

**INFORMATIONS CONCERNANT
LA PROTECTION DES EAUX**

n° 27

**Méthodes d'analyse et
d'appréciation des cours d'eau
en Suisse**

**Ecomorphologie –
niveau R (région)**

**INFORMATIONS CONCERNANT
LA PROTECTION DES EAUX**

n° 27

**Méthodes d'analyse et
d'appréciation des cours d'eau
en Suisse**

**Ecomorphologie –
niveau R (région)**

En collaboration avec

Institut fédéral pour l'aménagement, l'épuration
et la protection des eaux (IFAEPE)

Office fédéral de l'économie des eaux (OFEE)

Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL),
canton de Zurich

**Publié par l'Office fédéral
de l'environnement, des forêts
et du paysage OFEFP
Berne, 1998**

Impressum

Ce rapport a été élaboré par le groupe de projet
«Appréciation des cours d'eau». Les membres du
groupe de projet étaient:

*Office fédéral de l'environnement, des forêts et du
paysage*

Paul Liechti

Ueli Sieber

*Institut fédéral pour l'aménagement, l'épuration et
la protection des eaux*

Ueli Bundi (président du groupe de travail)

Andreas Frutiger

Michael Hütte

Armin Peter

Office fédéral de l'économie des eaux

Ulrich von Blücher

Hans Peter Willi

*Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft du canton
de Zurich*

Christian Göldi

Urs Kupper

Walo Meier

Pius Niederhauser

Auteurs: Michael Hütte
Pius Niederhauser

Traduction : Bureau d'études écologiques, Benoît Bressoud,
Ardon (VS)

Layout: HYDRA, Bureau Peter Rey, Constance

Commande: Service de documentation
Office fédéral de l'environnement, des forêts et du
paysage
3003 Berne
Numéro de commande: MGS - 27 - F
Fax: ++41 (0)31 324 02 16
E-mail: docu@buwal.admin.ch
Internet: <http://www.admin.ch/buwal/publikat/f/>

Photos: Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft
du canton de Zurich; Office fédéral de l'économie
des eaux; HYDRA, Bureau Peter Rey, Constance

© OFEFP 1998

Prix: Fr. 15.-

Table des matières

Abstracts	4
Avant-propos	5
1. Introduction	6
2. Définitions et objectifs	6
3. Critères écologiques importants	7
4. Réalisation des analyses	9
4.1 Procédure générale	9
4.2 Relevé par tronçon	10
4.2.1 Largeur du lit	10
4.2.2 Variabilité de la largeur du lit mouillé	10
4.2.3 Aménagement du fond du lit	13
4.2.4 Renforcement du pied de la berge	14
4.2.5 Largeur et nature des rives	17
4.3 Relevé des perturbations de la libre circulation	24
4.3.1 Seuils	24
4.3.2 Rampes	27
4.3.3 Ouvrages de retenue	28
4.3.4 Autres ouvrages	30
5. Evaluation	33
5.1 Classification	33
5.2 Représentation graphique	34
5.3 Saisie informatique des données	35
5.4 Interprétation des résultats - nécessité d'action	35
6. Limites d'application - relevé d'autres critères	37
Annexes	38

Abstracts

Les «Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau en Suisse (concept modulaire)» sont des méthodes d'investigation à trois niveaux que l'on peut appliquer dans les domaines suivants: hydrodynamique/morphologie; biologie; effets chimiques et toxiques. Le présent rapport présente la méthodologie appliquée à la recherche régionale «Ecomorphologie – niveau R». Il s'agit ici d'obtenir une appréciation préliminaire de l'état naturel des cours d'eau d'une région (p. ex. cantons, régions, communes). Lors d'une inspection, on utilise un nombre restreint de critères pour relever des données concernant l'hydromorphologie, les mesures techniques entreprises dans le cours d'eau et sur ses berges, ainsi que les conditions environnantes. Ces informations concernant la largeur du cours d'eau et sa variabilité, l'aménagement du lit et l'enrochement du pied de berge, la nature et la largeur des rives, ainsi que les perturbations de la continuité (seuils, barrages, etc.) sont ensuite reportées sur des formulaires. Chaque critère correspond à un certain nombre de points. Le total obtenu permet de répartir les tronçons en quatre classes, représentées en bleu, vert, jaune et rouge sur les cartes synoptiques.

I nuovi metodi per esaminare e valutare i corsi d'acqua in Svizzera (concetto basato su moduli e livelli) contengono procedure di rilevamento a tre livelli di intensità per i settori idrodinamica e morfologia, biologia nonché effetti chimici e tossici. Il presente rapporto illustra la metodologia per esaminare l'ecomorfologia su tutta la superficie, al fine di valutare lo stato naturale dei corsi d'acqua a seconda della regione (p.es. cantoni, regioni, Comuni). In questo contesto vengono rilevati, partendo da poche ma ben definite caratteristiche, la morfologia dei corsi d'acqua in quanto tale, i provvedimenti di natura edile nelle acque e nei loro pressi nonché le strutture dei dintorni immediati. I dati raccolti riguardano la larghezza dei corsi e la variabilità del livello delle acque, la sistemazione del letto e del piede della scarpata, la morfologia e la larghezza delle rive nonché disturbi della continuità del fiume (soglie, sbarramenti, ecc.). I dati vengono esaminati sulla base di un sistema a punti. La somma ottenuta permette in seguito di suddividere i corsi d'acqua in quattro categorie, ossia da naturale/allo stato naturale sino a estraneo alla natura/artificiale, le quali sono raffigurate sulle carte sinottiche con i colori blu, verde, giallo e rosso.

Die neuen „Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer in der Schweiz (Modul-Stufen-Konzept)“ enthalten Erhebungsverfahren in drei Intensitätsstufen für die Bereiche Hydrodynamik und Morphologie, Biologie sowie chemische und toxische Effekte. Der vorliegende Bericht stellt die Methodik für die flächendeckende Untersuchung der Ökomorphologie (Stufe F) vor. Ziel ist eine orientierende Beurteilung der Naturnähe der Fliessgewässer in einer Region (z.B. Kantone, Regionen, Gemeinden). Bei einer Begehung werden die eigentliche Gewässermorphologie, bauliche Massnahmen im und am Gewässer sowie Gegebenheiten im unmittelbar angrenzenden Umland anhand von wenigen ausgewählten Merkmalen erhoben. In Erhebungsbögen werden Daten zur Gewässerbreite und Breitenvariabilität des Wasserspiegels, Verbauung der Sohle und des Böschungsfusses, Beschaffenheit und Breite des Uferbereiches sowie Durchgängigkeitsstörungen (Abstürze, Wehre, etc.) erfasst. Anhand eines Punktesystems werden die Merkmale bewertet. Aufgrund der Summe der Bewertung werden die Gewässer-abschnitte in vier Klassen von natürlich/naturnah bis naturfremd/künstlich eingeteilt, welche auf Übersichtskarten in den Farben blau, grün, gelb und rot dargestellt werden können.

The new "Methods for the Investigation and Assessment of Flowing Waters in Switzerland (Modular Stepwise Procedure)" contains survey procedures at three intensity levels for the areas of hydrodynamics and morphology, biology and chemical and toxic effects. The present report presents the principal methods for the investigation of ecomorphology at any desired location. The objective is both to assess, and to provide a guide to, the degree of naturalness of flowing waters in a particular region (e.g. cantons, regions, municipalities). In field surveys, existing morphological features, structural measures in and beside rivers and streams, as well as conditions in their immediate vicinity, will be surveyed based on a limited number of selected features. Using survey forms, data will be taken on bed width, on variations in the breadth of the water surface, artificial beds and bank footings, constitution and width of the banks, and hindrances to fish migration (steps, weirs, etc.). The various features will be assessed on a points basis, each section of water being assigned to one of four categories depending on the number of points obtained. The categories extend from natural/semi-natural to non-natural/artificial, and will be displayed in large-scale maps in the colors blue, green, yellow and red.

Avant-propos

Actuellement, l'état écologique des cours d'eau n'est plus seulement fonction de la pollution par les eaux usées et les apports diffus de substances. En effet, des domaines tels que l'énergie hydraulique, l'évacuation des eaux en provenance des zones habitées et la protection contre les crues jouent un rôle de plus en plus crucial. Sur cet arrière-plan, les procédures d'appréciation de l'état physique des eaux gagnent en importance. Il est donc plus que jamais nécessaire d'analyser et d'apprécier les paramètres qui concernent les conditions morphologiques et hydrologiques ainsi que la dynamique des eaux en tant que biotope.

L'Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP) et l'Institut fédéral pour l'aménagement, l'épuration et la protection des eaux (EAWAG) ont proposé en 1995, en tant qu'étude préparatoire, une directive pour l'appréciation des cours d'eau suisses dans les domaines de l'écomorphologie, de l'hydrologie et de la biologie des poissons.

Entre-temps, un concept modulaire a été élaboré en collaboration entre l'OFEFP, l'EAWAG, l'Office fédéral de l'économie des eaux (OFEE), l'Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL) du canton de Zurich et d'autres offices cantonaux (notamment BE, LU). Au cours de son adaptation au présent concept, le domaine «Ecomorphologie» de la directive susmentionnée a été développé en module autonome. Il permet d'effectuer à l'échelle régionale (niveau R), avec des moyens modestes, une première appréciation de l'état écomorphologique des cours d'eau. Pour une analyse détaillée dans la perspective de mesures d'amélioration écologique d'un réseau hydrographique, des relevés écomorphologiques complémentaires sont nécessaires (niveau C).

La présente méthode d'analyse des cours d'eau dans le domaine «Ecomorphologie - niveau R» doit servir de point de départ d'une procédure harmonisée d'appréciation préliminaire de l'état naturel des cours d'eau en Suisse. Les résultats fournissent une représentation synoptique de l'état écomorphologique des cours d'eau de toute une région. L'évaluation et la présentation des résultats permettent d'informer les autorités, les responsables politiques et le public.

La méthodologie des relevés de niveau R et la description générale du concept modulaire sont aussi publiées dans la série «L'environnement pratique, Informations concernant la protection des eaux». D'autres méthodes du concept paraîtront ultérieurement dans cette série.

Division Protection des eaux et pêche

H.U. Schweizer, Dr ès sciences

Système modulaire gradué

L'écomorphologie désigne la totalité des conditions structurelles dans le cours d'eau et à son voisinage

Les relevés servent à une appréciation ciblée de l'état naturel des cours d'eau

1. Introduction

Le présent rapport est une partie des «Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau en Suisse (concept modulaire)». Dans le cadre de ce concept, différentes méthodes hydrologiques, morphologiques, biologiques et chimiques sont proposées pour apprécier les ruisseaux et les rivières de Suisse. A l'intérieur de chaque module, on distingue trois niveaux, dont l'intensité est fonction des moyens humains, matériels et financiers nécessaires: le niveau R contient des méthodes d'analyse régionales avec des moyens relativement modestes. Son objectif est un recensement sommaire de l'état des cours d'eau et de leur déficit écologique. Le niveau C analyse des cours d'eau entiers avec leurs affluents; les moyens sont plus élevés que pour le niveau R. Son objectif est un recensement détaillé de l'état de cours d'eau avec analyse du déficit écologique et proposition de mesures. Enfin, les méthodes d'analyse du niveau T conviennent à l'analyse de problèmes particuliers sur certains tronçons pour répondre à des questions de détail; comme il s'agit le plus souvent d'analyses particulières difficiles à standardiser, elles ne sont pas présentées ici en détail. Le rapport de base sur le «Système modulaire gradué» (OFEFP: L'environnement pratique; Informations concernant la protection des eaux, n° 26) commente le principe des modules et des niveaux, ainsi que les bases légales et écologiques.

2. Définitions et objectifs

Le terme «écomorphologie» comprend la totalité des conditions structurelles dans l'eau et à son voisinage: la morphologie des eaux proprement dite, les mesures d'aménagement hydraulique (endiguement des berges, aménagement du lit, barrages, etc.) et les conditions environnantes (constructions, exploitation du sol, végétation). Ces conditions sont relevées à l'aide de 5 critères sélectionnés. L'état naturel des tronçons de cours d'eau ou des réseaux hydrographiques entiers est estimé au moyen de ces critères.

L'objectif de ces analyses est de représenter, de manière simple et synoptique, l'état écomorphologique des cours d'eau d'une région (p. ex. cantons, régions, communes). Cette démarche sert à l'appréciation préliminaire de l'état naturel des cours d'eau et à estimer la nécessité d'améliorations structurelles du biotope. Elle permet en outre de comparer la surface actuellement occupée par les cours d'eau avec les propositions du projet «Besoin d'espace des cours d'eau» et peut ainsi servir de base à la coordination avec d'autres activités ayant des effets sur l'organisation du territoire (par ex. planification directrice).

¹ L'Office fédéral de l'économie des eaux (OFEE), l'Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP), l'Office fédéral de l'aménagement du territoire (OFAT) et l'Office fédéral de l'agriculture (OFAG) participent au projet «Besoin d'espace des cours d'eau». Des propositions sont élaborées pour les besoins «minimaux» et «souhaitables» d'espace requis par les cours d'eau suisses.

Une analyse détaillée des mesures d'amélioration écologiques nécessite des relevés écomorphologiques complémentaires (écomorphologie de niveau C) et éventuellement des études biologiques (végétaux, algues, macro-invertébrés, poissons).

3. Critères écologiques importants

Les principales particularités écologiques des cours d'eau naturels sont les suivantes: diversité structurelle spécifique; dynamique de l'écoulement et du transport de matières solides; liaisons axiales intactes; intenses interactions entre l'eau et les environs (milieu terrestre et nappe phréatique). L'utilisation du terrain et des eaux a souvent modifié ces particularités des cours d'eau et porté atteinte à leur rôle de biotope.

Comme les moyens en faveur d'une appréciation synoptique des cours d'eau doivent rester limités, tous les critères écologiques importants ne peuvent pas être analysés. Il faut donc choisir ceux qui traduisent fidèlement l'état écomorphologique du cours d'eau ou de certains tronçons.

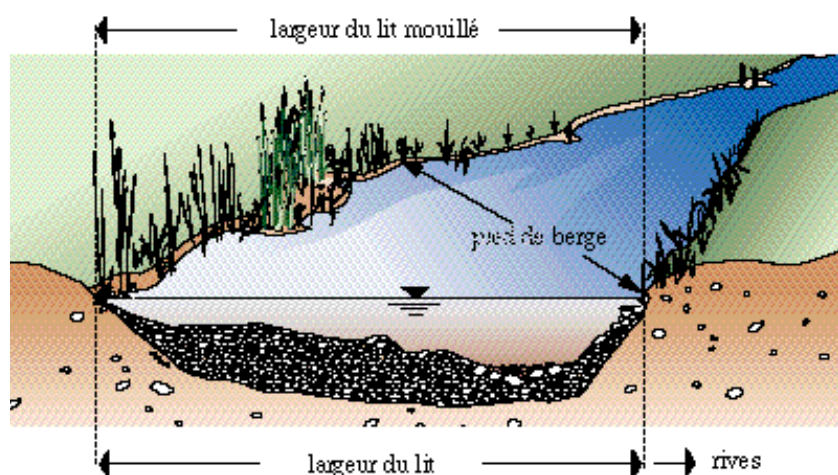
Les particularités des
cours d'eau naturels
sont affectées par
l'utilisation du terrain
et des eaux

Définition des princi-
paux critères

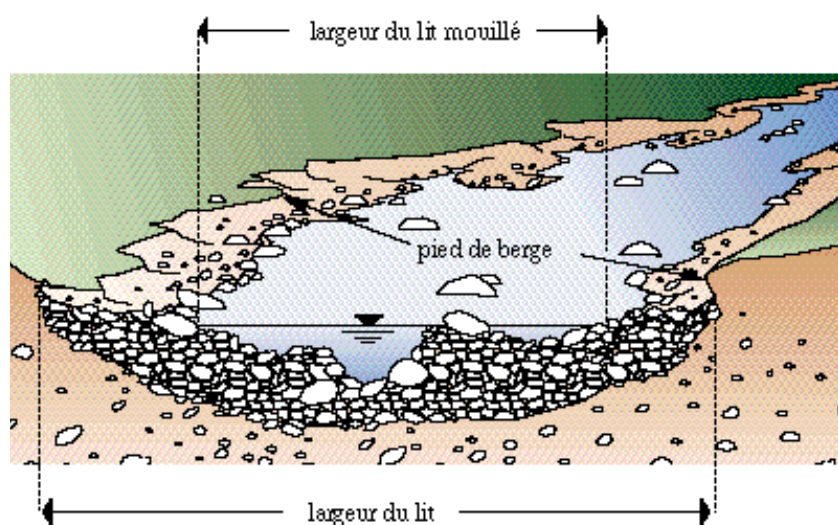
Largeur du lit	Largeur du lit le long d'un tronçon choisi du cours d'eau. Le lit du cours d'eau correspond à la zone transformée lors des crues et donc dépourvue de plantes supérieures aquatiques ou terrestres. On prend normalement comme critère de largeur du lit la distance séparant les deux pieds de berge (voir définition plus loin).
Variabilité de la largeur du lit mouillé	Changement de largeur du lit mouillé le long d'un tronçon choisi du cours d'eau. La largeur du lit mouillé comprend la zone mouillée par un niveau d'eau moyen (eaux moyennes).
Aménagement du fond du lit	Etendue des mesures techniques de stabilisation du fond du lit.
Renforcement du pied de la berge	Etendue des mesures techniques de stabilisation du pied de berge. Le pied de berge correspond au passage du lit à la berge.
Largeur et nature des rives²	Largeur moyenne des rives le long d'un tronçon choisi du cours d'eau. Végétation, matériau et structure des rives. Les rives sont définies comme le secteur compris entre le pied de berge et la zone d'utilisation intensive du sol (agglomération, bâtiments, routes, chemins, agriculture intensive et type: champs, pâturages, etc.).

² Cette définition des rives ne doit être utilisée que dans la présente méthode. Elle ne coïncide pas avec celle de l'art. 18, al. 1bis de la loi fédérale sur la protection de la nature et du paysage (LPN) et n'est donc pas pertinente du point de vue légal. Cf. «Rives et végétation des rives selon la LPN», série «L'environnement pratique», OFEFP, Berne 1997.

La largeur du lit correspond dans une grande mesure à celle du lit mouillé pendant les eaux moyennes



La largeur du lit est supérieure à celle du lit mouillé lors des eaux moyennes



Variabilité de la largeur du lit mouillé lors des eaux moyennes

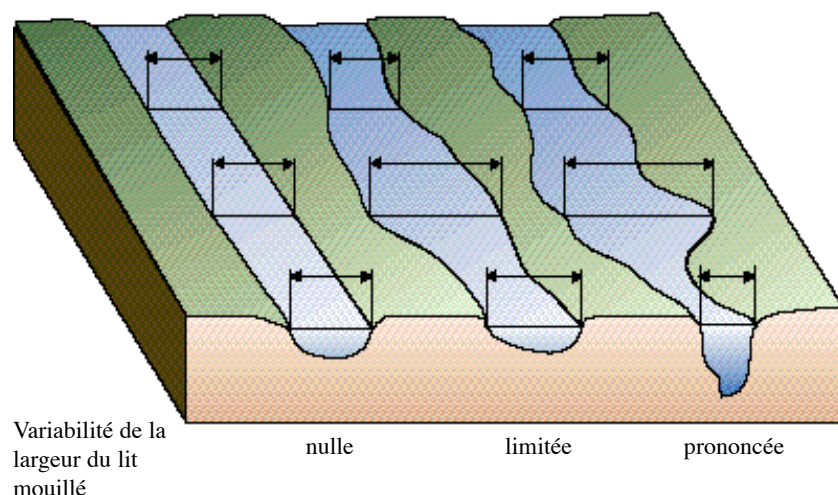


Fig. 1: Représentation schématique des critères d'appréciation (voir aussi les fig. 5a et 5b)

Pour les analyses «Ecomorphologie - niveau R», les critères suivants sont relevés: largeur du lit et variabilité de la largeur du lit mouillé, aménagement du lit, renforcement du pied de la berge, largeur et nature des rives, localisation et type des perturbations de la libre circulation (seuils, barrages, etc.). L'évaluation se fait directement en comparaison avec un cours d'eau à grande variabilité naturelle de largeur, sans aménagement du lit ou sans renforcement du pied de la berge, et avec des rives naturelles ou semi-naturelles.

Critères de l'écomorphologie - niveau R

4. Réalisation des analyses

4.1 Procédure générale

Les analyses se font par inspection des cours d'eau. Elles peuvent en principe se dérouler toute l'année, de préférence du printemps à l'automne. Elles doivent être interrompues lors d'enneigement ou de crues.

Le relevé des cours d'eau devrait être effectué du printemps à l'automne

Le relevé se fait à l'aide de formulaires de relevés (cf. annexe). Il commence à l'embouchure et se poursuit vers l'amont. Les données «rive gauche» et «rive droite» font toujours référence au sens du courant. Sur la base des conditions écomorphologiques, le cours d'eau est divisé en tronçons à l'intérieur desquels les critères considérés restent constants. Dès qu'un critère change (p. ex. forte modification de la variabilité de largeur, début ou fin d'endiguement), un nouveau tronçon commence. Le début (captage) et la fin (restitution) des portions de cours d'eau à débit résiduel devraient coïncider avec le début et la fin d'un tronçon ou de plusieurs tronçons consécutifs. Les tronçons doivent avoir au moins 25 m de longueur. Un tronçon de cours d'eau mis sous terre de plus de 25 m est considéré comme tronçon distinct; une longueur inférieure est considérée comme une perturbation de la libre circulation conformément au chap. 4.3.

Le relevé se fait en direction de l'amont

Le cours d'eau est divisé en tronçons

Une carte au 1:5'000 (dans certains cas au 1:2'500) est utilisée lors du relevé. Elle sert à reporter les limites des tronçons et toutes les atteintes ponctuelles (seuils, barrages, courtes mises sous tuyau, etc.) notées sur les formulaires (cf. annexes). Si des cartes à découpage kilométrique sont disponibles, il suffit de noter la distance à l'embouchure.

Relevé au moins au 1:5'000

Les analyses de terrain peuvent être effectuées par des personnes sans formation scientifique spéciale après une courte période d'instruction. D'après les premières estimations, un collaborateur peut analyser en moyenne 3-4 km de cours d'eau par jour avec la méthode proposée. Si le terrain est dépourvu de chemin ou si les structures changent très souvent, la longueur examinée en un jour peut se réduire de moitié (1-2 km). Inversement, dans des conditions simples, jusqu'à 9 à 12 km peuvent être analysés en un jour.

Rythme d'analyse moyen: 3 - 4 km de cours d'eau par collaborateur et par jour

4.2 Relevé par tronçon

4.2.1 Largeur du lit

Importance

Dans les cours d'eau à lit formé de galets et de gravier, le lit correspond en général à la zone transformée lors des hautes eaux et qui est donc dépourvue de végétation aquatique et terrestre. La largeur du lit sert à caractériser grossièrement la taille du cours d'eau et à déterminer le besoin d'espace du cours d'eau (cf. point 4.2.5).

Relevé

La largeur du lit est normalement définie comme la distance entre le pied des berges gauche et droite. Elle est estimée graduellement: 20 cm, 40 cm, 60 cm, 80 cm, 1 m, 1,50 m, 2 m, et ainsi de suite tous les mètres. Si cette largeur est variable, il faut estimer une largeur moyenne. La largeur du lit et la largeur du lit mouillé ne sont pas forcément identiques (fig. 1). En particulier dans les cours d'eau très structurés, pendant les faibles débits, la largeur du lit inondé peut être nettement plus faible que celle du lit.

4.2.2 Variabilité de la largeur du lit mouillé

Importance

La variabilité de la largeur du lit mouillé donne des renseignements sur la diversité structurelle du lit et sur les liaisons eau-terre. Une grande variabilité de largeur est le plus souvent liée à une grande variabilité de la profondeur de l'eau, et traduit en même temps une grande diversité de courants (rapide, lent, stagnant) et de granulométries du lit. En général, elle a pour conséquence une grande diversité spécifique d'organismes aquatiques. Cela est particulièrement vrai chez les poissons: le nombre d'espèces est souvent corrélé à la variabilité de largeur du lit mouillé (pour une bonne qualité de l'eau et pour autant que des perturbations de la libre circulation n'empêchent pas la migration). De plus, une grande variabilité de largeur indique une bonne mise en réseau eau-terre, grâce à une rive riche en structures diversifiées. Dans presque tous les endiguements anciens, la largeur du lit naturel était diminuée et ne variait donc presque plus. Pour simplifier, on peut dire qu'une grande variabilité de la largeur du lit mouillé permet une largeur de lit suffisante du point de vue écologique.

Relevé

Pour apprécier la variabilité de la largeur du lit mouillé, on considère la situation pour des débits faibles/moyens. On distingue:

La largeur du lit sert de grandeur de référence pour déterminer le besoin d'espace d'un cours d'eau

La variabilité de la largeur du lit mouillé sert à caractériser la diversité structurelle et les liaisons eau-terre

Dans presque tous les anciens endiguements de cours d'eau, la largeur du lit naturel était réduite

Variabilité de la largeur du lit mouillé	Aspect
prononcée	Changement continu et important de la largeur du lit mouillé, qui occasionne des écoulements variés (fig. 2a); <i>ou</i> les versants de la vallée déterminent une variabilité de largeur du lit mouillé naturellement restreinte (fig. 2b); <i>ou</i> les cours d'eau à variabilité de largeur du lit mouillé naturellement restreinte, comme par ex. les exutoires des lacs et les ruisseaux de tourbières.
limitée	Les pieds de berges ne sont pas parallèles, mais sont souvent fortement rectifiés. Petites courbes à faible influence sur le courant. Cours fréquemment enfoncé avec berges régulières dont le pied n'est pas aménagé, ou seulement partiellement (fig. 2c); <i>ou</i> le changement de largeur du lit mouillé est rare; <i>ou</i> les pieds de berges sont parallèles, mais les bancs de sable et de gravier sont secs pendant les débits moyens (fig. 2d).
nulle	Berges parallèles pendant les débits moyens; <i>ou</i> très faible changement de la largeur du lit mouillé, souvent causé par la végétation qui a poussé dans le lit du cours d'eau (fig. 2e et f).

Critères d'appréciation de la variabilité de la largeur du lit mouillé



Fig. 2a: Cours d'eau non endigué à variabilité prononcée de la largeur du lit mouillé



Fig. 2b: Cours d'eau renaturé à profil déterminé et à cours présentant une variabilité prononcée de la largeur du lit mouillé

Variabilité de la largeur du lit mouillé:

- prononcée

- prononcée

**Variabilité de la
largeur du lit mouillé:**

- limitée



Fig. 2c Cours d'eau à variabilité réduite de la largeur du lit mouillé dans un profil enfoncé et régulier mais sans endiguement continu du pied des deux rives

- limitée



Fig. 2d: Cours d'eau à variabilité réduite de la largeur du lit mouillé. Tronçon à rives parallèles mais à bancs de gravier s'asséchant périodiquement.

- nulle



Fig. 2e: Cours d'eau sans variabilité de la largeur du lit mouillé. La végétation croissant dans le lit provoque bien une très faible variabilité de largeur, mais qui n'a presque aucune influence sur le courant.

- nulle



Fig. 2f: Cours d'eau sans variabilité de la largeur du lit mouillé; lit géométrique

4.2.3 Aménagement du fond du lit

Importance

Les aménagements du fond du lit servent à le stabiliser. Un aménagement de la surface du fond est l'atteinte la plus grave à la capacité écologique fonctionnelle d'un cours d'eau. Lors d'aménagements lisses du lit (p. ex. à l'aide de béton ou d'asphalte), le lit n'a plus de structures et les échanges entre le cours d'eau et la nappe phréatique sont totalement interrompus. La zone de transition correspondante (hyporhéal), vitale pour de très nombreux animaux aquatiques, disparaît en même temps. D'autres sortes d'aménagements du lit, p. ex. les briques perforées engazonnées ou les poutres en bois, ont encore quelques structures superficielles, mais la stabilisation complète empêche tout déplacement de sédiments, ce qui entraîne très rapidement le colmatage du lit par des matériaux fins, et donc la suppression des échanges entre le cours d'eau et la nappe phréatique, ainsi que la destruction du biotope de l'hyporhéal.

Relevé

En cas d'aménagement de la surface du fond, on estime le pourcen-

Aménagement du fond	Aspect
nul	fond totalement naturel
< 10%	p. ex. aménagements ponctuels, seuils (fig. 3a)
10 à 30%	aménagements moyens
30 à 60%	aménagements importants
> 60%	aménagements prépondérants
100%	totalement aménagé (fig. 3b, 3c, 3d)

tage de surface aménagée avec l'échelle suivante:³

Des connaissances sur le type et le matériau des aménagements sont nécessaires pour évaluer leurs effets écologiques, ainsi que pour

Type d'aménagement	Matériau et structure
Empierrement ou enrochement	Empierrement ou enrochement en général uniforme ne permettant plus le transport par le ruisseau (sans pavage) (fig. 3b et 3c).
Tous les autres matériaux	Pierres naturelles assemblées ou fixées, pavages de pierres (fig. 3d); seuils de bois, planches, troncs; éléments préfabriqués perforés en béton; dalles de béton, asphalte.

d'éventuels projets de renaturation ou pour l'entretien du cours d'eau:

³ Pour qu'aucune information facile à relever ne soit perdue, six catégories sont notées. Dans l'appréciation de l'aménagement du fond au point 5.1 (classification/notation), seules les catégories «nul», «<10%» et «>10%» sont utilisées.

Les aménagements du lit sont l'atteinte la plus grave à la capacité écologique fonctionnelle d'un cours d'eau

Critères d'appréciation du degré d'aménagement du lit d'un cours d'eau

Distinction des matériaux des aménagements du lit

Aménagements du lit:

Aménagement ponctuel (< 10 %), seuils artificiels



Fig. 3a: Cours d'eau avec un aménagement ponctuel du fond. Seuils artificiels isolés ou autres aménagements ponctuels présents sur moins de 10% de l'ensemble du fond du lit du tronçon. Le degré d'aménagement du fond est proportionnel au nombre d'aménagements transversaux.

Aménagement complet (100 %), empierrement artificiel



Fig. 3b: Cours d'eau avec un aménagement complet du fond (100%); empierrement artificiel

Aménagement complet (100 %), enrochement artificiel



Fig. 3c: Cours d'eau avec un aménagement complet du fond (100%); enrochement artificiel

Aménagement complet (100 %), pavage de pierres



Fig. 3d: Cours d'eau avec un aménagement complet et imperméable du fond; pavage de pierres

Note:

Si de grandes quantités d'alluvions se sont déposées sur un aménagement du fond, il peut arriver que l'aménagement ne soit plus reconnaissable.

4.2.4 Renforcement du pied de la berge

Importance

Un renforcement du pied de la berge est présent sur de nombreux cours d'eau. Il empêche l'érosion latérale et fixe ainsi le tracé du cours d'eau. Des consolidations unies et imperméables (p. ex. béton, ouvrage de maçonnerie) n'offrent de protection suffisante ni aux insectes aquatiques qui passent sur terre leur dernier stade de développement, ni aux animaux terrestres qui tirent leur nourriture de l'eau. Dans ces condi-

Les renforcements du pied de la berge réduisent l'espace vital

tions, les poissons n'ont aucune possibilité de trouver un abri dans la zone proche de la rive. De plus, ces renforcements perturbent aussi les interactions avec la nappe phréatique.

Relevé

On estime le pourcentage des secteurs de pied de berge aménagés. L'état des deux rives est apprécié séparément à l'aide de l'échelle sui-

Renforcement du pied de la berge	Aspect
nul	pied de la berge largement non renforcé
< 10%	renforcements ponctuels
10 à 30%	renforcements moyens (fig. 4b)
30 à 60%	renforcements importants
> 60%	renforcements prépondérants
100%	pied de la berge entièrement renforcé (fig. 4c, 4g)

Critères d'appréciation du degré de renforcement du pied de la berge

vante:

On distingue les catégories suivantes de perméabilité et de matériau

Renforcement	Matériau	Aspect
Renforcement perméable	Matériau végétal	Branches propres à rejeter (généralement aulnes et saules), fixées dans la berge (fig. 4a).
	Pierres naturelles lâches	Protection de la berge à l'aide d'une ou de plusieurs rangées de grosses pierres ou de gros blocs (blocs déversés ou assemblés), pierres non taillées, interstices entre les pierres irréguliers et plus importants que dans les murs de pierres sèches (fig. 4b, 4c).
	Bois	Troncs d'arbres, rondins, branches impropres à rejeter, etc. (fig. 4c)
Renforcement imperméable	Briques perforées en béton	Éléments préfabriqués en béton avec des évidements (fig. 4d).
	Pierres naturelles, étanche	Assemblage étanche de pierres taillées, ou mur de pierres sèches non taillées à faibles interstices (fig. 4e).
	Mur	Dalle de béton, pavage de pierres, asphalte (épais) (fig. 4f).
	Autres	Planches ou autres matériaux imperméables (fig. 4g).

Distinction des matériaux des renforcements du pied de la berge

Renforcements du pied de la berge:

- matériel végétal vivant



des renforcements:

Fig. 4a: Cours d'eau à renforcement du pied de la berge perméable: (matériel végétal vivant; on reconnaît des branches de saules entrelacées qui commencent à pousser et dont les racines protégeront bientôt la berge.

- pierres naturelles lâches, moyennement aménagé (10 - 30 %)



Fig. 4b: Cours d'eau avec un renforcement perméable du pied de la berge: pierres naturelles lâches, moyennement aménagé (10-30%); pied de berge seulement partiellement protégé par des pierres naturelles

- pierres naturelles lâches, entièrement aménagé (100 %)



Fig. 4c: Cours d'eau avec un renforcement perméable du pied de la berge: pierres naturelles lâches, entièrement aménagé (100%); assemblage de blocs non taillés avec des interstices irréguliers et relativement grands

- protection des berges en bois



Fig. 4d: Cours d'eau avec un renforcement perméable du pied de la berge: protection des berges en bois

- briques perforées en béton, imperméable

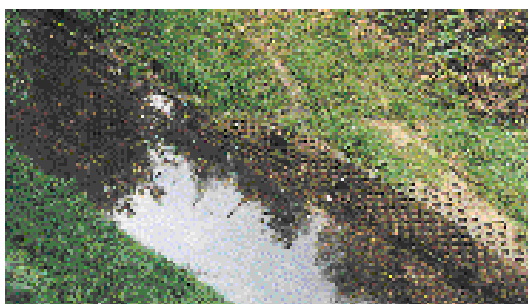


Fig. 4e: Cours d'eau avec un renforcement imperméable du pied de la berge: briques perforées en béton



Fig. 4f: Cours d'eau avec un renforcement imperméable du pied de la berge: que les interstices soient jointoyés ou non avec du mortier, ce type de renforcement est classé dans la catégorie «pierres naturelles, étanche».



Fig. 4g: Cours d'eau avec un renforcement imperméable du pied de la berge: mur, entièrement endigué (100%)



Fig. 4h: Cours d'eau avec un renforcement imperméable du pied de la berge: mur en béton

Renforcements du pied de la berge:

- pierres naturelles, étanche

- mur, imperméable, entièrement endigué (100 %)

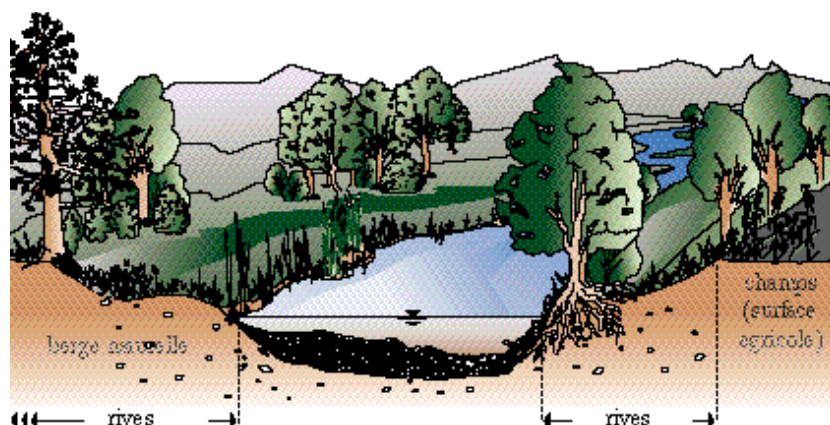
- mur en béton, imperméable, entièrement endigué (100 %)

4.2.5 Largeur et nature des rives

Importance

Les rives (voir définition en page 9) sont définies dans le cadre de cette méthode comme le secteur compris entre le pied de berge et la zone d'utilisation intensive du sol (agglomération, bâtiments, routes, chemins, agriculture intensive de type champs, pâturages, etc.) (fig. 5a, b). Cette définition part de la considération que les rives sont en principe des surfaces à disposition du cours d'eau en l'état actuel, et ce indépendamment de la qualité écologique de ces surfaces. A l'étage alpin, la délimitation des rives peut être plus ardue. Les pâturages alpins soumis à une forte pression de pâture peuvent pour cette seule raison être considérés comme «agriculture intensive», qu'ils soient ou non fumés chaque année (plusieurs fois). Lorsqu'on enquête sur la

Rives en dehors de la zone d'habitat



Rives en zone d'habitat

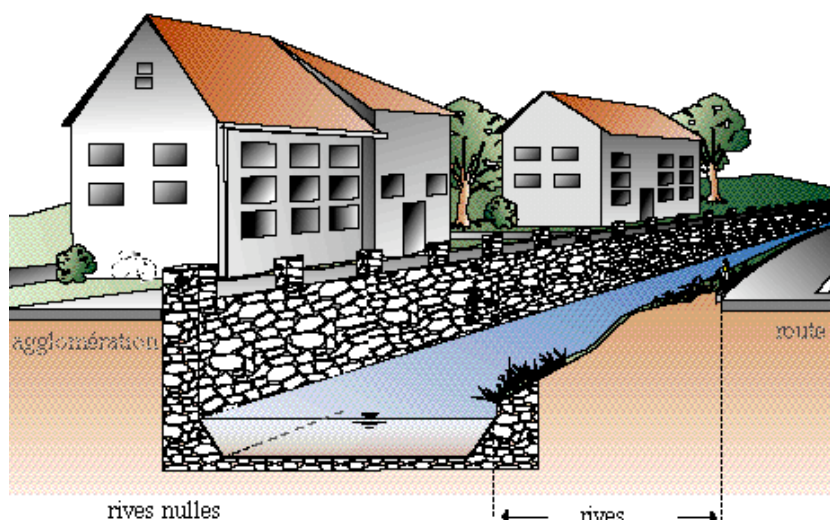


Fig. 5a: Détermination de la largeur des rives (coupe transversale)

La zone bordant directement un cours d'eau a une grande importance pour l'écologie des eaux. Lors d'inondations, il existe un intense échange de substances entre les eaux et la terre. Lorsque des bosquets riverains sont présents, l'apport de feuilles mortes contribue à influencer la teneur en substances du cours d'eau. Les bosquets riverains font de l'ombre, partielle ou totale, au cours d'eau, ce qui réduit le rayonnement solaire et donc la température de l'eau ainsi que la croissance des végétaux.

Relevé de la largeur des rives

Les rives ne sont considérées que sur une largeur de 15 m ; les particularités ne sont pas notées plus loin parce qu'au-delà de 15 m les

rives peuvent fonctionner comme un biotope autonome (résultat de l'étude «Besoin d'espace des cours d'eau», chap. 2). Sur les tronçons de cours d'eau où les rives ont une largeur variable, c'est la largeur moyenne qui est estimée. Lorsque les terres agricoles s'étendent jus-

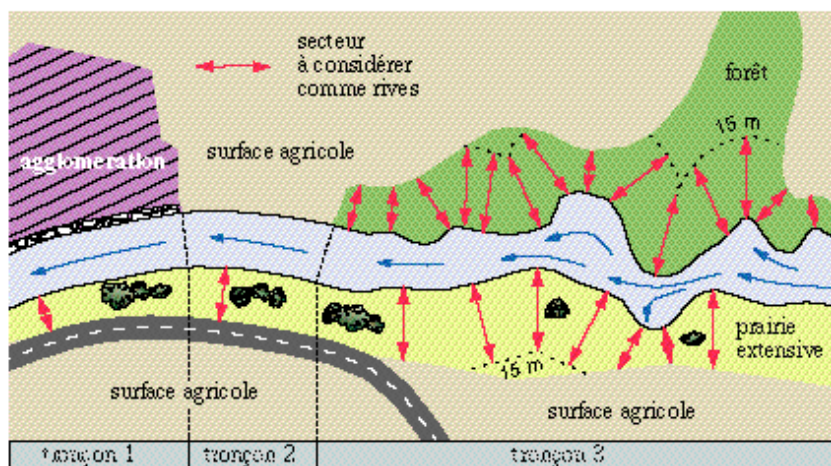


Fig. 5 b: Détermination de la largeur (flèches rouges) des rives (vues de dessus)

qu'au pied de berge ou que les berges consistent en un mur (vertical), la largeur des rives est nulle (fig. 5a, 5b, 7a, 7b). Chacune des rives du cours d'eau est relevée.

L'évaluation des rives fait la distinction, en fonction de leur étendue, entre rives «suffisantes», «insuffisantes» et «nulles». Les rives sont suffisantes lorsqu'elles remplissent les critères de l'étude «Besoin d'espace des cours d'eau». Le diagramme «Largeur des rives en fonction de la largeur mesurée du lit» (cf. fig. 5c) permet de définir la lar-

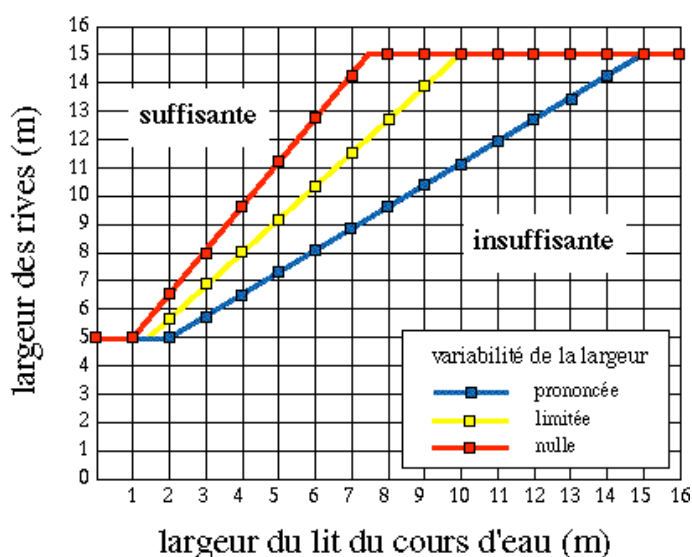


Fig. 5 c: Trois courbes pour la détermination du besoin d'espace: variabilité de la largeur du lit mouillé nulle / réduite / marquée. En tant qu'instruments de travail, les différentes courbes se trouvent dans l'annexe A1.

geur minimale des rives suffisantes. Lors d'endiguements, en plus de la largeur originelle du cours d'eau, la variabilité de la largeur est fortement diminuée. La variabilité de la largeur du lit mouillé déterminée conformément au chap. 4.2.2 doit en conséquence être prise en compte dans l'appréciation du besoin minimal d'espace.

Relevé de la nature des rives

Les distinctions suivantes de nature (végétation, matériau et structure)⁴ sont notées:

Critères d'appréciation du degré d'aménagement de la berge

Nature	Type / matériau	Aspect
Typique d'un cours d'eau	Gravier / blocs / rochers	Stations à végétation naturellement pauvre ou nulle (surtout en montagne !) (fig. 6a).
	Roselières / marais	Ceinture continue (fig. 6b).
	Forêt ⁵	Forêt continue jusqu'au cours d'eau.
	Arbres / buissons et prairie ou mégaphorbiée exploitée de façon extensive	Peuplement dense et diversifié (recouvrement > 25%) d'arbres et de buissons indigènes, surfaces ouvertes de prairie extensive (au maximum 2 coupes par année) ou de mégaphorbiée (fig. 6c).
Non typique d'un cours d'eau	Mégaphorbiée uniforme	Plantes vivaces hygrophiles et nitrophiles atteignant 1 m de hauteur (ortie dioïque,...). Boisement très réduit (fig. 6d).
	Prairie extensive	Prairie fauchée au maximum 2 x par an, boisement réduit (< 25%) (fig. 6e).
	Plantation linéaire de ligneux	Plantation uniforme, linéaire, à intervalle régulier (fig. 6f).
Artificielle		Rives présentes (berges obliques), mais totalement endiguées, avec tout au plus de la végétation dans les interstices (fig. 6g).

⁴ Lors du relevé ou de l'encodage, on peut prendre en compte soit la nature (typique d'un cours d'eau, non typique d'un cours d'eau, artificielle) ou le type / matériau (gravier/galets/rochers, ...).

⁵ Pour les cours d'eau alpins en dessous de la limite de la forêt, on peut supposer que jusque vers 1700 à 1800 m un cordon boisé de saules et d'aulnes serait présent le long du cours d'eau à l'état naturel. De plus, on doit toujours supposer la potentialité d'une végétation riveraine ligneuse lorsque des buissons isolés ou en groupes (autres que les arbrisseaux nains) se rencontrent au voisinage du cours d'eau ou dans la vallée à la même altitude ou à une altitude supérieure.



Fig. 6a: Rives typiques d'un cours d'eau de montagne: gravier, galets, rochers



Fig. 6b: Rives typiques d'un cours d'eau: marais; rives avec une ceinture dense de roseaux



Fig. 6c: Rives typiques d'un cours d'eau: boisement riverain varié, composé d'arbres et de buissons indigènes, avec des surfaces ouvertes de prairies extensives

Nature des rives:

- typique d'un cours d'eau:
gravier, galets,
rochers

- typique d'un cours d'eau:
roselière, marais

- typique d'un cours d'eau:
arbres, buissons

Nature des rives:

- non typique d'un cours d'eau:
mégaphorbiée



Fig. 6d: Rives non typiques d'un cours d'eau: rive gauche avec un mince ourlet de mégaphorbiée non stationnelle limitée au talus

- non typique d'un cours d'eau:
prairie extensive



Fig. 6e: Rives non typiques d'un cours d'eau: prairie extensive

- non typique d'un cours d'eau:
allée



Fig. 6f: Rives non typiques d'un cours d'eau: boisement de type allée



Fig. 6g: Rives artificielles: rives présentes, mais totalement endiguées



Fig. 6h: Rives absentes: la surface carrossable, protégée par un mur, s'étend jusqu'au bord de l'eau.



Fig. 6i: Rives absentes: la surface agricole intensive (prairie) s'étend jusqu'au bord de l'eau.

Nature des rives:

- artificielle:
endiguement total

- artificielle:
rives absentes

- artificielle:
rives absentes

Les perturbations de la libre circulation affectent la répartition des animaux aquatiques

Relevé sur carte

Distinction entre seuils naturels et artificiels

4.3 Relevé des perturbations de la libre circulation

Importance

Les perturbations de la libre circulation ont une grande influence sur la répartition des animaux aquatiques le long du cours d'eau. Beaucoup d'espèces de poissons recherchent différents endroits du réseau hydrographique pour frayer, hiverner et se nourrir. Une partie des invertébrés du fond est entraînée vers l'aval par le courant et doit compenser cette dérive par des mouvements opposés. Il existe en tout point du cours d'eau un échange continu d'organismes vers l'amont et vers l'aval. Comme obstacles aux déplacements vers l'amont, on peut citer les hauts seuils verticaux ou les longues canalisations relativement pentues, et comme obstacles aux mouvements dans les deux directions, les ouvrages de dérivation et les tronçons à sec. On trouvera dans le rapport «Ecomorphologie - niveau C» des données détaillées sur les différentes perturbations de la libre circulation et sur leur importance écologique.

Relevé

Toutes les perturbations de la libre circulation sont relevées ponctuellement, c'est-à-dire que leur localisation exacte est directement reportée sur le plan de situation et qu'elles sont numérotées en continu, pour chaque tronçon séparément (n° du tronçon - n° de la perturbation de la libre circulation, p. ex. 12-5). La description de la perturbation se fait sur un formulaire de terrain (cf. annexes). Si des cartes à découpage kilométrique du cours d'eau sont disponibles, le kilométrage est aussi noté sur les formulaires.

4.3.1 Seuils

On parle de seuil lorsque l'eau tombe verticalement, au moins en partie (fig. 8a). Tous les seuils d'une hauteur supérieure à 20 cm sont notés et leur hauteur estimée (avec une précision de 10 cm au-dessous de 1 m et de 50 cm au-dessus). La distinction entre seuils naturels et seuils artificiels est importante. Parmi les seconds, on distingue en fonction du type de construction ou du matériau: bois; béton ou ouvrage de maçonnerie; blocs de pierre (amenés par l'homme et par-dessus lesquels l'eau tombe verticalement). Le long des ruisseaux alpins et dans les gorges, il arrive souvent que de très nombreux seuils naturels se succèdent à de faibles distances (fig. 8b). Comme il serait trop coûteux de relever séparément chaque seuil, ces tronçons sont considérés de façon distincte (relevé dans la partie de formulaire «relevés par tronçon»; cf. aussi point 4.1). Le plus haut seuil naturel est noté comme perturbation particulière de la libre circulation. Les seuils artificiels présents sont également relevés comme perturbations particulières de la libre circulation.

Matériau des seuils artificiels:

Bois (poutres, troncs; disposés verticalement ou horizontalement)

Blocs de pierre isolés

Béton, pavage de pierres

Autre matériau ou matériau non identifiable

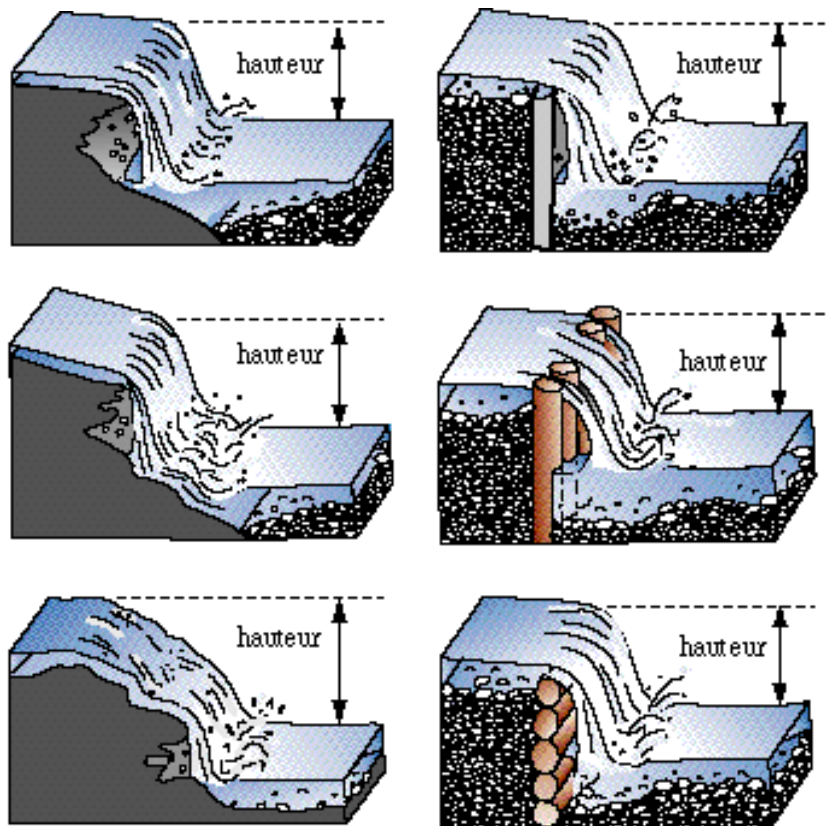


Fig. 7a: Représentation schématique des différents types de seuils (à gauche: seuils naturels, à droite: seuils artificiels) et détermination de la hauteur du seuil

Source: concept illustratif naturaqua 1996; réalisation: Beat Schenk, Berne



Fig. 7b: Torrent dans une gorge avec nombreux seuils naturels rapprochés

Exemples de seuils naturels et artificiels

Seuils naturels et artificiels:

- suite de seuils naturels

Seuils naturels et artificiels:

- suite de seuils naturels



Fig. 7c : Rivière fontinale de montagne à très forte déclivité et avec une suite ininterrompue de seuils naturels

- rivière de montagne avec des seuils artificiels



Fig. 7d : Rivière de montagne avec des seuils artificiels pour réduire le charriage et une stabilisation des berges et du fond

- ouvrage de retenue avec seuils en béton



Fig. 7e : Seuils bétonnés à l'intérieur d'un ouvrage de retenue à quatre niveaux

4.3.2 Rampes

Les rampes sont des renforcements superficiels du lit, plus ou moins pentus (fig. 8a, b, c et d). On distingue des rampes très rugueuses, disjointes (enrochements) et des rampes unies, peu rugueuses (en béton, en pierres ajustées ou en bois).

Rampes	Structure
très rugueuse / disjointe	Notamment empierrement ou enrochement (avec un débit et une profondeur d'eau très variables sur une faible distance)
unie / peu rugueuse	Dalle de béton, rampe de pierres ajustées (jointoyées ou non) ou poutres/planches de bois inclinées dans le sens du courant.

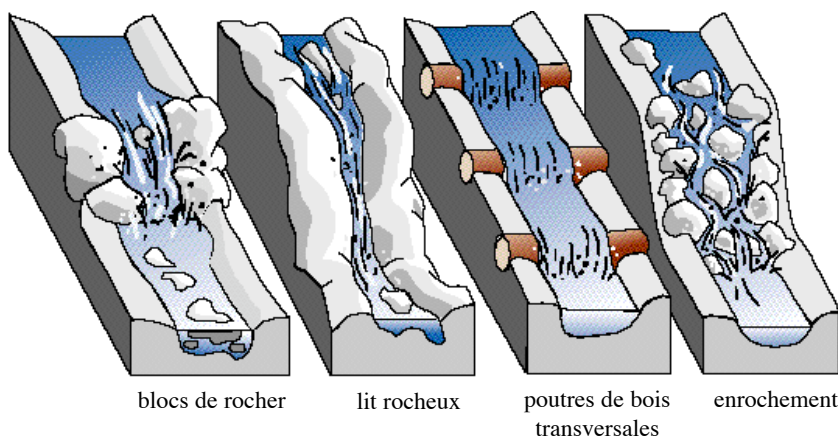


Fig. 8a: Représentation schématique de différentes rampes
Source: concept illustratif naturaqua 1996; réalisation: Beat Schenk, Berne



Fig. 8b: Rampe très rugueuse, disjointe

Exemples de rampes naturelles et artificielles

Rampes naturelles et artificielles:

- rampe rugueuse disjointe

Rampes naturelles et artificielles:

- rampe rugueuse



Fig. 8c: Rampe rugueuse, en pierres ajustées

- rampe unie



Fig. 8d: Rampe unie, peu rugueuse; dalle de béton

4.3.3 Ouvrages de retenue

On distingue entre:

Prélèvements latéraux sans ouvrage de retenue

Les prélèvements latéraux se rencontrent surtout sur les rivières des parties élevées du Plateau et des Préalpes qui alimentent les centrales électriques d'installations artisanales comme les moulins, les scieries, les ateliers textiles et autres entreprises. Les prélèvements latéraux sans ouvrage de retenue ne nécessitent pas de construction dans le cours principal qui puisse déranger la libre circulation.

Digue - réservoir (fig. 9a)

L'eau s'accumule à l'arrière de la digue et est prélevée à travers une grille verticale ou oblique.



Fig. 9a: Digue - réservoir pour le prélèvement d'eau

Déversoirs latéraux (fig. 9b)

Les déversoirs latéraux sont disposés plus ou moins parallèlement à la direction d'écoulement. Ils servent à la régulation du niveau d'eau

Ouvrages de retenue et barrages:

- digue - réservoir

et sont plutôt rares. Un déversoir latéral peut servir au prélèvement d'eau, mais ce n'est pas général.



Fig. 9b: Déversoir latéral

Prises tyroliennes (fig. 9c)

En général, il n'y a pas de refoulement devant l'ouvrage; l'eau est prélevée vers le bas à travers une grille légèrement inclinée dans le lit à l'aide de poutres orientées dans le sens du courant. Ce type de captage se rencontre dans les cours d'eau à charriage important (torrents alpins, surtout à haute altitude).



Fig. 9c: Prise tyrolienne

Barrages (fig. 9d)

Les barrages sont des retenues importantes qui barrent toute la largeur d'une vallée au moyen d'un mur ou d'une digue.

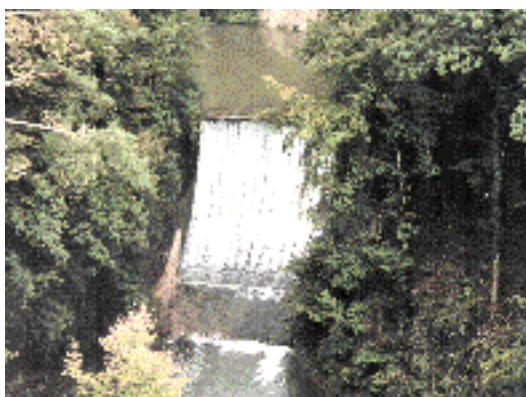


Fig. 9d: Barrage

Ouvrages de retenue et barrages:

- déversoir latéral

- prise tyrolienne

- barrage

Autres interruptions du cours d'eau:

- échelle à poissons

4.3.4 Autres ouvrages

Echelles à poissons (fig. 10a)

Le terme «échelle à poissons» réunit ici tous les moyens qui aident à la remontée du poisson. En principe, tous les ouvrages (transversaux) mentionnés peuvent être pourvus d'une échelle à poissons. Lorsque l'on prévoit une échelle à poissons, il faut mentionner en même temps le type d'ouvrage transversal concerné (p. ex. barrage, seuil).



Fig. 10a: Echelle à poissons

Barrières à alluvions (fig. 10b)

Les barrières à alluvions doivent retenir les alluvions lors des crues. Il s'agit d'ouvrages situés en travers du courant et comprenant des ouvertures par lesquelles l'eau peut s'écouler.



Fig. 10b: Barrière à alluvions

- barrière à alluvions

Ecluses (fig. 10c)

Une écluse est un coffre artificiel dans un cours d'eau ou au bord de celui-ci avec un niveau d'eau «interne» réglable. Par remplissage et vidange, son niveau d'eau s'adapte alternativement au niveau supérieur et au niveau inférieur de la rivière et permet à des bateaux de franchir un obstacle.



Fig. 10c: Ecluse

Passages en tuyau (fig. 10d - f)

Les passages en tuyau sous les routes, les chemins, etc., ont une longueur inférieure à 25 m (une longueur supérieure à 25 m donne lieu à un tronçon distinct). Les passages peuvent avoir une section circulaire ou rectangulaire.



Fig. 10d: Passage en tuyau de béton



Fig. 10e: Passage en tuyau Armco



Fig. 11f: Passage rectangulaire

Autres interruptions du cours d'eau:

- écluse

- passage en tuyau de béton

- passage en tuyau Armco

- passage rectangulaire

Ponts

Les ponts ne sont relevés que s'ils ne figurent pas sur la carte utilisée.

Gués

On appelle gué le passage d'un chemin à travers un ruisseau dont le fond peut être artificiellement consolidé dans ce secteur (p. ex. béton, pavage en pierre).

5. Evaluation

5.1 Classification

Des points sont attribués par tronçon ou par cours d'eau, à chaque critère, en fonction du niveau naturel. Tant le critère que son importance (par ex. degré d'endiguement) sont ainsi pondérés. Pour un niveau d'intervention équivalent, un aménagement du fond du lit est par exemple évalué de façon plus négative qu'un aménagement du pied de berge. Les points de chaque critère sont expliqués ci-dessous.

Critère	Description		Points
Variabilité de la largeur du lit mouillé	Importance		
	prononcée		0.0
	limitée		2.0
	nulle		3.0
Aménagement du fond du lit	Degré d'aménagement	Type d'aménagement	
	nul	-	0.0
	< 10 %	-	1.0
	10 - 30 %	-	2.0
	> 30 %	empierrement, enrochement	2.0
	> 30 %	tous autres matériaux	3.0
Renforcement du pied de la berge	Degré de renforcement	Perméabilité	
		perméable	0.0
	< 10 %	imperméable	0.0
		perméable	0.5
	10 - 30 %	imperméable	1.0
		perméable	1.5
	30 - 60 %	imperméable	2.0
		perméable	2.5
Rives	Largeur	Nature	
		typiques d'un cours d'eau	0.0
	suffisante	atypiques d'un cours d'eau	1.5
		artificielles	3.0
	insuffisante	typiques d'un cours d'eau	2.0
		atypiques d'un cours d'eau	3.0
		artificielles	3.0
	nulle	-	3.0

Classification et échelle de points

Tableau synoptique de classification des caractères des cours d'eau

Les points du renforcement du pied de la berge et des rives sont d'abord déterminés pour chaque rive, leur somme est ensuite divisée par 2 et arrondie au nombre entier. Les tronçons sont classés en fonction du nombre total de points obtenus. Les classes d'évaluation (I, II, III ou IV) se déterminent ainsi:

La somme des points est arrondie au nombre entier le plus proche (0,5 est arrondi vers le haut).

Somme des points	Classe	Etat ou type d'atteinte
0 et 1	I	naturel / semi-naturel
2 à 5	II	peu atteint
6 à 9	III	très atteint
10 à 12	IV	non naturel / artificiel

5.2 Représentation graphique

Une carte à une échelle comprise entre 1:2'500 et 1:25'000 sert de base cartographique (fond de carte). L'échelle choisie doit permettre de distinguer les tronçons voisins et les perturbations de la libre circulation.

Les classes décrivant l'état des tronçons de cours d'eau sont représentées en bleu, vert, jaune et rouge. Les tronçons mis sous terre sont indiqués en pointillé rouge.

Transposition graphique des résultats

Classe	Représentation
I	trait bleu
II	trait vert
III	trait jaune
IV	trait rouge
mis sous terre	pointillé rouge

Toutes les perturbations de la libre circulation sont également reportées sur la représentation graphique. Pour l'appréciation écologique, il est utile d'y inclure les informations sur la hauteur des seuils. Elles peuvent être représentées par un choix de symboles (par ex. seuils de moins de 30 cm, entre 30 et 70 cm, de plus de 70 cm). Pour autant que cela soit nécessaire pour certains problèmes, toutes les données récoltées peuvent en principe être représentées de façon graphique. On a

renoncé dans le cadre de la présente description méthodologique à mentionner les symboles graphiques universellement reconnus. Des solutions possibles figurent dans les exemples en annexe.

5.3 Saisie informatique des données

Si l'on dispose des moyens appropriés, l'évaluation des formulaires de relevés se fera de préférence par traitement électronique des données par ordinateur. Cela facilite une éventuelle prise en charge des données dans un système d'information géographique.

Une proposition d'encodage des données des formulaires de relevés est donnée en annexe. Elle se base sur le concept de saisie des données élaboré par l'office compétent du canton de Zurich. Pour les renforcements du pied de la berge et la nature des rives, le relevé et le codage du type et du matériau donnent davantage d'information pour une éventuelle étude complémentaire que le simple relevé de l'état général (perméable, imperméable ou typique d'un cours d'eau, non typique d'un cours d'eau, artificiel).

Une directive ASPEE «Structure des données sur l'évacuation des eaux en provenance des zones habitées» a été élaborée pour tous les relevés dans le domaine «plan général d'évacuation des eaux» (PGEE); elle comprend aussi les structures pour le stockage des données récoltées dans le domaine «Ecomorphologie - niveau R».

5.4 Interprétation des résultats - nécessité d'action

Les études recommandées ici donnent un aperçu général et compréhensible de l'état écomorphologique des cours d'eau d'une région. La représentation graphique illustre l'état écomorphologique de chaque tronçon du cours d'eau. Elle indique également quel pourcentage d'un cours d'eau se trouve dans chaque classe d'état. La poursuite systématique des analyses fournit des renseignements sur les évolutions positives ou négatives.

En général, sur les tronçons de cours d'eau classés comme «naturel/semi-naturel», l'autorisation d'effectuer de nouvelles interventions ne devrait être accordée que de façon plutôt restrictive à l'avenir.

Dans presque tous les réseaux hydrographiques suisses, les espèces de poissons sont limitées dans leur propagation par des perturbations artificielles de la libre circulation. Ce sont donc des atteintes graves à la capacité fonctionnelle écologique du cours d'eau. Un réseau hydrographique devrait être aménagé pour permettre la libre circulation depuis son embouchure jusqu'aux premiers obstacles naturels à la propagation (le plus souvent des barres rocheuses). Une représentation graphique appropriée permet un aperçu de la localisation des perturbations de la libre circulation.

Saisie informatique des données pour un transfert dans un système d'information géographique

Les méthodes permettent un aperçu compréhensible de l'état écomorphologique d'un cours d'eau

Les perturbations de la libre circulation sont des critères décisifs pour déterminer la capacité fonctionnelle écologique

Investigation sur le besoin d'espace des cours d'eau

Pour élaborer un catalogue des mesures, des relevés écomorphologiques de niveau C sont nécessaires

Les relevés de cette méthode permettent d'effectuer une comparaison chiffrée entre l'espace à disposition du cours d'eau (jusqu'aux secteurs d'agriculture intensive) et les données concernant le «besoin minimal d'espace» du projet «Besoin d'espace des cours d'eau» mentionné plus haut. De cette façon, les déficits d'espace à disposition peuvent être localisés et quantifiés.

Comme les effets des interventions ne se limitent souvent pas à des tronçons déterminés, mais peuvent avoir une importance pour les tronçons voisins et l'ensemble du réseau hydrographique, c'est ce dernier que l'on devrait toujours prendre en considération lors de l'élaboration d'un catalogue de mesures. Dans le domaine «Ecomorphologie - niveau C», la procédure d'élaboration d'un catalogue de mesures est décrite en détail. Les mesures y sont comparées quant à leur faisabilité, à leur coût et à leur bénéfice écologique, et donc classées d'après leurs priorités.

En fonction de l'ampleur et de l'importance des mesures envisagées, des recherches biologiques (sur les poissons, les invertébrés, les plantes supérieures, les algues) peuvent donner des renseignements précieux pour l'élaboration du catalogue de mesures et le développement écologique ultérieur du cours d'eau.

6. Limites d'application - relevé d'autres critères

La méthode présentée ici est en principe applicable à tous les cours d'eau de Suisse de taille petite ou moyenne. Elle n'a pas été testée pour les plus grands, comme le Rhin, le Rhône, la Limmat, la Reuss ou l'Aar.

Comme l'objectif de cette méthode est une appréciation synoptique, seuls les critères faciles à évaluer sont relevés. D'autres critères écologiques importants comme la ligne d'écoulement, l'approfondissement ou le colmatage du lit par du matériel fin ne sont pas évalués au niveau R, car la détermination de l'état «naturel/semi-naturel» est difficile.

En plus des critères faciles à évaluer, il est possible de relever d'autres critères utiles par exemple à la planification des mesures de protection ou d'entretien des cours d'eau. Ils ne sont cependant pas pris en compte dans la détermination de la classe de valeur. Le relevé des critères complémentaires devrait s'effectuer selon la description dans «Ecomorphologie – niveau C» pour assurer un relevé uniforme et comparable.

Les critères complémentaires suivants peuvent être relevés:

Déversements	Les déversements inconnus ou illégaux peuvent être importants.
Algues, plantes aquatiques	Un développement massif des algues et des plantes aquatiques dans le lit du cours d'eau est important pour la planification de mesures d'entretien.
Turbidité, coloration, odeur, formation d'écume, végétation hétérotrophe	En tant qu'indicateurs d'une pollution par des eaux usées, ce sont des informations importantes pour l'appréciation de la qualité des eaux. (Exigences de qualité de l'eau en vertu de l'ordonnance sur le déversement des eaux usées, art. 1).
Ligne d'écoulement, altitude du fond par rapport à celle du terrain, ombre	Ces données peuvent avoir une certaine importance pour l'appréciation de l'état naturel d'un cours d'eau particulier.
Variabilité de la profondeur d'eau, colmatage, bois mort	Ces données sont aussi importantes pour apprécier le cours d'eau en tant que biotope pour les poissons.

La méthode est applicable aux cours d'eau de taille petite ou moyenne

«Ecomorphologie - niveau R» ne comprend que des critères faciles à relever

Autres critères pouvant être relevés, mais non pris en compte dans l'évaluation et la classification

Annexes

A1	Détermination du besoin d'espace des cours d'eau	39
A2	Méthodologie «Ecomorphologie - niveau R»	40
A3	Formulaire de relevé relatif à «Ecomorphologie - niveau R»	41
A4	Tableau de codage pour les formulaires de relevé	42
A5	Exemple d'une carte avec résultats d'évaluation	44

Largeur des rives

Besoin total d'espace

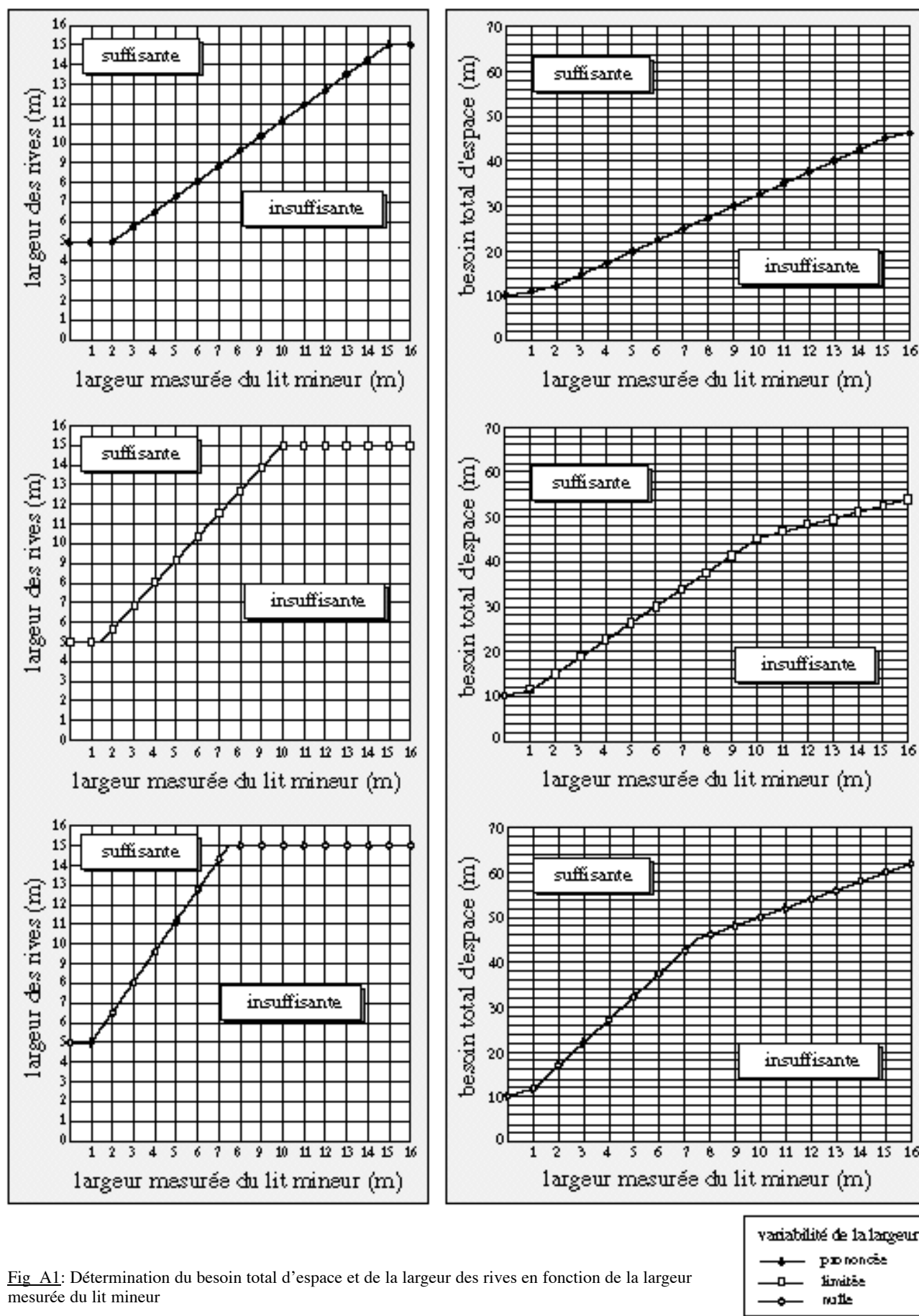


Fig. A1: Détermination du besoin total d'espace et de la largeur des rives en fonction de la largeur mesurée du lit mineur

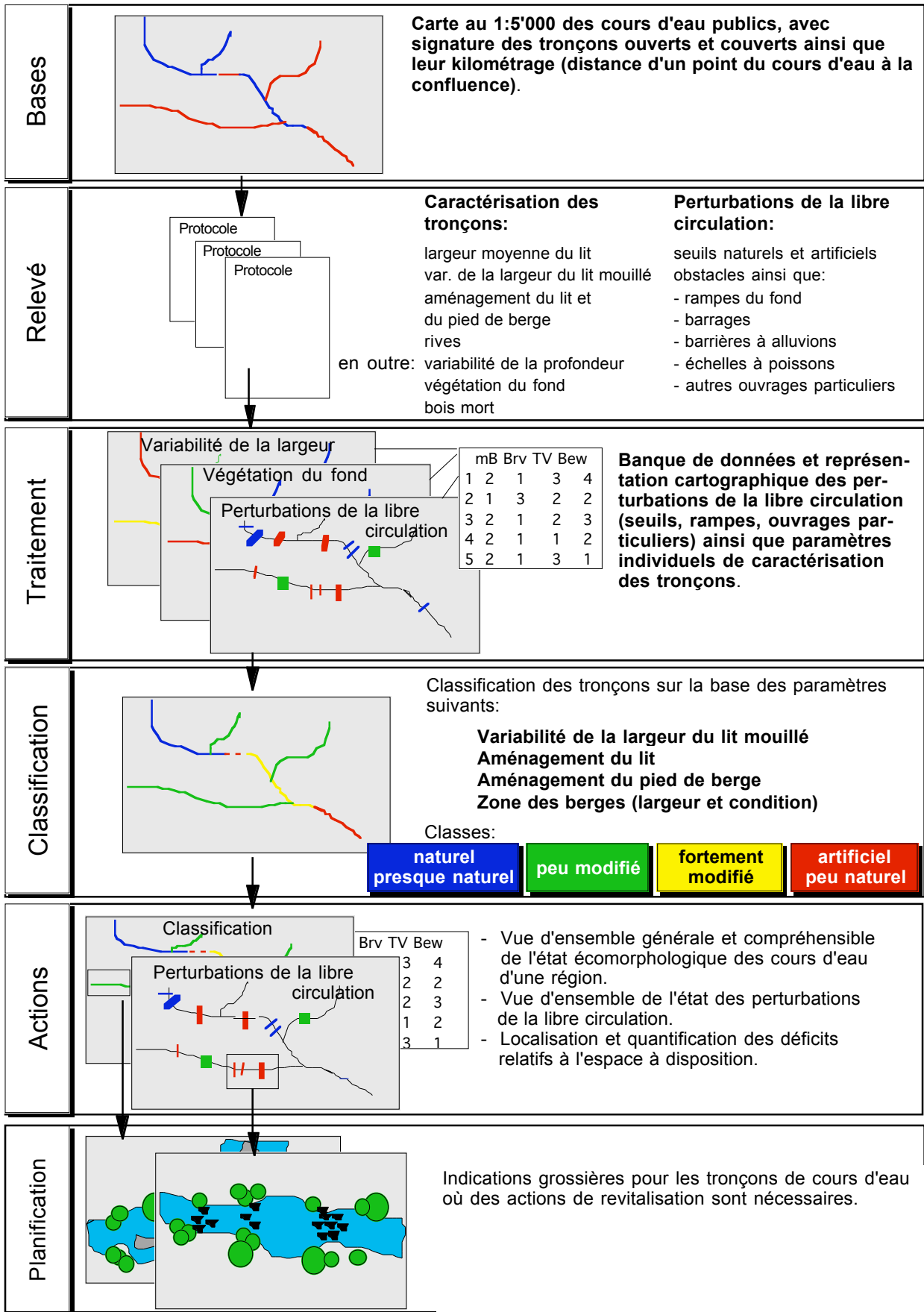


Fig. A2: Méthodologie «Ecomorphologie – niveau R»

Fig A3: Formulaire de relevé relatif à «Ecomorphologie – niveau R»

Fig A4a: Tableau de codage pour les formulaires de relevé

															Seuils		Cours d'eau (1 ^{er} état, nom): Observateur:
Description de la distance à l'embouchure (en km)															Numéro du tronçon		
															Date de relevé		
															Numéro du seuil	Format: 0-000 p.ex.: 12-005	
															Localisation du seuil [m]		
															Type de seuil	0 = Inconnu 1 = naturel 2 = artificiel	
															Matériau du seuil	0 = naturel / aucun 1 = bois 2 = rocher / blocs de rocher 3 = béton / passage de pierres + = autres / inconnu	
															Hauteur du seuil [cm]		

															Ouvrages		Cours d'eau (1 ^{er} état, nom): Observateur:
Description de la distance à l'embouchure (en km)															Numéro du tronçon		
															Date de relevé		
															Numéro de l'ouvrage	Format: 0-000 p.ex.: 12-005	
															Localisation de l'ouvrage [m]		
															Ouvrage type	0 = Inconnu 1 = rampe très rugueuse / distolite 2 = rampe lisse / peu rugueuse 3 = ouvrage de retenue 4 = déversoir latéral 5 = prise tyrolienne 6 = barrage 7 = échelle à poissons 8 = barrière à sédiments 9 = écluse 10 = passage en tuyau 11 = pont 12 = prise latérale sans barrage 13 = gué	
Page															Hauteur du seuil [cm]	Indiquée pour tous les ouvrages 1-8	

Fig. A4b: Tableau de codage pour les formulaires de relevé

Classification écomorphologique (Vue d'ensemble)

● Limite de tronçon

Classification du tronçon

— naturel, presque naturel

— peu modifié

— fortement modifié

— artificiel, peu naturel

— mis sous terre

— pas classifié



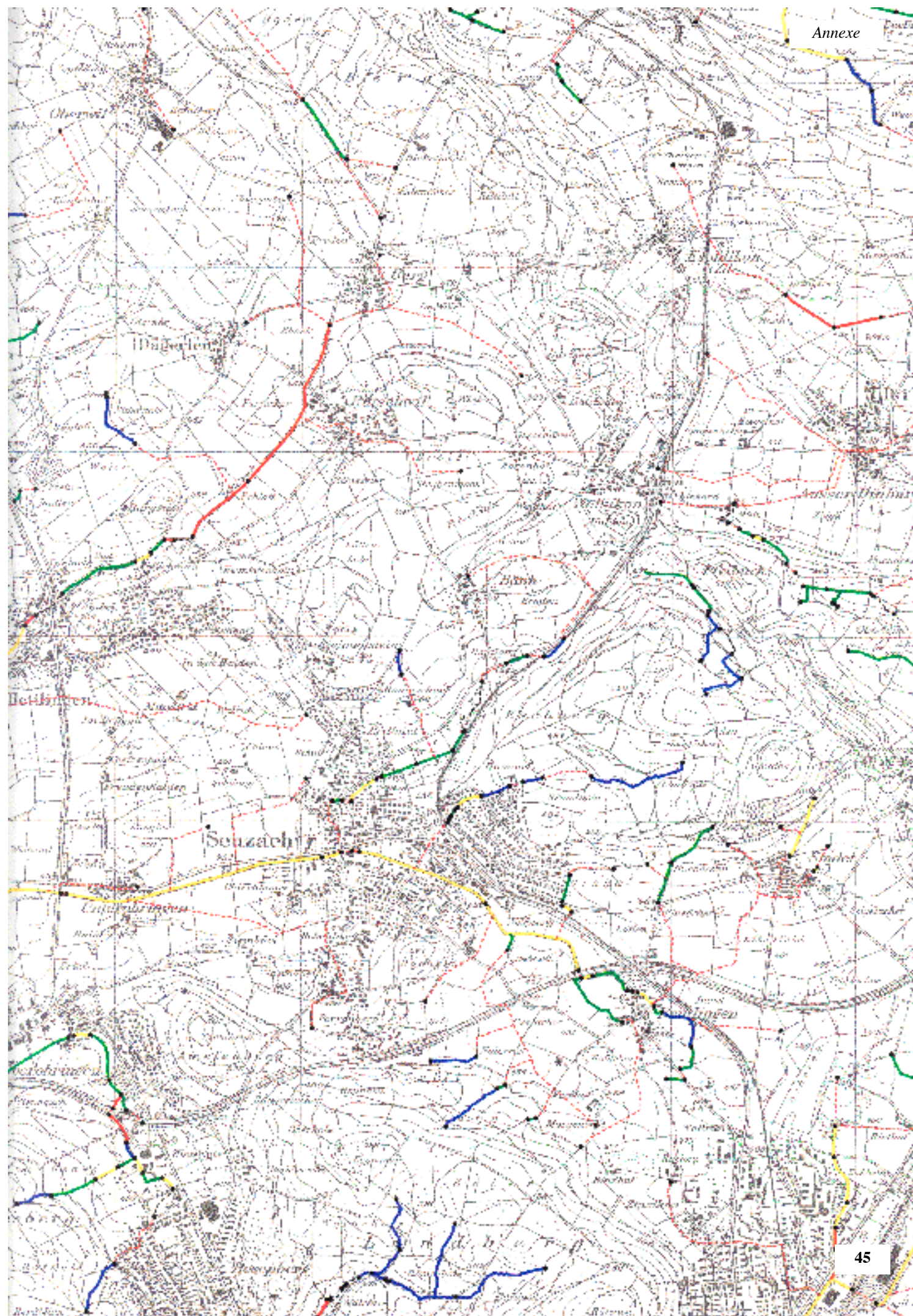
1:25000

250 0 250 500 750 1000 1250 Meters

ANEL, 28.10.98

Extrait de carte, pages 46 et 47

Fig A5a: Pages 44 et 45: Exemple d'une carte avec résultats d'évaluation (échelle: 1:25000)



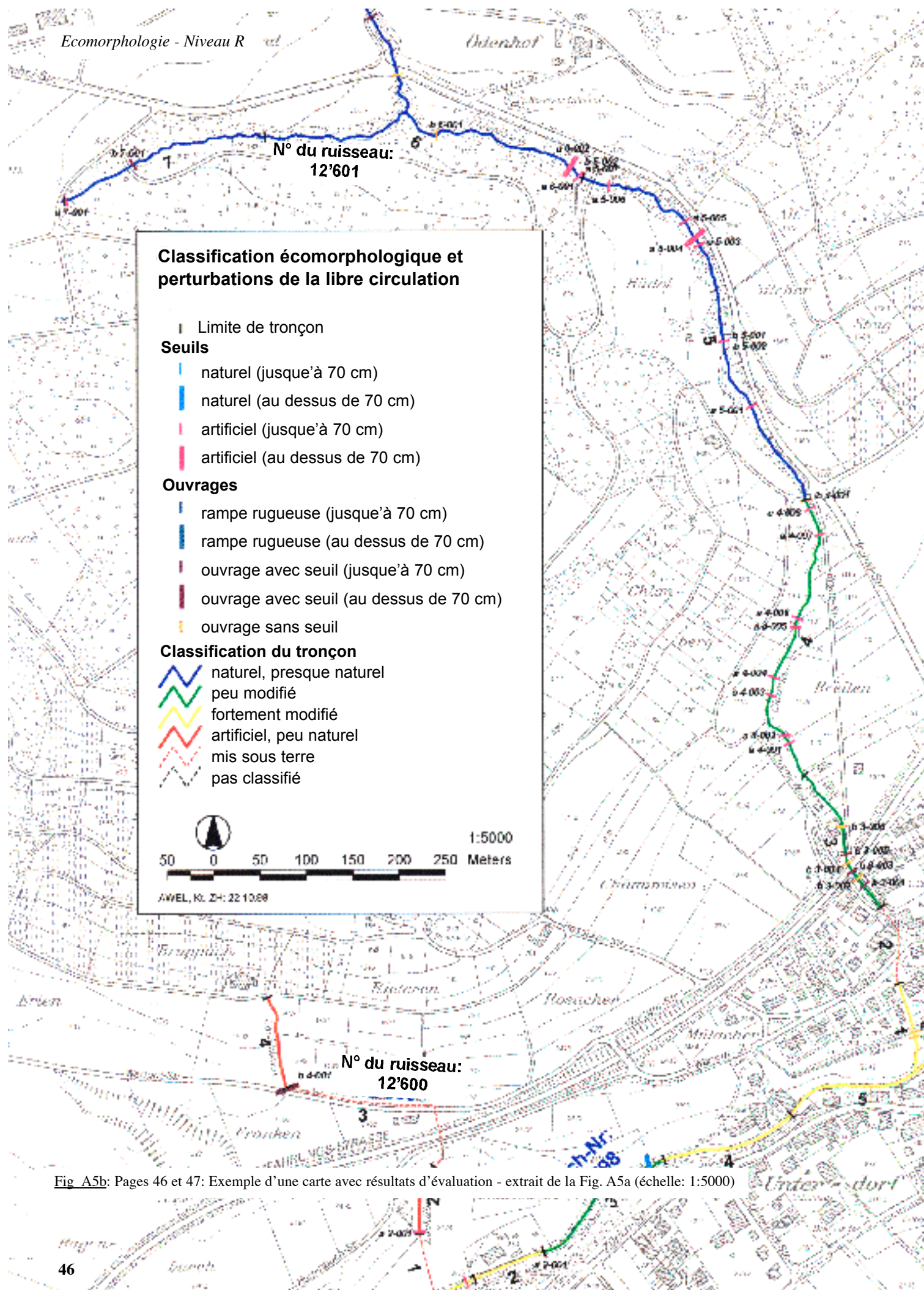
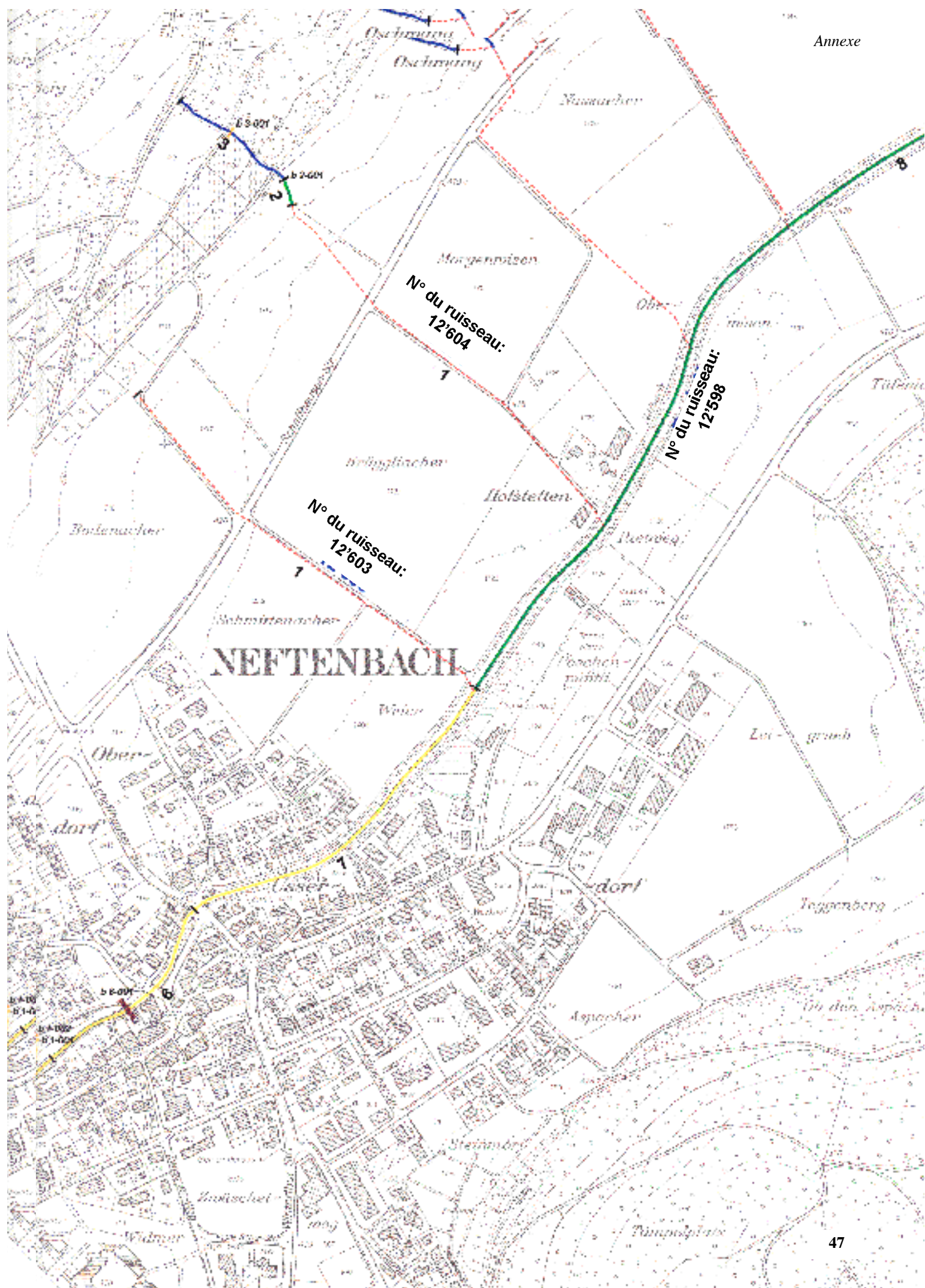


Fig. A5b: Pages 46 et 47: Exemple d'une carte avec résultats d'évaluation - extrait de la Fig. A5a (échelle: 1:5000)



Données de tronçons

Cours d'eau N°	Numéro du tronçon	Date de relevé	Début du tronçon [m]	Fin du tronçon [m]	Largeur moyenne du lit	Mise sous terre	Nombreux seuils naturels	Variabilité de la largeur du lit mouillé	Variabilité de la profondeur	Aménagement du lit	Matériau de l'aménagement du lit	Renforcement du pied de la berge gauche	Renforcement du pied de la berge droite	Matériau du renforcement du pied de la berge gauche	Matériau du renforcement du pied de la berge droite	Largeur moyenne de la rive gauche [m]	Largeur moyenne de la rive droite [m]	Nature de la rive gauche	Nature de la rive droite	Peuplement d'algues	Peuplement de macrophytes	Bois mort	Notes	Classification
12.598	1	14.05.1997	0	1.070	4	0	0	2	2	3	4	4	4	2	2	3	4	1	1	2	1	3	Après 910 m déchets dans le ruisseau (asphalte, fer et plastique)	3
12.598	2	14.05.1997	1.070	1.150	5	0	0	3	2	1	0	6	6	5	6	0	7	0	1	2	1	3		3
12.598	3	14.05.1997	1.150	1.320	5	0	0	2	2	1	0	1	2	0	6	16	5	1	1	2	2	3	Après 1160 m déchets dans le ruisseau (déchets verts)	2
12.598	4	14.05.1997	1.320	1.470	5	0	0	2	2	2	4	5	3	6	6	8	4	1	1	2	2	2		3
12.598	5	14.05.1997	1.470	1.650	3,5	0	0	2	2	1	0	6	5	2	2	2	3	1	1	2	2	3		3
12.598	6	14.05.1997	1.650	1.890	6	0	0	3	3	1	0	6	6	6	6	0	0	0	0	3	2	3		3
12.598	7	14.05.1997	1.890	2.300	5	0	0	3	2	2	4	6	6	2	2	5	5	1	1	2	2	3		3
12.598	8	14.05.1997	2.300	3.600	3,5	0	0	2	2	1	0	2	3	2	2	8	7	1	1	2	2	2		2
12.600	1	14.05.1997	0	70	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	16	2	0	0	0	0		5
12.600	2	14.05.1997	70	145	0,6	0	0	3	2	6	4	6	6	2	2	1	16	0	1	1	1	3		4
12.600	3	14.05.1997	145	380	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		5
12.600	4	14.05.1997	380	481	0,3	0	0	2	2	6	4	6	6	5	5	0	1	0	1	1	2	3		4
12.601	1	19.05.1997	0	100	0,5	0	0	2	3	3	4	5	3	0	6	1	2	0	1	1	1	2		3
12.601	2	19.05.1997	100	190	1	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0		5
12.601	3	19.05.1997	190	360	0,7	0	0	1	2	1	0	5	5	3	5	2	2	1	1	1	1	3		2
12.601	4	19.05.1997	360	690	0,5	0	0	1	1	3	2	2	2	3	3	4	2	1	1	1	1	2		2
12.601	5	19.05.1997	690	1.160	1,3	0	1	1	1	1	0	2	2	2	2	7	6	1	1	1	1	1		1
12.601	6	19.05.1997	1.160	1.550	1,3	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	7	16	1	1	1	1	1		1
12.601	7	19.05.1997	1.550	1.789	1,3	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	16	16	0	0	1	1	2		1
12.603	1	19.05.1997	0	501	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0	0	0	0		5
12.604	1	19.05.1997	0	500	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0		5
12.604	2	19.05.1997	500	630	0,5	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0			1	1	1	1	1		2
12.604	3	19.05.1997	630	676	0,4	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	16	4	1	1	1	1	1		1

Fig. A5c: Données relatives aux cartes Fig. A5a et A5b

Données des ruisseaux

N° du ruisseau	se jette dans le ruisseau N° ...	Nom du cours d'eau	Autres noms	Largeur [m]	Observateur	Notes	Relevé effectué
12.598	10.507	Näfbach	Chrebsbach, Chräbsbach, Krebsbach	10.399	pf		oui
12.600	12.598	Löchlibach		481	pf		oui
12.601	12.598	Chämibach		1.789	pf		oui
12.603	12.598	Bach vom Bodenacher		501	pf	sans seuil ni ouvrage	oui
12.604	12.598	Bach von Morgenwisen		676	pf	sans seuil	oui

Données des seuils

N° du ruisseau	Date du relevé	N° du tronçon	N° du seuil	Position [m]	Type	Constituant	Hauteur [cm]	Notes	Classe
12598	14.05.1997	1	a 1-009	1.060	2	4	50		3
12598	14.05.1997	2	a 2-001	1.150	2	1	30		3
12598	14.05.1997	3	a 3-001	1.300	1	2	150		2
12600	14.05.1997	2	a 2-001	73	2	3	40		3
12601	19.05.1997	4	a 4-001	400	2	1	50		3
12601	19.05.1997	4	a 4-002	410	2	1	50		3
12601	19.05.1997	4	a 4-003	460	2	1	40		3
12601	19.05.1997	4	a 4-004	480	2	1	40		3
12601	19.05.1997	4	a 4-005	540	2	1	40		3
12601	19.05.1997	4	a 4-006	550	2	1	40		3
12601	19.05.1997	4	a 4-007	650	2	1	50		3
12601	19.05.1997	4	a 4-008	680	2	1	50		3
12601	19.05.1997	5	a 5-001	810	0	4	70		3
12601	19.05.1997	5	a 5-002	890	2	3	70		3
12601	19.05.1997	5	a 5-003	1.000	2	1	50		3
12601	19.05.1997	5	a 5-004	1.010	0	4	120		4
12601	19.05.1997	5	a 5-005	1.030	0	4	70		3
12601	19.05.1997	5	a 5-006	1.130	2	1	70		3
12601	19.05.1997	5	a 5-007	1.160	2	1	30		3
12601	19.05.1997	6	a 6-001	1.165	2	2	50		3
12601	19.05.1997	6	a 6-002	1.180	0	4	80		4
12601	19.05.1997	7	a 7-001	1.788	2	3	40		3

Données des ouvrages

N° du ruisseau	Date du relevé	N° du tronçon	N° d'ouvrage	Position [m]	Type	Hauteur [cm]	Notes	Classe
12598	14.05.1997	6	b 6-001	1.750	3	300		4
12600	14.05.1997	2	b 2-001	120	10			5
12600	14.05.1997	4	b 4-001	380	5	170		4
12601	19.05.1997	1	b 1-001	40	10			5
12601	19.05.1997	1	b 1-002	45	0		Conduite en bois	5
12601	19.05.1997	3	b 3-001	220	8	50		3
12601	19.05.1997	3	b 3-002	230	10			5
12601	19.05.1997	3	b 3-003	240	8	50		3
12601	19.05.1997	3	b 3-004	250	11			5
12601	19.05.1997	3	b 3-005	260	8	70		3
12601	19.05.1997	3	b 3-006	290	10			5
12601	19.05.1997	4	b 4-001	690	10			5
12601	19.05.1997	5	b 5-001	890	10			5
12601	19.05.1997	5	b 5-002	1.160	10			5
12601	19.05.1997	6	b 6-001	1.340	11			5
12601	19.05.1997	7	b 7-001	1.705	10	20	Passage souterrain et seuil	3
12604	19.05.1997	2	b 2-001	530	10			5
12604	19.05.1997	3	b 3-001	610	10			