mobiles >250 mm		10					
Bryophytes		9					
Spermaphytes immergées (hydrophytes)		8					
Eléments organiques grossiers (litières, bois, racines)	(1)	7			1 Racines / motte		5 Racines / motte
Sédiments minéraux de grande taille (pierres, galets) 250 mm > Ø > 25 mm	(4)	6		6 Galets	2 Galets	8 Galets	
Granulats grossiers 25 mm > Ø > 2,5 mm	(3)	5		7 Graviers	3 Graviers		
Spermaphytes émergents de strate basse (hélophytes)		4					
Sédiments fins +/- organiques "vases" Ø < 0.1 mm gouille marginale		3					
Sables et limons Ø < 2.5 mm	(1)	2				4 Limons	
Surfaces naturelles et artificielles (roches, dalles, sols, parois) blocs scellés		1					
Algues ou à défaut marnes et argiles		0					

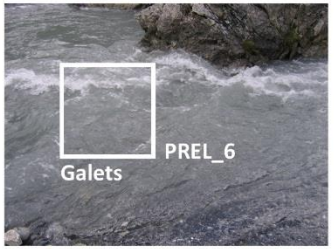
↑ habitabilité décroissante (max. 10)

↑ recouvrement: (1) faible (<5%)/ (2) peu abondant (5-10%)/ (3) abondant (10-50%)/ (4) très abondant (>50%)

V*vitesse du courant, S**Substrat

substrat dominant : Galets





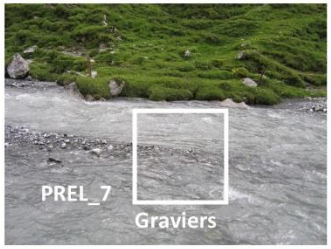


Figure 7

Prélèvement kicknet « bloc mobile »

a) et b) Bloc soulevé et frotté à la main devant le filet placé dans le courant c) Travail final avec le pied du substrat sous-jacent.

Figure 8

Rinçage du prélèvement et décantations successives

le surnageant est conservé

Figure 9

Retrait des grandes larves et contrôle final du matériel minéral

A3 Classification des substrats

Illustration der Substrate

Figure 10
Blocs mobiles
Blocs, rochers > 25 cm

Figure 11
Blocs mobile
Grosses pierres, >25 cm

Figure 12
Bryophytes
Mousses

Figure 13
Spermaphytes immergées
Hydrophytes en général

Figure 14

Eléments organiques grossiers

Litière

Figure 15

Eléments organiques grossiers

Bois mort

Figure 16

Sédiments minéraux de grande taille

Galets, 6–20 cm, év. avec gravier fin et sable

Figure 17

Sédiments minéraux de grande taille

Gravier grossier, 2.5–6 cm, év. Avec gravier fin et sable

Figure 18

Granulats grossiers

Gravier fin à moyen, 0.25–2.5 cm

Figure 19

Spermaphytes émergents

Hélophytes en général

Figure 20

Sédiments fins +/- organiques

Sédiments fins, <0.1 mm

Figure 21

Sables et limons

Sable, < 2,5 mm

Figure 22

Surfaces naturelles et artificielles

Roche affleurante

Figure 23

Algues

Algues filamenteuses

Tableau 9

Liste des substrats par ordre d'habitabilité décroissante

Substrats	Degré d'habitabilité* (10 : très bon, 0 : minimal)
Blocs mobiles > 250 mm	10
Bryophytes	9
Spermaphytes immergées (hydrophytes)	8
Eléments organiques grossiers (litières, bois, racines)	7
Sédiments minéraux de grande taille (pierres, galets) 250 mm > Ø > 25 mm	6
Granulats grossiers 25 mm > Ø > 2,5 mm	5
Spermaphytes émergents de strate basse (hélophytes)	4
Sédiments fins +/- organiques »vases » Ø < 0,1 mm gouille marginale	3
Sables et limons Ø < 2,5 mm	2
Surfaces naturelles et artificielles (roches, dalles, sols, parois) blocs scellés	1
Algues ou à défaut marnes et argiles	0

* Le degré d'habitabilité (biogénicité) d'un substrat dépend en partie de ses caractéristiques, mais également de sa stabilité. Selon sa nature, sa granulométrie et les caractéristiques de l'écoulement, la mobilité du substrat peut être nulle (roche affleurante), faible (bryophytes, rochers/galets par fort écoulement), moyenne (gravier grossier) ou importante (sable par ex.). Le plan d'échantillonnage de l'IBCH tient compte de cette habitabilité en donnant une priorité aux substrats les plus biogènes. Il en résultera un indice propre à mettre en évidence le potentiel biogène du cours d'eau.

A4 Protocole de laboratoire

IBCH **Protocole-Laboratoire** **ID :**

Cours d'eau : _____ **Date :** _____ **Point de départ (X/Y) :** _____

Lieu : _____ **Altitude :** _____ **Déterminateur/trice :** _____

LISTE DES TAXONS — Régime IBCH-Q : ____ VC :

PORIFERA			
CNIDARIA		*C. sowerbii**	
BRYOZOA			
PLATYHELMINTHES			
Dendrocoelidae			
Dugesiidae		*D. tigrina**	
Planariidae			
"NEMATHELMINTHES"			
ANNELIDA			
Hirudinea			
Erpobdellidae			
Glossiphoniidae			
Hirudidae (Tachet)			
Piscicolidae			
Oligochaeta			
		Polychaeta°	
MOLLUSCA			
Gastropoda			
Acroloxidae			
Ancylidae (Tachet)			
Bithyniidae			
Ferrissiidae (Tachet)			
Hydrobiidae		*P. antipodarum**	
Lymnaeidae			
Neritidae			
Physidae		*H. acuta**	
Planorbidae			
Valvatidae			
Viviparidae			
Bivalvia			
Corbiculidae°			
Dreissenidae°			
Sphaeriidae			
Unionidae			
ARTHROPODA			
Arachnida (Inf.-Cl.) Acari			
Hydracarina			
Crustacea			
Branchiopoda			
Amphipoda		Crangonyctidae°	
Corophiidae°			
Gammaridae		*Dikerogammarus sp.**	
Niphargidae			
Isopoda			
Asellidae			
Janiridae°			
Mysida			
Mysidae°			
Decapoda			
Astacidae			
Cambaridae°			
Insecta			
Ephemeroptera			
Ameletidae			
Baetidae			
Caenidae			
Ephemerellidae			
Ephemeridae			
Heptageniidae			
Leptophlebiidae			
Oligoneuriidae			
Polymitarcyidae			
Potamanthidae			
Siphlonuridae			
Odonata			
Aeshnidae			
Calopterygidae			
Coenagrionidae			
Cordulegastridae			
Corduliidae			
Gomphidae			
Lestidae			
Libellulidae			
Platycnemididae			
Plecoptera			
Capniidae			
Chloroperlidae			
Leuctridae			
Nemouridae			
Perlidae			
Perlodidae			
Taeniopterygidae			
autres néozoaires			

Heteroptera			
Aphelocheiridae			
Corixidae			
Gerridae			
Hebridae			
Hydrometridae			
Mesoveliidae			
Naucoridae			
Nepidae			
Notonectidae			
Pleidae			
Veliidae			
Megaloptera			
Sialidae			
Neuroptera			
Osmylidae			
Sisyridae			
Coleoptera			
Curculionidae			
Chrysomelidae			
Dryopidae			
Dytiscidae			
Elmidae			
Gyrinidae			
Haliplidae			
Helophoridae (Tachet)			
Hydraenidae			
Hydrochidae (Tachet)			
Hydrophilidae			
Hydroscaphidae			
Hygrobiidae			
Noteridae			
Psephenidae			
Scirtidae			
Spercheidae (Tachet)			
Hymenoptera			
Trichoptera			
Apataniidae			
Beraeidae			
Brachycentridae			
Ecnomidae			
Glossosomatidae			
Goeridae			
Helicopsychidae			
Hydropsychidae			
Hydroptilidae			
Lepidostomatidae			
Leptoceridae			
Limnephilidae			
Molannidae			
Odontoceridae			
Philopotamidae			
Phryganeidae			
Polycentropodidae			
Psychomyiidae			
Ptilocolepidae			
Rhyacophilidae			
Sericostomatidae			
Lepidoptera			
Diptera			
Anthomyiidae/Muscidae			
Athericidae			
Blephariceridae			
Ceratopogonidae			
Chaoboridae			
Chironomidae			
Culicidae			
Cylindrotomidae			
Dixidae			
Dolichopodidae			
Empididae			
Ephydridae			
Limoniidae/Pediciidae			
Psychodidae			
Ptychopteridae			
Rhagionidae			
Scathophagidae			
Sciomyzidae			
Simuliidae			
Stratiomyidae			
Syrphidae			
Tabanidae			
Thaumaleidae			
Tipulidae			
autres néozoaires			

Résultats IBCH	Σ EPT :	0	Σ Taxons $n_{observé}$:	0	**Valeurs** **VT**
Préleveur/se (leg) modifier si différent	Σ Neozoaires° :	0	Taxons $n_{corrigé}$:		de 0 à 1 **GI**
-	Σ Abondances :	0	Groupe indicateur GI (max.) :	0	**IBCH_2019**

AQ/ps_ver_20191106 SPEAR_2018 : IBCH_2019_R

Disponible électroniquement à l'adresse www.modul-stufen-konzept.ch

A5 Équipement et matériel utile

Tableau 10

Liste du matériel de terrain

Equipement de sécurité	· **bottes/cuissardes/waders (adaptés à la profondeur d'eau) ;** · gilet de sauvetage autogonflant ; · **natel ; horaire de travail (communiqué à un tiers) ;** · **désinfectant (p. ex. comprimés de chlore effervescents, Potassium Peroxomonosulphate, eau de javel).**
Mesures et relevés	· GPS ; ruban de mesure 50 m ; courantomètre ; appareil de photo numérique ; · sous-main, papier et crayon gras HB à 2B ;
Documents	· carte de la station 1 : 25 000 ; · protocoles de terrain 2x (annexe A1 : A1.0, A1.1 & A1.2) ; · étiquettes standardisées impression laser (cf. Chap. 3.3.6).
Prélèvement	· filet Kicknet normé 25x25 cm (cadre emmanché 25x25 cm, filet avec vide de maille de 500 µm de 50 cm de longueur, p. ex. Bioform art. A56a) ; · passoire tissu normé 500 µm ; · éthanol 95 % (bidon 5 litres) et éthanol 85 % (tubes 40&50 ml remplis à l'avance) ; · brucelles entomologiques inox perforées (p. ex. Bioform art. B31b) ; loupe de poche ou loupe à fixer sur les lunettes ; · bacs de laboratoire (240x300 mm Semadeni art. 3616) ; · tubes (PS 40 ml Semadeni art. 2277 & PS 50 ml Semadeni art. 2278) ; · entonnoir à poudre (Semadeni art. 211) ; seaux rectangulaires munis d'un couvercle hermétique (PE-HD 270x200x150 mm Semadeni art. 2073) ; · fiole à jet (PE-LD 250 ml Semadeni art. 16).

Tableau 11

Liste du matériel de laboratoire

Equipement optique	· **stéréomicroscope 40x ; éclairage halogène 100W par fibres optiques ;** · **boîtes de Pétri en verre clair 10 cm de diamètre.**
Documents	· protocole de laboratoire (annexe A4) ; · étiquettes standardisées impression laser (cf. Chap. 3.3.6).
Laboratoire	· brucelles entomologiques inox perforées (p. ex. Bioform art. B31b) ; · passoire tissu normé 500 µm ; passoire tissu normé 500 µm ; · éthanol 85 % ; · tubes (PS 40 ml Semadeni art. 2277 & PS 50 ml Semadeni art. 2278) ; · entonnoir à poudre (Semadeni art. 0211) ; · fiole à jet (PE-LD 250ml Semadeni art. 16).

A6 Mesures de sécurité

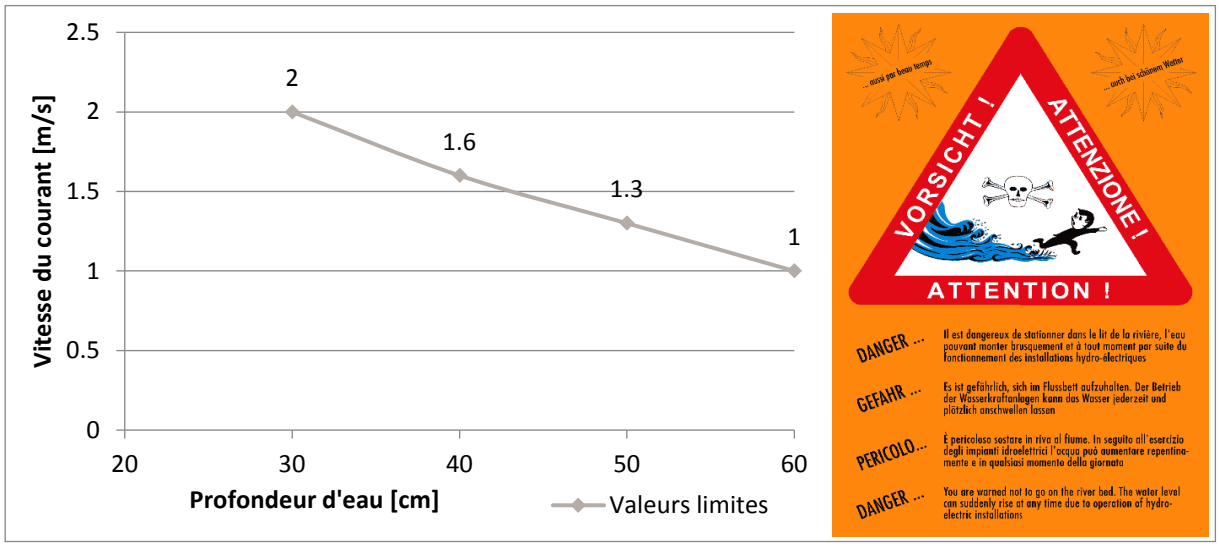
Les 5 points de sécurité à respecter lors des prélèvements du macrozoobenthos

1. Accès et déplacement sécurisés : le site d'échantillonnage doit être accessible de manière sûre (pas de berges escarpées), un déplacement sans risque avec des cuissardes/waders doit être garanti sur l'ensemble de la surface d'échantillonnage. Les situations suivantes présentent un risque pour l'opérateur : 1) débits et vitesses de courant trop forts, 2) eaux trop profondes, 3) pentes trop importantes, 4) berges inaccessibles. Dans chacune de ces situations, l'opérateur devra estimer personnellement les risques encourus et renoncer à l'échantillonnage en cas de doute. Le port d'un gilet de sauvetage autogonflant, de même que la présence d'une 2ème personne sur la rive sont vivement conseillés dans les cours d'eau à risque.
2. Tronçon soumis à l'exploitation de la force hydraulique : un contact doit être pris avec l'exploitant pour déterminer précisément la date et l'heure de l'échantillonnage avant tout parcours dans le lit de cours d'eau. L'exploitant communiquera l'horaire exact des variations de débit alors que l'opérateur informera l'exploitant à l'avance de la date, l'heure et la durée de son échantillonnage. L'échantillonnage ne se réalise qu'en cas de garanties fournies par l'exploitant. Une attention particulière devra être portée aux installations automatiques (p. ex. purges automatiques).
3. Risque de crues : l'opérateur devra s'informer des conditions hydrologiques (https ://www.hydrodaten.admin.ch/fr/) et météorologiques (https ://www.meteosuisse.admin.ch/home.html ?tab=overview) avant chaque campagne de terrain pour évaluer les risques de crues subites ou avérées dans les cours d'eau à échantillonner.
4. Risques de contamination des cours d'eau : pour éviter tout transport d'agent pathogène et de contamination entre bassins versants, l'opérateur procèdera, en cas de doute, à la désinfection du matériel de prélèvement et des bottes avec un produit adéquat (p. ex. comprimés de chlore effervescents, Potassium Peroxomonosulphate, eau de javel, virkon®) à chaque changement de bassin versant, lors de travaux à proximité d'une pisciculture ou de remontée du bassin versant.
5. Demande d'autorisation : l'opérateur s'informera des dispositions légales en vigueur pour effectuer des prélèvements dans un site d'échantillonnage donné

Figure 24

Valeurs limites pour un déplacement sécurisé dans le lit du cours d'eau et panneau de danger

NB : ces valeurs limites indicatives varient sensiblement d'une part en fonction du poids et de la pointure de l'opérateur, d'autre part en fonction de l'adhérence au substrat (p. ex. recouvrement des substrats minéraux par des algues).



A7 Calcul de l'indice IBCH_2019

Tableau 12 Liste des taxons utilisés (répertoire des organismes). Les 38 taxons indicateurs sont en caractères gras.

INSECTA
PLECOPTERA
Capniidae
Chloroperlidae
Leuctridae
Nemouridae
Perlidae
Perlodidae
Taeniopterygidae

TRICHOPTERA
Apataniidae
Beraeidae
Brachycentridae
Ecnomidae
Glossosomatidae
Goeridae
Helicopsychidae
Hydropsychidae
Hydroptilidae
Lepidostomatidae
Leptoceridae
Limnephilidae
Molannidae
Ondotoceridae
Philopotamidae
Phryganeidae
Polycentropodidae
Psychomyidae
Ptilocolepidae
Rhyacophilidae
Sericostomatidae

EPHEMEROPTERA
Ameletidae
Baetidae
Caenidae
Ephemerellidae
Ephemeridae
Heptageniidae
Leptophlebiidae
Oligoneuriidae
Polymitarcyidae
Potamanthidae
Siphlonuridae

HETEROPTERA
Aphelocheiridae
Corixidae
Gerridae
Hebridae
Hydrometridae
Mesoveliidae
Naucoridae
Nepidae
Notonectidae
Pleidae
Veliidae

COLEOPTERA
Curculionidae
Chrysomelidae
Dryopidae
Dytiscidae
Elmidae
Gyrinidae
Haliplidae
Helophoridae (Tachet)
Hydraenidae
Hydrophilidae
Hydrochidae (Tachet)
Hydroscaphidae
Hygrobiidae
Noteridae
Psephenidae
Scirtidae
Spercheidae (Tachet)

DIPTERA
Anthomyiidae/Muscidae
Athericidae
Blephariceridae
Ceratopogonidae
Chaoboridae
Chironomidae
Culicidae
Cylindrotomidae
Dixidae
Dolichopodidae
Empididae
Ephydridae
Limoniidae/Pediciidae
Psychodidae
Ptychopteridae
Rhagionidae
Scathophagidae
Sciomyzidae
Simuliidae
Stratiomyidae
Syrphidae
Tabanidae
Thaumaleidae
Tipulidae

ODONATA
Aeshnidae
Calopterygidae
Coenagrionidae
Cordulegastridae
Corduliidae
Gomphidae
Lestidae
Libellulidae
Platycnemididae

MEGALOPTERA
Sialidae

NEUROPTERA
Osmylidae
Sisyridae

HYMENOPTERA

LEPIDOPTERA

CRUSTACEA
BRANCHIOPODES
AMPHIPODES
Corophiidae
Gammaridae
Niphargidae

ISOPODA
Asellidae
Janiridae

MYSIDA
Mysidae

DECAPODA
Astacidae
Cambaridae

MOLLUSCA
BIVALVIA
Corbiculidae
Dreissenidae
Sphaeriidae
Unionidae

GASTROPODA
Ancylidae (Tachet)
Acroloxidae
Ferrissiidae (Tachet)
Bithyniidae
Hydrobiidae
Limnaeidae
Neritidae
Physidae
Planorbidae
Valvatidae
Viviparidae

ANNELIDA
HIRUDINEA
Erpobdellidae
Glossiphoniidae
Hirudidae (Tachet)
Piscicolidae

PLATYHELMINTHES
Dendrocoelidae
Dugesiidae
Planariidae

OLIGOCHAETA

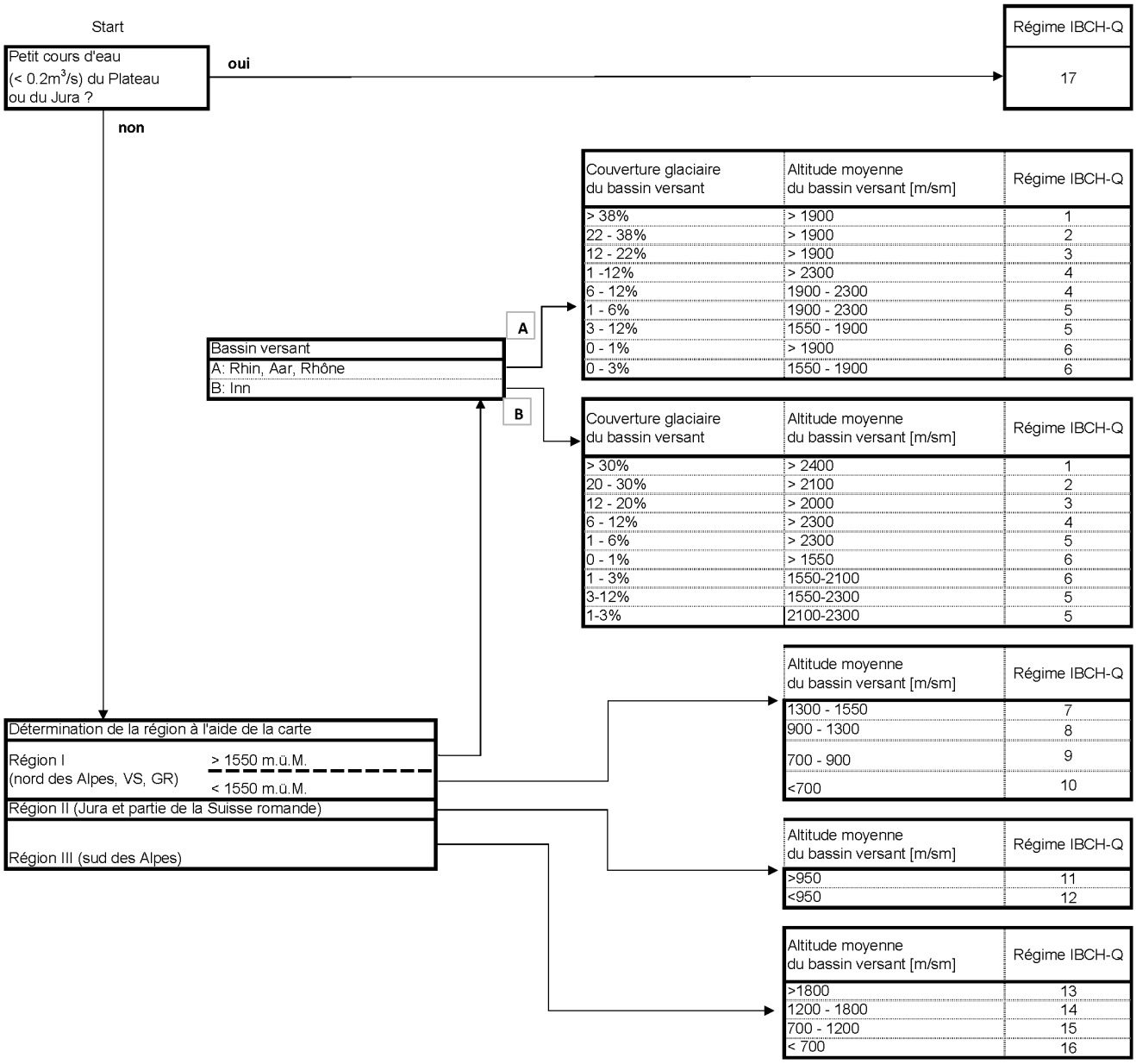
«NEMATHELMINTHES»

HYDRACARINA
CNIDARIA
PORIFERA
BRYOZOA

A8 Types de cours d'eau nécessitant une interprétation prudente des résultats IBCH

- Zone de confluence de deux cours d'eau : dans la zone de confluence la valeur IBCH est généralement légèrement plus élevée. Ce phénomène s'observe particulièrement lorsque la typologie des deux cours d'eau diffère fortement. Le mélange des faunes augmente la diversité et par conséquent la classe de variété VT de ces tronçons.
- Influence des eaux souterraines : les arrivées d'eaux souterraines ponctuelles ou sur des tronçons limités peuvent modifier les conditions environnementales du benthos. Elles permettent la présence dans les grands cours d'eau d'espèces inféodés aux cours supérieurs, ce qui fausse l'évaluation de la qualité du cours d'eau.
- Cours d'eau à dépôts carbonatés naturels : les dépôts carbonatés observés dans certains tronçons de cours d'eau influencent négativement le développement de nombreuses espèces benthiques. Ces dépôts colmatent le lit et encroutent le corps des invertébrés. Seules des mues régulières permettent aux animaux de se débarrasser des dépôts calcaires et certains groupes taxonomiques sont mieux adaptés à ces conditions (p.ex. Gammaridae). D'une manière générale on observe une diversité plus faible dans ces tronçons et donc une classe de variété VT plus basse.
- Cours d'eau de plaine présentant une faible diversité naturelle des substrats (molasse, roche nue, substrats minéraux grossiers) : les cours d'eau s'écoulant sur des formations géologiques « homogènes » présentent une diversité réduite de microhabitats pour la faune benthique. Ces tronçons hébergent une diversité faunistique réduite et donc une classe de variété VT plus basse.
- Cours d'eau provenant d'un marais : l'alimentation d'un cours d'eau par un marais peut influencer son évaluation avec des valeurs IBCH réduites ou surestimées. Le résultat dépend en grande partie de l'altitude et des caractéristiques du tronçon échantillonné (marais eutrophe, tourbière, bas-marais de pente, etc.).
- Canaux et secteurs influencés par un plan d'eau : les canaux et tronçons de cours d'eau en contact avec un plan d'eau hébergent souvent une communauté d'espèces à la fois liée aux eaux courantes et eaux stagnantes. Les rapports de dominance peuvent fortement varier d'un tronçon à l'autre en fonction des conditions d'écoulement et des affluents naturels. Les valeurs IBCH obtenues le long de ce type de linéaire présentent souvent une grande variabilité.
- Les cours d'eau à typologie particulière tels que milieux de source (crénal), ruisseaux de source (épirhithral), cours d'eau temporaires et grands cours d'eau (potamal) ne peuvent être évalués correctement à l'aide de la méthode IBCH, parce qu'ils hébergent une communauté benthique spécialisée. L'évaluation des milieux de source peut s'effectuer à l'aide de la méthode développée par l'OFEV pour ces milieux (Lubini et al. 2014). Pour tous les autres types de cours d'eau, un échantillonnage de type IBCH reste envisageable. Les résultats obtenus devront cependant être interprétés avec prudence et ne pourront pas être comparés directement avec ceux de cours d'eau « normaux » du champ d'application de la méthode décrits au § 2.3.

A9 Diagramme décisionnel pour la détermination du régime d'écoulement IBCH (régime IBCH-Q)



Couverture glaciaire du bassin versant	Altitude moyenne du bassin versant [m/sm]	Régime IBCH-Q
> 38%	> 1900	1
22 - 38%	> 1900	2
12 - 22%	> 1900	3
1 -12%	> 2300	4
6 - 12%	1900 - 2300	4
1 - 6%	1900 - 2300	5
3 - 12%	1550 - 1900	5
0 - 1%	> 1900	6
0 - 3%	1550 - 1900	6

Couverture glaciaire du bassin versant	Altitude moyenne du bassin versant [m/sm]	Régime IBCH-Q
> 30%	> 2400	1
20 - 30%	> 2100	2
12 - 20%	> 2000	3
6 - 12%	> 2300	4
1 - 6%	> 2300	5
0 - 1%	> 1550	6
1 - 3%	1550-2100	6
3-12%	1550-2300	5
1-3%	2100-2300	5

Altitude moyenne du bassin versant [m/sm]	Régime IBCH-Q
1300 - 1550	7
900 - 1300	8
700 - 900	9
<700	10

Altitude moyenne du bassin versant [m/sm]	Régime IBCH-Q
>950	11
<950	12

Altitude moyenne du bassin versant [m/sm]	Régime IBCH-Q
>1800	13
1200 - 1800	14
700 - 1200	15
< 700	16

Répertoires

Graphiques/Figures

Figure 1
Niveaux typologiques et zonation piscicole

Figure 2
Exemple d'étiquette utilisée pour étiqueter les échantillons

Figure 3
Exemples d'étiquettes utilisées pour le matériel déterminé

Figure 4
Exemple de numéro d'identité (ID) utilisé pour l'archivage des données et du matériel déterminé

Figure 5
Valeur VT 1 à 14 ramenée à une échelle métrique de 0 à 1

Figure 6
Valeur GI 1 à 9 ramenée à une échelle métrique de 0 à 1

Figure 7
Prélèvement kicknet « bloc mobile »

Figure 8
Rinçage du prélèvement et décantations successives

Figure 9
Retrait des grandes larves et contrôle final du matériel minéral

Figure 10
Blocs mobiles

Figure 11
Blocs mobile

Figure 12
Bryophytes

Figure 13
Spermaphytes immergées

Figure 14
Eléments organiques grossiers

Figure 15
Eléments organiques grossiers

Figure 16
Sédiments minéraux de grande taille

Figure 17
Sédiments minéraux de grande taille

Figure 18
Granulats grossiers

Figure 19
Spermaphytes émergents

Figure 20
Sédiments fins +/- organiques

Figure 21
Sables et limons

Figure 22
Surfaces naturelles et artificielles

Figure 23
Algues

Figure 24
Valeurs limites pour un déplacement sécurisé dans le lit du cours d'eau et panneau de danger

Tableaux

Tableau 1
Classification des substrats en fonction de leur abondance

Tableau 2
Principaux types de sites d'échantillonnage

Tableau 3
Fenêtres d'échantillonnage prioritaires recommandées en fonction de l'altitude

Tableau 4
Fenêtres d'échantillonnage de la campagne facultative

Tableau 5
Détermination d'une valeur de correction en fonction du régime d'écoulement IBCH (régime IBCH-Q)

Tableau 6
Détermination de la classe de variété

Tableau 7
Détermination du groupe faunistique indicateur

Tableau 8
Affectation d'un tronçon de cours d'eau à l'une des cinq classes de qualité en fonction du score obtenu pour l'IBCH

Tableau 9
Liste des substrats par ordre d'habitabilité décroissante

Tableau 10
Liste du matériel de terrain

Tableau 11
Liste du matériel de laboratoire

Tableau 12
Liste des taxons utilisés (répertoire des organismes). Les 38 taxons indicateurs sont en caractères gras.

Bibliographie

Ouvrages de base pour la détermination des taxons au niveau R [IBCH_2019]

Eiseler B. 2010 : Taxonomie für die Praxis. Bestimmungshilfen – Macrozoobenthos (1). LANUV-Arbeitsblatt 14. 181 p.
Eiseler B. 2013 : Taxonomie für die Praxis. Bestimmungshilfen – Macrozoobenthos (2). LANUV-Arbeitsblatt 20. 291 p.
Faasch H. 2015 : Bestimmungshilfe für aquatische und semiaquatische Dipterenlarven. Deutsche Gesellschaft für Limnologie e.V. (DGL). 179 p.
Faasch H. 2017 : Bestimmungshilfe für aquatische Käferlarven-Gattungen. Deutsche Gesellschaft für Limnologie e.V. (DGL). 136 p.
Glöer, P. 2017, Süsswassermollusken. Ein Bestimmungsschlüssel für die Muscheln und Schnecken im Süsswasser der Bundesrepublik Deutschland [DJN 15. korrigierte Auflage]. 135 p.
Mauch E. 2017 : Aquatic Diptera larvae in Central, Northwest and North Europe. The forms and their identification, a survey. Lauterbornia no 83.
Tachet H., Richoux P., Bournaud M., Dessaix P., Pattee E 2009 : Initiation aux invertébrés des eaux douces. AFL Editions. 188 p.
Tachet H., Richoux P., Bournaud M., Usseglio-Polatera P. 2010 : Invertébrés d'eau douce, systématique, biologie, écologie. Nouvelle édition revue et augmentée. CNRS Editions. 607 p.

Glossaire

Aspect général
Ensemble des paramètres utiles pour apprécier de manière sensorielle la qualité de l'eau in situ, soit les paramètres : boues, turbidité, coloration, mousse, odeur, sulfure de fer, colmatage, déchets, organismes hétérotrophes et végétation (Binderheim & Göggel 2007).

Fenêtre d'échantillonnage
Fenêtre temporelle durant laquelle un prélèvement doit être effectué. La méthode IBCH définit 5 fenêtres temporelle décalées entre mars et juin en fonction de tranches d'altitude données (tableau 3).

GI
Groupe indicateur de sensibilité de l'indice IBCH (famille ayant la valeur la plus élevée dans la liste faunistique observée).

Grille d'échantillonnage
Matrice (classification) composée d'une part de la vitesse du courant (répartition par classes) et d'autre part du substrat (répartition par type). Cette matrice permet de définir les combinaisons entre vitesse d'écoulement et substrat présents pour la prise d'échantillons (prélèvements à l'aide d'un filet kicknet) (Stucki 2010).

IBCH
Indice (également appelé Indice Biotique CH), fondé sur l'examen du macrozoobenthos (faune des macroinvertébrés inféodés au substrat), permettant de déterminer la qualité biologique d'un cours d'eau. L'indice, d'une valeur de 0 à 20, est basé sur la présence ou l'absence de certains taxons bioindicateurs polluo-sensibles (p.ex. Plécoptères) ou polluo-résistants, combinée à la diversité des taxons observés (Stucki 2010).

IBCH_2019
Version adaptée en 2019 de l'indice IBCH.

IBCH_R
Robustesse de l'indice par retrait d'une famille du groupe indicateur le plus élevé dans la liste faunistique et recalcul de l'indice à partir de la liste réduite.

Macrozoobenthos
Le Macrozoobenthos MZB désigne les invertébrés aquatiques visibles à l'œil nu qui colonisent le fond des cours d'eau et des plans d'eau (également appelé faune benthique).

Méthodes SMG
Méthodes du système modulaire gradué : www.modul-stufen-konzept.ch

MIDAT
Banque de données MIDAT rivière centralisant les données IBCH nationales et cantonales (www.cscf.ch).

MBD-EPT
Programme du monitoring de la biodiversité des insectes aquatiques en Suisse. Ce programme comprend l'échantillonnage de >500 stations de cours d'eau sur un cycle de 5 ans selon la méthode IBCH avec détermination à l'espèce des EPT.

NAWA
Observation nationale de la qualité des eaux de surface (réseau et programme)

Opérateur
Personne chargée d'effectuer et de fixer dans l'éthanol (non dénaturé) un échantillonnage IBCH sur le terrain

$SPEAR_{pesticide}$
Conçu au départ comme indicateur du stress occasionné par les pesticides provenant de l'agriculture sur le MZB, les études récentes montre que le $SPEAR_{pesticide}$ met en évidence le stress toxique induit par un cocktail plus large de micropolluants, incluant notamment les produits pharmaceutiques, de soins corporels et les pesticides (Liess et al. 2008)[29].

Taxon EPT
Espèce ou groupes d'espèces appartenant aux ordres d'insectes aquatiques des Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera.

VT
Classe de variété taxonomique définie à partir de la somme des taxons.

[29] Liess M., Schäfer R., Schriever C., 2008 : The footprint of pesticide stress in communities - species traits reveal community effects of toxicants.Science of the Total Environment, 406, 484-490.