> Méthodes d'analyse et d'appréciation des lacs en Suisse

Module: Écomorphologie des rives lacustres

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Office fédéral de l'environnement OFEV

> Méthodes d'analyse et d'appréciation des lacs en Suisse

Module: Écomorphologie des rives lacustres

Publié par l'Office fédéral de l'environnement OFEV
Berne, 2016

Valeur juridique de la présente publication
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 des notions juridiques indéterminées provenant de lois et d'ordonnances 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. Les aides à l'exécution de l'OFEV (appelées aussi directives, instructions, recommandations, manuels, aides pratiques) paraissent dans la collection «L'environnement pratique».

La présente méthode n'est pas définitive. Elle sera testée dans la pratique et adaptée en conséquence.

Impressum

Éditeur
Office fédéral de l'environnement (OFEV) du Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication (DETEC).

Développement des méthodes
Klemens Niederberger (AquaPlus), Peter Rey (HYDRA), Peter Reichert (Eawag), Jacqueline Schlosser (Eawag), Urs Helg (OFEV), Susanne Haertel-Borer (OFEV)

Rédaction
Evi Binderheim (Sponsolim)

Accompagnement à l'OFEV
Anita Bertiller (Sigmaplan), Christian Clerc (Association de la Grande Cariçaie), Heinz Ehmann (canton de Thurgovie), Christoph Iseli (groupe de travail «Rives lacustres» de l'Association pour le génie biologique), Brigitte Lods-Crozet (canton de Vaud), Robert Lovas (canton de Lucerne), Christian Michel (Eawag), Patrick Steinmann (canton de Zurich), Petra Teiber (Institut für Seenforschung ISF, D-Langenargen), Gregor Thomas (OFEV), Markus Zeh (canton de Berne)

Relevés tests et collaboration
Jorim Urner (OFEV), Raphael Prinz (OFEV), Seraina Winkler (canton de Thurgovie), Corina Achermann (canton de Lucerne)

Référence bibliographique
Niederberger Klemens, Rey Peter, Reichert Peter, Schlosser Jacqueline, Helg Urs, Haertel-Borer Susanne, Binderheim Evi, 2016: Méthodes d'analyse et d'appréciation des lacs en Suisse; module Écomorphologie des rives lacustres. Office fédéral de l'environnement, Berne. L'environnement pratique n° 1632: 73 p.

Graphisme, mise en page
Karin Nöthiger, Niederrohrdorf

Photo de couverture
Evaluation de l'état écomorphologique des rives du Lac de Bienne à Sutz-Lattrigen

Provenance des photos
Photos aériennes des figures 3, 5-74 & 81:
SWISSIMAGE (C) swisstopo (DV043734)
Photos aériennes obliques des figures 5,14-18,22-23 & 47:
GBL Canton de Berne, Vinzenz Maurer

Téléchargement au format PDF
www.bafu.admin.ch/uv-1632-f
Il n'est pas possible de commander une version imprimée.

Cette publication est également disponible en allemand.

© OFEV 2016

> Table des matières

Abstracts **5**
Avant-propos **7**

1 Introduction **8**
1.1 Contexte et but de la méthode 8
1.2 Champ d'application 9
1.3 Bases légales 10

2 Définitions et unité d'observation **11**

3 Réalisation des relevés **13**
3.1 Marche à suivre 13
3.1.1 Utilisation de photos aériennes 13
3.1.2 Attributs et modalités 15
3.1.3 Projection sur la ligne de rive 15
3.2 Sources et qualité des données 17
3.3 Saisie dans un SIG 19
3.4 Relevé des informations de base et paramètres stationnels 20
3.4.1 Caractéristiques générales (A01-A03) 20
3.4.2 Régulation du niveau d'eau (A04) 20
3.4.3 Type de rive (C07) 20
3.4.4 Étendue de la zone littorale (E03) 21
3.5 Relevé des attributs entrant dans l'évaluation 23
3.5.1 Aménagement de la ligne de rive (B01) 23
3.5.2 Connexion avec un cours d'eau (tributaire ou effluent; sur la ligne de rive) (B02) 25
3.5.3 Habitation, artisanat et industrie dans la bande riveraine (C01) 27
3.5.4 Activités de loisirs dans la bande riveraine (C02) 29
3.5.5 Voies et surfaces de circulation dans la bande riveraine (C03) 31
3.5.6 Exploitation agricole ou sylvicole de la bande riveraine (C04) 33
3.5.7 Aménagement de cours d'eau dans la bande riveraine (C05) 35
3.5.8 Végétation riveraine (C06) 36
3.5.9 Utilisation dans la bande de l'arrière-rive (D01) 38
3.5.10 Végétation de transition dans la bande de l'arrière-rive (D02) 40
3.5.11 Modifications du fond du lac dans la zone littorale (E01) 41
3.5.12 Structures et installations dans la zone littorale (E02) 43
3.6 Relevé des attributs ou des informations complémentaires n'entrant pas dans l'évaluation 45
3.6.1 Exposition aux vagues (B03) 45
3.6.2 Végétation typique des rives (C08) 45
3.6.3 Végétation émergente de la zone littorale (E04) 46

4 Analyse des données **48**
4.1 Évaluation 48
4.1.1 Hiérarchie des objectifs 48
4.1.2 Fonctions de valeur et fonctions d'agrégation 49
4.1.3 Agrégation longitudinale 56
4.2 Classement 57
4.3 Représentation graphique des résultats 57

Annexe **59**
A1 Liste des informations de base et des paramètres stationnels 59
A2 Liste des attributs entrant dans l'évaluation 61
A3 Liste des attributs n'entrant pas dans l'évaluation 68
A4 Modèles et autres aides 69

Bibliographie **70**
Répertoire **71**

> Abstracts

The «Analysis and Evaluation Concept for the Swiss Lakes» details survey procedures for the chemical, biological and physical analysis areas in the relevant pelagial, littoral and profundal sub-habitats. This publication describes the methodology for analysis of the ecomorphology of the lakeshores. Its purpose is to provide a comprehensive record, evaluation and general description of the ecomorphological state of the lakeshores. With the help of aerial photographs, the actual lakeshore morphology and the uses, installations and control structures in and along the lakeside are surveyed, based on various selected features. The ecomorphological state of the lakeshore is recorded directly in a Geographic Information System (GIS). On the basis of a target hierarchy, the ecomorphological state of the lakeshores is then assessed from the surveyed features by value function analysis. By applying a target hierarchy, individual lakeshore compartments such as «shallow water zone», «shoreline» and «shore zone» can be differentiated. The data calculated for each lakeshore compartment by value functions are graded into one of five quality classes from natural/near natural to artificial. The lakeside sections are shown on outline maps in blue, green, yellow, orange or red according to their quality class.

Keywords:
Lakeshore ecomorphology, Comprehensive record, Geographic Information System, 5-step evaluation

Das «Konzept zur Untersuchung und Beurteilung der Seen in der Schweiz» sieht Erhebungsverfahren in den Untersuchungsbereichen Chemie, Biologie und Physik in den jeweils relevanten Teilhabitaten Pelagial, Litoral und Profundal vor. Die vorliegende Publikation stellt die Methodik für die Untersuchung der Ökomorphologie der Seeufer vor. Ziel ist die flächendeckende Erfassung, Bewertung und übersichtsmässige Darstellung des ökomorphologischen Zustandes der Seeufer. Anhand von Luftbildern werden die eigentliche Seeufermorphologie sowie Nutzungen, Anlagen und Verbauungen im und am Seeufer anhand von verschiedenen ausgewählten Merkmalen erhoben. Die ökomorphologische Zustandserfassung der Seeufer erfolgt direkt in einem geografischen Informationssystem (GIS). Basierend auf einer Zielhierarchie wird anschliessend die Bewertung des ökomorphologischen Zustandes der Seeufer anhand der erhobenen Merkmale mittels Wertfunktionen vorgenommen. Die Anwendung einer Zielhierarchie ermöglicht eine differenzierte Betrachtung von einzelnen Uferkompartimenten wie z. B. «Flachwasserzone», «Uferlinie» und «Uferzone». Die für jedes Uferkompartiment mittels Wertfunktionen berechneten Werte werden einer von fünf Qualitätsklassen von natürlich/naturnah bis künstlich zugeordnet. Die Seeuferabschnitte werden auf Übersichtskarten entsprechend ihrer Qualitätsklasse in den Farben blau, grün, gelb, orange und rot dargestellt.

Stichwörter:
Ökomorphologie Seeufer, Flächendeckende Erfassung, Geographisches Informationssystem, 5-stufige Bewertung

Le «Système d'analyse et d'appréciation des lacs en Suisse» prévoit des méthodes de relevé couvrant trois domaines d'analyse (chimie, biologie et physique) dans les sous-habitats pertinents (zones pélagique, littorale et profonde). La présente publication expose la méthode d'évaluation de l'écomorphologie des rives lacustres. Le but est de relever, d'évaluer et de représenter de façon synoptique l'état écomorphologique des rives lacustres à l'échelle nationale. La morphologie des rives lacustres ainsi que leur utilisation et les installations ou aménagements situés dans et sur la rive sont relevés à l'aide de photos aériennes, sur la base d'une sélection de caractéristiques. L'état écomorphologique des rives lacustres est saisi directement dans un système d'information géographique (SIG). Les caractéristiques relevées servent ensuite à évaluer l'état écomorphologique des rives lacustres selon une hiérarchie des objectifs et au moyen de fonctions de valeur. La hiérarchisation des objectifs permet de considérer un à un les différents compartiments de la rive, notamment la «zone d'eau peu profonde», la «ligne de rivage» et le «rivage». Les valeurs calculées pour chaque compartiment à l'aide de fonctions sont classées dans une des cinq catégories de qualité allant de naturel/proche de l'état naturel à artificiel. Les tronçons de rive sont représentés sur des cartes synoptiques, en bleu, vert, jaune, orange ou rouge, selon leur qualité.

Mots-clés:
écomorphologie des rives lacustres, relevé général, système d'information géographique, 5 classes d'évaluation

La strategia per l'analisi e la valutazione dei laghi in Svizzera prevede procedure di rilevamento nei settori di analisi chimica, biologia e fisica negli spazi vitali lacustri pertinenti (zone pelagiche, litoranee e profonde). La presente pubblicazione illustra la metodologia per l'analisi dell'ecomorfologia delle sponde lacustri. L'obiettivo è rilevare, valutare e fornire una rappresentazione globale a livello nazionale dello stato ecomorfologico delle sponde lacustri. La morfologia delle sponde lacustri, la relativa utilizzazione, gli impianti e le arginature sono rilevati mediante immagini aeree tenendo conto di diverse caratteristiche selezionate. Il rilevamento dello stato ecomorfologico delle sponde lacustri avviene direttamente in un sistema d'informazione geografica (SIG). In base a una gerarchia di obiettivi, e a seconda delle caratteristiche rilevate, viene infine valutato mediante funzioni di valore lo stato ecomorfologico delle sponde lacustri. Il ricorso a una gerarchia di obiettivi consente una valutazione differenziata di singoli comparti di sponde come ad esempio le zone d'acqua poco profonde, le linee di sponda e le zone ripuali. I valori calcolati con le funzioni di valore per ogni comparto sono in seguito attribuiti a una delle cinque classi di qualità (da naturale o seminaturale ad artificiale). I tratti di sponda sono illustrati in carte sinottiche a seconda della relativa classe di qualità nei colori blu, verde, giallo, arancione e rosso.

Parole chiave:
ecomorfologia delle sponde lacustri, rilevamento a livello nazionale, sistema d'informazione geografica, valutazione a 5 livelli

> Avant-propos

Véritables joyaux dans le paysage suisse, les lacs revêtent aussi une importance primordiale pour la préservation de la biodiversité, la qualité de vie et le tourisme. Ils abritent de nombreuses espèces animales et végétales et interagissent en permanence avec les zones environnantes.

Les lacs subissent l'impact de diverses activités humaines. Si les efforts importants consentis dans la protection des eaux sont parvenus, ces dernières décennies, à réduire la surcharge de nutriments, l'apport de composés traces organiques (micropolluants) constitue un nouveau défi. Les rives des lacs suisses n'échappent pas non plus aux atteintes écologiques, puisque toutes sortes d'aménagements détériorent la qualité des habitats naturels.

Depuis que la loi sur la protection des eaux (LEaux) a été modifiée en 2011, les cantons sont tenus de planifier et de réaliser des projets de revitalisation des eaux. Ils bénéficient à cet effet du soutien financier de la Confédération. Les premiers travaux ont été entrepris sur les cours d'eau pour lesquels des données complètes existaient déjà. Les plans stratégiques visant les cours d'eau ont ensuite été achevés jusqu'à fin 2014. En ce qui concerne les lacs, le délai de planification a été fixé à fin 2022 et il convient donc de faire avancer les travaux. Selon l'ordonnance sur la protection des eaux, l'état écomorphologique des eaux représente une base de planification essentielle.

La présente aide à l'exécution est le premier module du Système d'analyse et d'appréciation des lacs en Suisse, publié en 2013. S'inspirant de l'instrument développé en 1998 déjà pour relever et évaluer l'écomorphologie des cours d'eau, elle propose une méthode harmonisée s'appliquant aux rives lacustres.

L'OFEV remercie toutes les personnes ayant contribué à cette publication, en particulier les membres du groupe d'accompagnement, qui ont mis au point, en les testant, des solutions pratiques.

Franziska Schwarz
Sous-directrice
Office fédéral de l'environnement

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

1 > Introduction

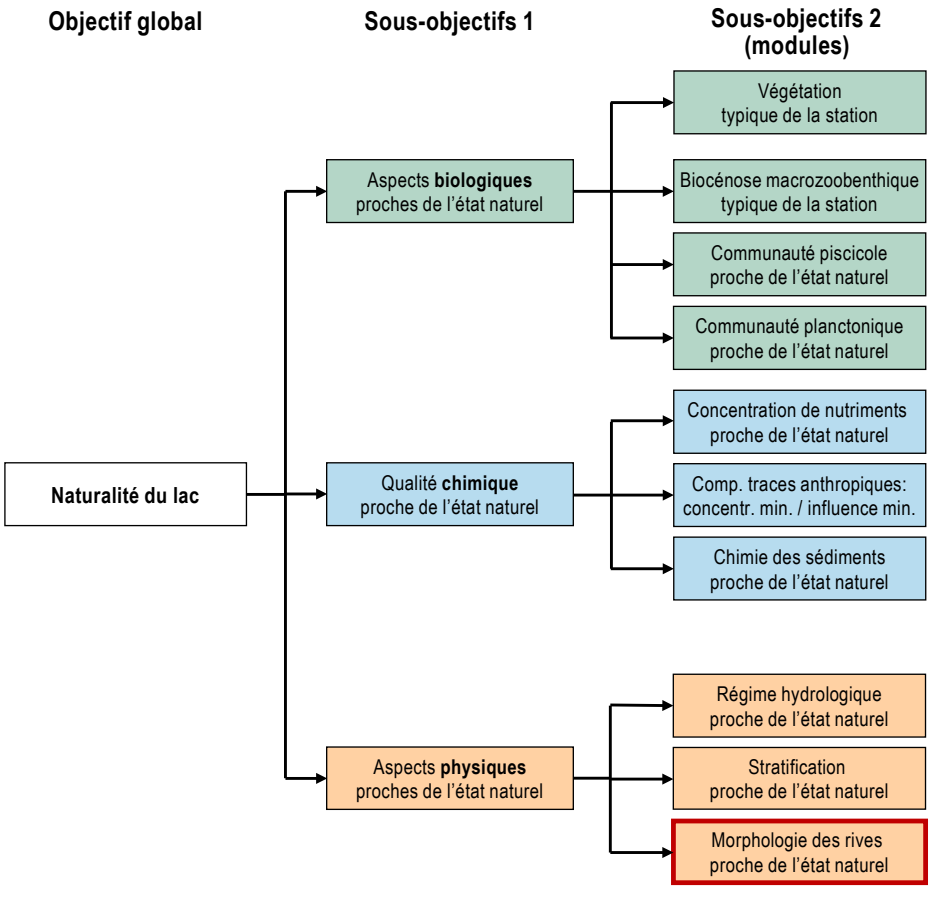
1.1 Contexte et but de la méthode

Système d'analyse et d'appréciation des lacs en Suisse

La présente méthode d'évaluation écomorphologique des rives lacustres fait partie du Système d'analyse et d'appréciation des lacs en Suisse (Schlosser et al. 2013). Celui-ci repose sur la volonté de protéger les eaux contre toute atteinte, telle qu'elle est formulée dans la loi du 24 janvier 1991 sur la protection des eaux (LEaux; RS 814.20), et vise à élaborer des méthodes de relevés, ou modules, permettant de juger si l'objectif «naturalité du lac» est atteint ou non (fig. 1). Il jette les bases d'une appréciation intégrée des lacs suisses au moyen de relevés couvrant trois domaines d'analyse (biologie, chimie et physique) dans les divers sous-habitats pertinents (zones pélagique, littorale et profonde), ainsi que d'une analyse des déficits (mise en évidence des écarts par rapport à l'état visé).

Fig. 1 > Hiérarchie prévue des objectifs pour apprécier l'état des lacs

La présente méthode constitue un module du système global (entouré en rouge).



Schlosser et al. 2013

Méthode harmonisée pour la Suisse

Constituant un module du Système d'analyse et d'appréciation des lacs en Suisse, la méthode «Écomorphologie des rives lacustres» décrite ci-après sert à évaluer l'état écomorphologique des rives lacustres. Elle répond notamment aux objectifs suivants:

- établir une méthode harmonisée d'évaluation de l'état écomorphologique des rives lacustres en Suisse;
- relever, évaluer et représenter de manière synoptique l'état écomorphologique des rives lacustres à l'échelle nationale, et, le cas échéant, relever et évaluer l'impact des installations et utilisations anthropiques sur les rives;
- relever et estimer les écarts par rapport à l'objectif de naturalité visé, mettre en évidence les déficits;
- recueillir les données écomorphologiques de base nécessaires pour la planification stratégique des revitalisations au sens de l'art. 41d de l'ordonnance du 28 octobre 1998 sur la protection des eaux (OEaux; RS 814.201);
- estimer les mesures d'amélioration à mettre en œuvre pour atteindre les objectifs écologiques fixés par la législation;
- réaliser des relevés «avant-après» pour contrôler l'effet des mesures de revitalisation mises en œuvre.

1.2 Champ d'application

Méthode applicable à tous les lacs naturels et artificiels de Suisse

La présente méthode s'applique à tous les lacs naturels ou artificiels du pays. Comme il n'existe pas encore de typologie, le terme de «lac» utilisé ici désigne aussi les petits plans d'eau, tels les étangs ou les mares, qui ne présentent pas forcément toutes les propriétés d'un lac (une stratification thermique stable, une zonation littorale/pélagique, p. ex.).

Relevés basés sur des photos aériennes

La méthode exposée permet d'obtenir une vue d'ensemble de l'état écomorphologique des rives lacustres, sur laquelle pourra s'appuyer la planification stratégique des revitalisations de rives prévue à l'art. 41d OEaux. Basés sur des photos aériennes, les relevés ne nécessitent aucun déplacement sur le terrain. Une étude préalable a en effet démontré que les attributs peuvent être saisis de manière suffisamment précise au moyen d'une analyse de photos aériennes (Teiber et al. 2013).

Résultats comparables à ceux de la méthode IGKB

Les rives de plusieurs lacs du pays ont déjà été analysées et appréciées à l'aide de différentes méthodes (IGKB «Bodenseemethode» 2009, procédé Ecotec 2004). Comme l'a montré une étude comparative menée dans le cadre des relevés tests réalisés en vue de la conception méthodologique, la présente méthode fournit des résultats comparables à ceux obtenus avec la méthode IGKB.

Il n'est donc pas nécessaire de procéder à de nouveaux relevés lorsque des données sont déjà disponibles, sauf s'il s'agit d'une mise à jour périodique.

1.3 Bases légales

Protection des eaux contre toute atteinte nuisible

La LEaux a pour but de protéger les eaux contre toute atteinte nuisible et, en particulier, de les sauvegarder en tant que biotopes naturels abritant la faune et la flore indigènes, eaux piscicoles et élément du paysage (art. 1 LEaux). L'OEaux définit entre autres des objectifs écologiques pour les eaux superficielles (annexe 1 OEaux) et des exigences relatives à la qualité des eaux (annexe 2 OEaux).

Obligation de relever l'état écologique des eaux et d'informer le public

La LEaux exige que la Confédération et les cantons informent le public sur la protection des eaux et sur leur état (art. 50 LEaux). Pour ce faire, les autorités doivent disposer de connaissances exhaustives sur les rapports entre l'état des eaux et les facteurs qui le déterminent. De même, l'exécution de nombreuses tâches, telle la revitalisation des eaux, passe par une analyse détaillée de leur état. Voilà pourquoi l'art. 57, al. 1 et l'art. 58, al. 1, LEaux obligent respectivement la Confédération et les cantons à effectuer des relevés ciblés, en particulier pour documenter l'état écologique des eaux.

Planification des revitalisations

Conformément à l'art. 38a LEaux, les cantons veillent à revitaliser les eaux. Ils planifient les revitalisations et en établissent le calendrier. L'art. 41d OEaux exige que les cantons réunissent les bases nécessaires à cet effet. Celles-ci comprennent notamment des données sur l'état écomorphologique des eaux.

2 > Définitions et unité d'observation

Écomorphologie

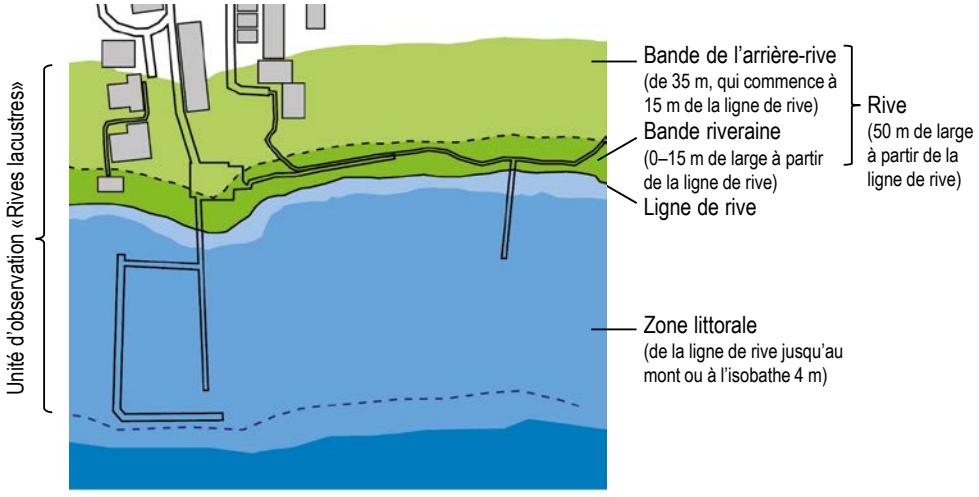
Le terme d'«écomorphologie» recouvre l'ensemble des caractéristiques structurelles des rives lacustres: leur morphologie proprement dite, mais aussi leurs modes d'utilisation et les installations ou aménagements (hydrauliques) situés sur la rive (d'après Hütte & Niederhauser 1998).

Sous-unités définis pour l'évaluation

Les rives lacustres auxquelles s'applique la présente méthode forment un espace composé des trois compartiments suivants (fig. 2):

- la ligne de rive qui représente la zone de transition entre les milieux aquatique et terrestre et constitue le principal système de référence, auquel se rattachent les autres compartiments. La ligne de rive doit être définie avec précision, puisqu'elle détermine la délimitation des autres compartiments;
- la rive, qui comprend une bande de 50 m de large bordant la ligne de rive du côté terre (sur le modèle de la méthode IGKB «Bodensee», Teiber et al. 2009). Ce compartiment se compose de la bande riveraine de 15 m de large qui jouxte la ligne de rive (sur le modèle de l'espace réservé aux étendues d'eau défini à l'art. 41b OEaux) et de la bande de l'arrière-rive de 35 m de large qui longe la bande riveraine. La bande riveraine mesure 15 m même si la largeur de l'espace réservé aux eaux est différente. Elle fait l'objet d'un examen plus détaillé que la bande de l'arrière-rive;
- la zone littorale, qui s'étend pour la présente méthode, jusqu'à l'isobathe 4 m. Dans les lacs qui n'atteignent pas 4 m de profondeur, la zone littorale s'étend jusqu'en leur milieu.

Fig. 2 > Schéma des compartiments et sous-unités définis pour l'évaluation



Attributs et modalités

L'écomorphologie des rives lacustres est décrite à l'aide de différents attributs (tab. 1), qui ont été sélectionnés dans le cadre d'une étude préalable (Teiber et al. 2013). Les attributs (ou métriques) ont des caractéristiques clairement distinguables et mesurables – appelées modalités – permettant de relever et d'évaluer l'état écomorphologique des rives lacustres, puis d'agréger les résultats en une appréciation globale (chap. 4).

État de référence comme base pour l'évaluation

L'état écomorphologique actuel des rives lacustres est évalué par comparaison avec un état de référence, défini comme étant «l'état qui s'instaurerait dans les conditions paysagères actuelles si toutes les utilisations humaines cessaient sur les rives et si toutes les installations perturbant les processus et habitats écologiques proches de l'état naturel étaient supprimées. Cela correspond à un état écomorphologique semi-naturel des rives actuelles dans un paysage rural donné, façonné par l'agriculture et la sylviculture» (modifié d'après Pfaundler et al. 2011).

Liste des attributs et des informations de base

Tab. 1 > Vue d'ensemble des attributs et des informations de base utilisés pour l'évaluation ou la description complémentaire de l'état écomorphologique des rives lacustres

La liste des attributs et de leurs modalités figure en annexe A1 à A3.

Unité d'observation		Attributs/informations de base	Code
Lac		Caractéristiques générales*	A01
		Région biogéographique*	A02
		Origine*	A03
		Régulation du niveau d'eau*	A04
Ligne de rive		Aménagement	B01
		Connexion avec les cours d'eau	B02
		Exposition aux vagues*	B03
Rive:	Bande riveraine	Habitation, artisanat et industrie dans la bande riveraine	C01
		Activités de loisirs dans la bande riveraine	C02
		Voies et surfaces de circulation dans la bande riveraine	C03
		Exploitation agricole ou sylvicole de la bande riveraine	C04
		Aménagement de cours d'eau dans la bande riveraine	C05
		Végétation riveraine	C06
		Type de rive*	C07
		Végétation typique des rives**	C08
	Bande de l'arrière-rive	Utilisation dans la bande de l'arrière-rive	D01
		Végétation de transition	D02
Zone littorale		Modifications du substrat du fond	E01
		Installations et structures	E02
		Étendue de la zone*	E03
		Végétation émergente**	E04

*/** n'entre pas dans l'évaluation, mais sert à caractériser le lac ou le tronçon de rive considéré (*), ou livre des informations complémentaires sur la végétation (**). Les attributs qui n'entrent pas dans l'évaluation peuvent être utiles pour planifier la revitalisation de rives ou pour assurer l'entretien des eaux.

3 > Réalisation des relevés

3.1 Marche à suivre

3.1.1 Utilisation de photos aériennes

La méthode est conçue de manière à ce que les relevés puissent se faire à l'aide d'orthophotos (fig. 3, fig. 4) et de photos aériennes obliques à haute résolution (fig. 5), sans qu'il soit nécessaire de se rendre sur le terrain.

Orthophotos

Les orthophotos servent à identifier des objets et des utilisations, mais surtout à en estimer correctement l'étendue et à les affecter au compartiment qui convient. Des plans de zones, du matériel cartographique numérique, des données altimétriques du côté terre et du côté lac et une connaissance préalable des lieux peuvent en outre faciliter la détermination de certains attributs (tab. 2).

Fig. 3 > Photo aérienne représentant une situation dans laquelle l'orthophoto constitue une relativement bonne base pour décrire les structures de la rive, puisque la végétation ne masque guère les aspects essentiels

Installation portuaire

Photos aériennes obliques

Il faut souvent faire appel à des photos aériennes obliques orientées vers les terres pour identifier le genre d'aménagement riverain. En effet, la végétation cache parfois la construction et seules les vues obliques en révèlent les structures verticales (fig. 4, fig. 5). De même, seules des photos aériennes obliques permettent d'identifier et de classer plusieurs types d'utilisation du côté terre.

Fig. 4 > L'orthophoto ne permet pas de discerner les structures verticales du mur de rive, même si la végétation ne les masque pas

Fig. 5 > Les photos aériennes obliques du même tronçon de rive permettent une identification précise de ses structures verticales

mur de rive en pierres au centre de la photo

3.1.2 Attributs et modalités

Relevé ininterrompu des attributs le long de la ligne de rive

Les modalités des attributs (cf. A2) sont définies de manière à couvrir en principe tous les objets, phénomènes et types d'utilisation. C'est pourquoi les attributs doivent toujours être saisis de manière ininterrompue le long de la ligne de rive. Si l'on ne discerne rien, il faut choisir une modalité sur la base d'hypothèses. Le tronçon correspondant doit alors être annoté. Les hypothèses sur la présence ou l'absence d'objets ou de phénomènes se font par interprétation du contexte plus général ou par extrapolation. Ainsi, la présence d'une installation portuaire pour grands voiliers pourrait indiquer que la zone littorale a été draguée.

La méthode prévoit des modalités spécifiques («habitat clairsemé», «habitat dense», «zone industrielle et artisanale clairsemée», etc.) pour les types d'utilisation dans lesquels des objets isolés reviennent avec une certaine régularité et densité. Ces types de groupements doivent être enregistrés en tant que tels, avec les modalités qui conviennent. Cela permet à la fois de conserver la clarté des données recueillies et de garantir qu'un phénomène soit apprécié convenablement dans son ensemble. Il est en général possible d'ignorer les «anomalies» mineures d'un phénomène étendu au profit de tronçons plus longs. Par ailleurs, le degré de détail du relevé diminue à mesure que l'on s'éloigne de la ligne de rive. Ainsi, une interruption du mur de rive (un passage vers les eaux, p. ex.) est prise en considération même si elle mesure moins d'un mètre. Par contre, une structure de même dimension, mais située à plusieurs dizaines de mètres de la ligne de rive, par exemple à l'extrémité de la bande de l'arrière-rive ou dans une zone littorale très vaste, peut être laissée de côté.

Lorsqu'un même attribut présente plusieurs modalités dans l'unité d'observation, c'est la modalité la moins bien notée qui est saisie. En cas d'appréciation semblable, la priorité est donnée à la modalité la plus proche de la ligne de rive.

3.1.3 Projection sur la ligne de rive

Constitution de tronçons

Les attributs sont saisis par projection de leur modalité respective en tant que tronçon d'une certaine longueur sur la ligne de rive. Les tronçons ne peuvent pas se chevaucher dans un même attribut. En revanche, les limites de tronçons entre différents attributs n'ont pas besoin d'être harmonisées.

Projection sur la ligne de rive

Lorsque les géométries de la rive sont simples, les utilisations et objets plans de l'unité d'observation sont projetés perpendiculairement sur la ligne de rive. Cette projection ne convient toutefois pas lorsque la ligne de rive suit un tracé compliqué au niveau de langues de terre en pointe, de baies étroites ou d'installations portuaires. Dans de tels cas, il importe que la projection ne cause pas de trop grandes distorsions, qu'elle ne modifie pas l'ordre des objets ou des utilisations sur la ligne de rive et que ceux-ci soient représentés conformément à leur importance biogéographique. La longueur du tronçon projeté doit correspondre autant que possible à la surface utilisée. Il faut cependant s'attendre à certaines distorsions. En principe, les objets ne doivent pas être projetés à plusieurs endroits de la ligne de rive (Fig. 6).

Fig. 6 > Ligne de rive rectiligne (cas le plus simple)

Les objets et phénomènes éloignés (ici, la végétation émergente) peuvent aussi être projetés perpendiculairement sur la ligne de rive.

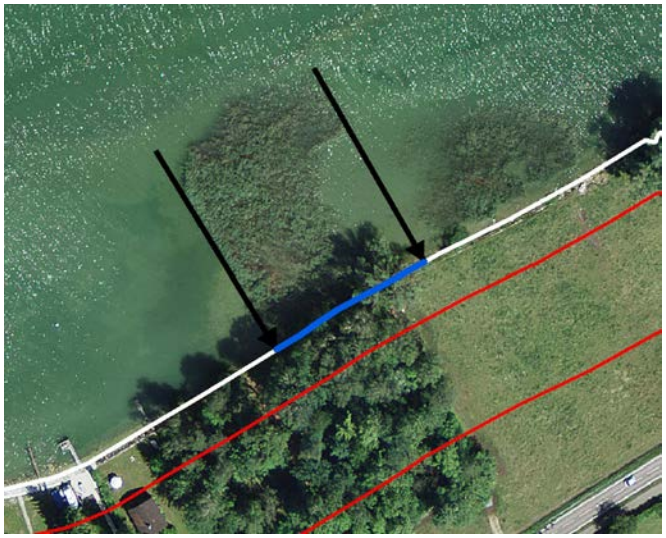


Fig. 7 > Ligne de rive sinueuse

Lorsque cette ligne présente des sinuosités à très petite échelle, les objets et phénomènes sont projetés perpendiculairement à la tendance générale de la ligne de rive (ici, SSO-NNE), surtout s'ils se situent à une grande distance de la ligne de rive (dans la bande de l'arrière-rive ou la zone littorale).

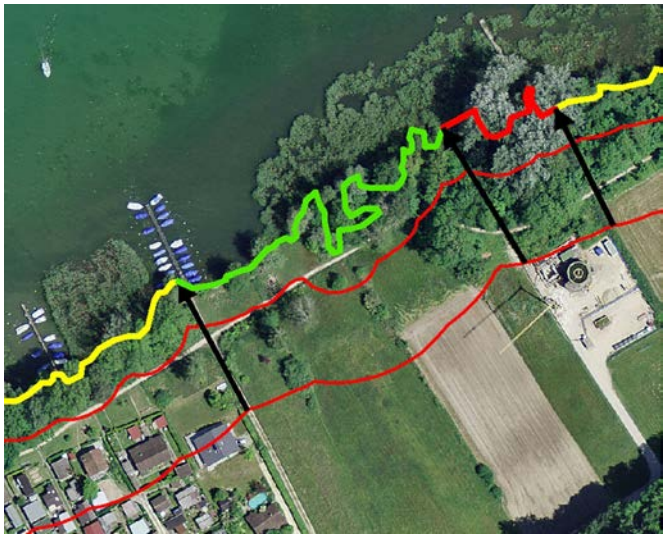


Fig. 8 > Critère Unité d'observation

Strictement parlant, le chemin pédestre ne peut pas être projeté partout perpendiculairement sur la ligne de rive. Comme il est toutefois présent partout dans la bande riveraine et représente la principale voie de circulation, il doit être reporté sans interruption sur la ligne de rive.

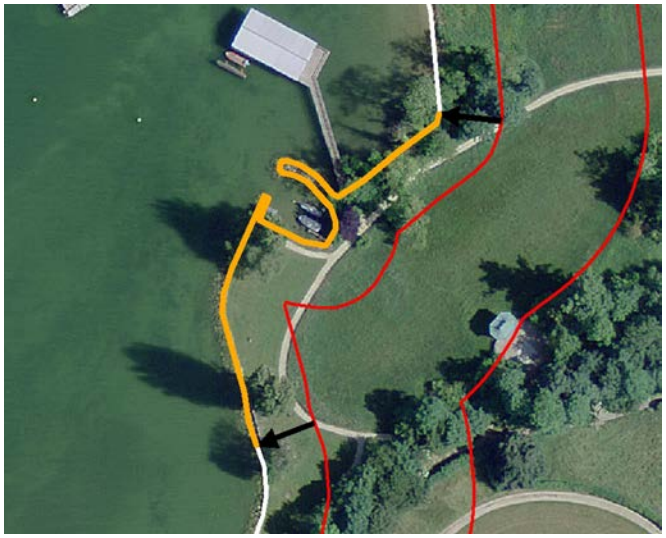
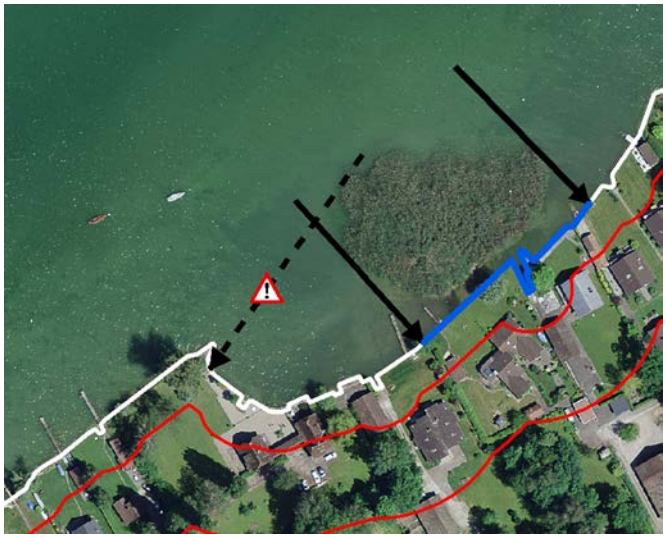


Fig. 9 > Ligne de rive curviligne

Lorsque la ligne de rive suit des courbes, la projection se fait perpendiculairement à la tendance générale de la ligne de rive, pour éviter les distorsions. Il serait en principe également possible de projeter la roselière vers le sud-ouest, puisqu'elle se trouve, dans cette perspective, dans la zone littorale devant la ligne de rive. Son étendue subirait une forte distorsion.



3.2 Sources et qualité des données

Ligne de rive numérique

La ***ligne de rive numérique*** doit correspondre le plus précisément possible à la limite réelle entre la partie terrestre et la partie aquatique. Si le niveau d'eau subit de fortes variations, la ligne de rive numérique sera tracée de sorte que les zones qui ne sont submergées que sporadiquement se trouvent du côté lac. De plus, elle doit suivre les aménagements artificiels servant à consolider la rive (murs de rive, palplanches, enrochement, p. ex.). Nombre de cartes numériques de lacs ne satisfont pas entièrement cette exigence, puisque ce sont des représentations simplifiées et généralisées de la réalité. Les objets «eaux» de la mensuration officielle (le cas échéant, leurs périmètres) peuvent servir d'alternative. Il est parfois possible d'employer les lignes de rive cantonales ayant force obligatoire, tel le profil des eaux du lac de Constance (Verordnung vom 20.12.1983 des Regierungsrates des Kanton Thurgau zum Gesetz über den Wasserbau §7, RB 721.11), qui correspondent à un certain niveau d'eau. Si aucun de ces types de ligne de rive n'existe, on peut éventuellement recourir aux produits numériques de l'Office fédéral de topographie (VECTOR25, MTP). Dès 2017, le MTP contiendra des lignes de rive kilométriques pour les eaux stagnantes.

Photos aériennes récentes

Pour garantir l'actualité des données, les ***orthophotos, photos aériennes obliques et autres matériels cartographiques utilisés*** ne devraient pas dater de plus de cinq ans et le moment de la prise de vue devrait être spécifié. Il convient de privilégier les photos prises en dehors de la période de végétation, puisqu'elles dévoilent ce qui serait masqué par la végétation à d'autres époques de l'année. De même, les vues hivernales se prêtent mieux à la description de la zone littorale, vu que la turbidité est généralement plus faible à la saison froide. Il faut choisir la meilleure résolution disponible. Une résolution au sol de 25 cm et des photos aériennes obliques devraient permettre de déterminer les objets prévus par la méthode.

Photos aériennes à haute résolution et se chevauchant

Si des photos aériennes obliques sont générées dans le cadre de cette méthode, la prise de vue doit dans l'idéal être perpendiculaire à la ligne de rive à un angle de 45°. Il importe par ailleurs de noter la position de l'appareil photographique au moment de la prise de vue (à cet effet, il est utile d'inclure les coordonnées GPS dans les métadonnées des photos). Pour faciliter le classement, les photos doivent toujours se chevaucher. Les critères déterminant le moment des prises de vue comprennent la couverture végétale, les ombres portées, les reflets à la surface de l'eau, la houle et la turbidité de l'eau. Les objets et les structures dont la taille est de l'ordre du décimètre (palplanches, enrochement, embouchure d'un cours d'eau enterré, etc.) doivent être identifiables. Le long de la ligne de rive, les photos devraient présenter une résolution au sol de 4 cm au moins (grandeur correspondant à un pixel).

Le matériel photographique, parfois excellent, fourni par des moteurs de recherche commerciaux disponibles en ligne peut offrir un complément utile pour la saisie, à condition que le fournisseur en autorise l'utilisation dans ce contexte.

Le tableau 2 donne une vue d'ensemble des sources de données à utiliser pour relever les différents attributs.

Liste des sources de données nécessaires

Tab. 2 > Vue d'ensemble des sources de données nécessaires pour apprécier et caractériser les rives lacustres

Les sources indispensables sont surlignées en gris.

			Sources de données pour le relevé des attributs										
Unité d'observation		Attribut	Orthophoto	Photo aérienne oblique	Ligne de rive	Plans MO	Inventaires des objets naturels	Couverture du sol MO	Plans de zones	Écomorphologie cours d'eau	Réseau hydrographique	Atlas des vagues	Données altimétriques
Ligne de rive		Aménagement B01	x	x	x	x							
		Jonction avec les cours d'eau B02	x	x						x	x		
		Exposition aux vagues B03	x		x							x	
Rivage:	Bande riveraine	Habitation, artisanat et industrie C01	x		x	x			x				
		Activités de loisirs C02	x		x	x			x				
		Voies et surfaces de circulation C03	x		x	x							
		Exploitation agricole ou sylvicole C04	x		x			x	x				
		Aménagement de cours d'eau C05								x			
		Végétation riveraine C06	x	x	x								
		Type de rive C07	x		x								x
		Végétation typique des rives, y compris bande riveraine C08	x				x						
	Bande de l'arrière-rive	Utilisation D01	x		x	x		x	x	x			
		Végétation de transition D02	x		x								
Zone littorale		Modification du substrat du fond E01	x										
		Installations et structures E02	x	x									
		Étendue de la zone E03	x										x
		Végétation émergente E04	x										

MO = Mensuration officielle

3.3 Saisie dans un SIG

L'état écomorphologique des rives lacustres est saisi directement dans un système d'information géographique (SIG).

Référencement linéaire

La méthode prévoit que les attributs puissent être affectés à un tronçon précis de la ligne de rive. Pour cela, il est vivement recommandé de recourir au *référencement linéaire*, et la plupart des SIG usuels pour ordinateur de bureau proposent les outils nécessaires. Ce mode de saisie consiste à localiser les tronçons uniquement en indiquant une valeur «de» et une valeur «à», sans devoir «copier» ou «couper» la ligne de rive en de plus petites entités géométriques. Les attributs saisis sont stockés sans géométrie, mais sont définis sans équivoque par référence à la ligne de rive.

Au niveau technique, la condition initiale pour recourir au référencement linéaire est une ligne de rive pourvue d'une identification univoque et d'un *adressage* correct en mètres, hectomètres ou kilomètres. L'adresse est la distance mesurée à partir d'un point fixe donné le long de la ligne de rive. Il est déconseillé d'utiliser un adressage exprimé en pour cent de la longueur totale de cette ligne, car il compliquerait l'estimation des longueurs des tronçons.

Lignes auxiliaires du SIG pour faciliter l'estimation des étendues

Avant de commencer la saisie proprement dite, il est recommandé de construire différentes parallèles dans le SIG. Ainsi, des lignes auxiliaires tracées du côté terre à une distance de 15 m et 50 m de la ligne de rive permettront de remarquer rapidement si un objet ou une utilisation se trouve dans la bande riveraine, dans la bande de l'arrière-rive ou en dehors de celles-ci. Deux autres lignes auxiliaires, également dans la partie terrestre, mais à 3 m et 30 m de la ligne de rivage, serviront à classer la végétation dans la catégorie «végétation riveraine» ou «végétation de transition». De même, des lignes auxiliaires dans la partie lacustre, espacées de 10 m, 50 m, 100 m et 250 m, aideront à déterminer la largeur de la zone littorale, alors que des lignes à une distance de 10 m et 25 m seront utiles pour la description de la végétation émergente.

Si le niveau moyen du lac *h* est connu ou que la ligne de rive fixée est définie par rapport à une altitude *h*, une ligne auxiliaire peut en outre être créée à *h+3 m* pour faciliter l'estimation de l'attribut «type de rive», à savoir la pente de la rive dans les trois premiers mètres (cf. 3.4.3).

Chaque attribut doit être saisi dans un tableau distinct, ce qui permet sa visualisation indépendante (en tant que «*layer*» ou couche) et son traitement dans le SIG. Un modèle de table attributaire se trouve à l'annexe A4.

Emplacement de l'appareil photo sous forme de lien hypertexte

Les photos aériennes obliques dont l'emplacement de l'appareil est connu peuvent être intégrées via un lien hypertexte, et ainsi être activées ou désactivées en fonction des besoins. Il est préférable de travailler avec deux écrans.

Les attributs et leurs modalités requièrent qu'une situation donnée soit interprétée par une personne qualifiée sur la base de diverses informations contextuelles. La dérivation automatique de modalités à partir de géodonnées disponibles n'est donc, au mieux, possible que ponctuellement.

3.4 Relevé des informations de base et paramètres stationnels

3.4.1 Caractéristiques générales (A01-A03)

Description générale des lacs

Signification: Cet attribut englobe la surface, la profondeur maximale et l'altitude du lac, ainsi que la région biogéographique dans laquelle il se situe. Sont ainsi saisies les principales dimensions et la position des lacs dans l'espace naturel. Ces paramètres livrent des informations précieuses pour la représentation synoptique comparative de l'état des rives de tous les lacs suisses.

Relevé: Les informations sont tirées de différentes sources (géodonnées et données cantonales, p. ex.). L'OFEV met à disposition un fichier de données contenant les régions biogéographiques de la Suisse, qui sont décrites en détail dans une publication (Gonseth et al. 2001).

3.4.2 Régulation du niveau d'eau (A04)

Signification: La régulation du niveau d'eau est un pilotage artificiel des amplitudes des niveaux lacustres au moyen d'ouvrages hydrauliques. Lorsque les lacs sont régulés, la zone littorale perd une grande partie de sa dynamique naturelle.

Relevé: Sur les photos aériennes, les ouvrages de régulation sont visibles au niveau de l'effluent, voire un peu plus en aval. Une recherche bibliographique s'impose pour obtenir des informations sur les variations des niveaux lacustres au cours de l'histoire.

3.4.3 Type de rive (C07)

Pente de la rive

Signification: Le type de rive correspond aux caractéristiques topographiques d'un tronçon de rive, notamment à sa pente naturelle (de la partie terrestre à la ligne de rive). Il influe sur la succession de la végétation naturelle et sur les dimensions de la zone de connexion, à forte valeur écologique, entre l'eau et les terres. Plus la rive est plate, plus la zone de connexion est vaste et son rôle d'habitat important, en particulier pour le déroulement des processus naturels. D'une manière générale, ce sont en majorité les rives de pente moyenne qui sont soumises à des utilisations intensives; c'est plus rarement le cas des rives raides ou plates.

Tab. 3 > Relevé: On distingue les cinq types de rive suivants

Rive très raide	pente >40 %	>1:2,5
Rive raide	pente >20 ≤40 %	>1:5 ≤1:2,5
Rive moyennement raide	pente >8 ≤20 %	>1:12,5 ≤1:5
Rive plate	pente >4 ≤8 %	>1:25 ≤1:12,5
Rive très plate	pente ≤4 %	≤1:25

Si le niveau moyen du lac *h* est connu ou que la ligne de rive fixée est définie par rapport à une altitude *h*, une isoligne peut être générée à *h+3 m* dans le SIG à l'aide d'un modèle numérique de terrain. Des lignes tracées à 7,5 m, 15 m, 37,5 m et 75 m de

la ligne de rive permettent de déterminer directement les classes de hauteur. Lorsque la ligne auxiliaire h+3 m se situe au-delà de la zone tampon de 75 m, le terrain est considéré comme *très plat*; si elle se trouve entre la ligne de 75 m et celle de 37,5 m, le terrain est considéré comme *plat*.

Fig. 10 > Transition entre rive moyennement raide et rive plate

Tracé de l'isoligne h+3 m (en orange) allant de l'intervalle 15–37,5 m (pente de 8 à 20 %; rive moyennement raide) à la ligne des 75 m. Comme l'isoligne ne la franchit pas, la rive est considérée comme plate dans ce secteur.

3.4.4 Étendue de la zone littorale (E03)

Largeur de la zone littorale

Signification: Dans la présente méthode, la zone littorale correspond à la partie lacustre qui s'étend de la ligne de rive jusqu'à une profondeur de 4 m. Dans la plupart des grands lacs, la transition abrupte entre la beine et la zone d'eau profonde est marquée par le mont, à une profondeur de 3 à 6 m. La zone littorale représente le compartiment du lac le plus riche en espèces. Capitale d'un point de vue écologique, c'est aussi la zone la plus sensible du lac. Son étendue reflète l'importance quantitative potentielle de chaque tronçon considéré, par exemple en ce qui concerne les échanges de substances et les processus de transport entre la zone littorale et la zone pélagique

(méthode IGKB). C'est entre la ligne de rive et le mont que se situent la majorité des utilisations et installations.

Tab. 4 > Relevé: L'étendue de la zone littorale est définie en fonction de sa largeur. On distingue les cinq catégories suivantes.

Zone littorale très étroite	largeur ≤10 m
Zone littorale étroite	largeur >10 m ≤50 m
Zone littorale moyennement étroite	largeur >50 m ≤100 m
Zone littorale large	largeur >100 m ≤250 m
Zone littorale très large, étendue	largeur >250 m

Un changement de couleur net et précis visible dans l'eau peut être assimilé à la bordure extérieure de la zone littorale, indépendamment de la profondeur réelle à laquelle se trouve le mont. Si aucun changement de couleur n'est perceptible, il faut tout d'abord se rabattre sur des modèles bathymétriques des fonds lacustres, ou alors sur des données altimétriques, par exemple sur les courbes de niveau (tracées en bleu) des cartes nationales au 1:25 000. L'étendue de la zone littorale peut aussi être estimée par extrapolation de la topographie de la partie terrestre.

Fig. 11 > Zone littorale très étroite

La zone littorale est bien visible dans la partie inférieure de l'image, mais se resserre et passe sous la ligne des 10 m au milieu de la photo.

Fig. 12 > Zone littorale étroite

La courbe de niveau bleue «560 m», qui correspond dans cet exemple environ à l'isobathe 4 m, oscille entre la ligne des 10 m et celle des 50 m.

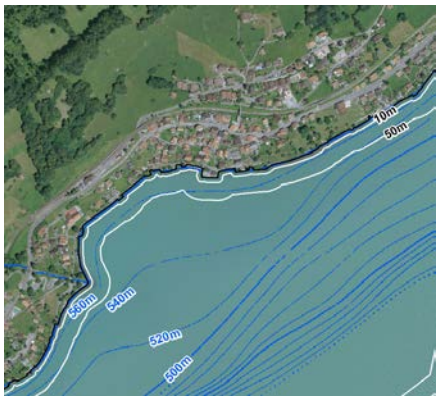


Fig. 13 > Zone littorale très large

La zone littorale est très large et étendue sur toute la photo (>250 m de large).

3.5 Relevé des attributs entrant dans l'évaluation

Les paragraphes ci-après décrivent comment relever les attributs entrant dans l'évaluation de l'état des rives et illustrent les différentes catégories de modalités à l'aide de photos. Une vue d'ensemble des modalités se trouve à l'annexe A2.

Saisie continue et différenciée des attributs

Des modalités aussi bien génériques que différenciées sont définies pour la plupart des attributs. Il s'agit de saisir exclusivement les modalités différenciées, et ce de façon cohérente (une agrégation thématique au niveau des modalités génériques reste possible ultérieurement). Lorsqu'aucune des modalités détaillées figurant dans la liste ne convient, c'est la modalité «autre» qui est choisie. En cas de doute, chaque fois qu'un objet, un phénomène ou une utilisation ne peut être rattaché de façon univoque à une modalité, c'est l'option la pire (worst case) qui s'applique (voir les modalités et leur appréciation à l'annexe A2).

Si une différenciation détaillée n'est pas souhaitée d'emblée, la saisie intervient au niveau des modalités génériques.

3.5.1 Aménagement de la ligne de rive (B01)

Genre et degré d'aménagement de la ligne de rive

Signification: L'attribut «aménagement de la ligne de rive» regroupe toutes les modifications anthropiques visibles apportées à l'écomorphologie de la ligne de rive. Il s'agit le plus souvent d'aménagements visant à protéger la rive contre l'érosion ou à aplanir le terrain (protection contre les crues, gain de terres), mais aussi d'accès à l'eau. Les murs de rive, les chemins sur pilotis, les ancrages d'appontements et les enrochements ne sont que quelques exemples des différents genres d'aménagements riverains se distinguant par leur morphologie. Cet attribut est l'un des critères décisifs dans l'analyse des déficits écomorphologiques, car il influence directement la connexion terre-eau.

Relevé: Chaque genre d'aménagement ou d'installation correspond à une modalité. Pour relever cet attribut, il est indispensable de recourir à des photos aériennes obliques, qui dévoilent même les structures qui pourraient être masquées par la végétation sur les orthophotos. Les données cantonales de la mensuration officielle fournissent par ailleurs des informations complémentaires sur l'aménagement de la ligne de rive (aucun aménagement riverain ou aménagement en dur, p. ex.).

Les raccordements d'installations lacustres à la rive (départ d'appontements ou de môles, p. ex.) sont considérés comme des aménagements.

Fig. 14 > Aucun aménagement de la rive

Fig. 15 > Aménagements riverains insignifiants (autres)

Un petit palier a été maçonné du côté terre à l'extrémité de la plage de galets.

Fig. 16 > Aménagement en dur perméable (enrochement)

Enrochement non jointoyé sur toute la largeur de la photo.

Fig. 17 > Aménagement en dur imperméable (talus de rive maçonné, goudronné)

Talus de rive maçonné et imperméable se distinguant du mur de rive par son inclinaison.

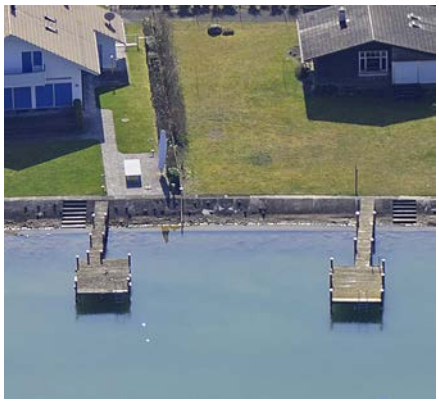


Fig. 18 > Aménagement en dur imperméable (perré ou enrochement jointoyé)

Mur de rive protégé par un enrochement; est donc considéré comme enrochement jointoyé.

Fig. 19 > Évacuation des eaux pluviales

L'absence de cours d'eau naturels dans les fichiers de données numériques (Vector25 ou swissTLM3D, p. ex.) peut indiquer qu'il s'agit d'une construction artificielle telle qu'une évacuation des eaux pluviales.

3.5.2 Connexion avec un cours d'eau (tributaire ou effluent; sur la ligne de rive) (B02)

Aménagement de l'embouchure des cours d'eau

Signification: L'expression «connexion un cours d'eau» désigne la zone de transition directe entre le lac et l'un de ses tributaires ou effluents sur la ligne de rive. L'embouchure des cours d'eau joue un rôle clé dans la connectivité des réseaux hydrographiques et revêt une grande importance pour la diversité des espèces.

Relevé: Il s'agit de recenser l'absence ou la présence d'aménagements à l'entrée (embouchure) ou à la sortie du lac, car ceux-ci influent sur les fonctions écologiques de ces zones de transition importantes. Les modalités «jonction à ciel ouvert non aménagée», «jonction à ciel ouvert aménagée» et «jonction mise sous terre» sont des critères de qualité supplémentaires de l'aménagement de la ligne de rive au niveau de l'embouchure. Les réseaux hydrographiques numériques peuvent donner des indices sur la présence de cours d'eau. Dans tous les cas, les cours d'eau sont saisis à l'endroit où ils apparaissent sur les photos. Pour relever l'aménagement de l'embouchure, il importe de recourir à des photos aériennes obliques. Le cas échéant, les aménagements de cette zone peuvent être repris du module «Écomorphologie des cours d'eau».

La modalité «aucune connexion» s'applique lorsqu' aucun cours d'eau ne se jette dans le lac. Elle permet de saisir l'attribut en continu tout au long de la ligne de rive (cf. 3.1.2).

Fig. 20 > Connexion à ciel ouvert non aménagée

Connexion naturelle non aménagée. Les aménagements visibles à faible distance du lac ne sont pas pris en considération, puisqu'ils ne se situent pas sur la ligne de rive.

Fig. 21 > Connexion à ciel ouvert aménagée

Jonction à ciel ouvert avec un aménagement (pont) le long de la ligne de rive.

Fig. 22 > Connexion à ciel ouvert aménagée

Connexion à ciel ouvert comportant un obstacle à la migration des poissons le long de la ligne de rive.

Fig. 23 > Connexion mise sous terre

Connexion mise sous terre le long de la bande riveraine.

3.5.3 Habitation, artisanat et industrie dans la bande riveraine (C01)

Intensité d'utilisation et installations à des fins d'habitation, d'artisanat et d'industrie dans la bande riveraine

Signification: Cet attribut décrit les bâtiments et ensembles de bâtiments ainsi que toute autre infrastructure permanente se trouvant dans la bande riveraine. La modalité s'applique à la largeur totale de la bande riveraine. Plus cette dernière est occupée par les zones d'habitation et utilisée par les activités artisanales ou industrielles, plus ses structures naturelles manquent de diversité et moins elle contribue à la mise en réseau.

Relevé: Les modalités correspondent aux différents types d'installations ou de bâtiments et à la densité des constructions. En principe, seules les constructions permanentes sont prises en considération. Il est important de bien saisir le rapport entre surface construite et surface non bâtie, autrement dit la proportion du terrain où le sol a été imperméabilisé. À cet effet, la modalité «terrain attenant» est également saisie avec cet attribut – même s'il ne s'agit pas d'un bâtiment.

Sont considérés comme «isolés» les bâtiments construits en dehors de la zone d'habitation, d'artisanat ou d'industrie se trouvant à 100 m au moins du bâtiment le plus proche. Les installations et constructions utilisées dans le cadre des loisirs (notamment les lieux de baignade et les campings) relèvent de l'attribut «activités de loisirs». Les centres de villégiature et les restaurants (sans lien avec la baignade) sont en revanche saisis avec l'attribut «habitation, artisanat et industrie».

Fig. 24 > Petits bâtiments épars

Seulement quelques bâtiments; presque toute la surface n'est pas imperméabilisée.

Fig. 25 > Construction individuelle isolée (bâtiment d'habitation isolé)

Ferme isolée située à 100 m au moins des bâtiments alentour.

Fig. 26 > Terrains entourant des bâtiments d'habitation, artisanaux ou industriels

La bande d'arrière-rive présente un bâti dispersé. Les terrains non bâtis sont visibles dans la bande riveraine.

Fig. 27 > Zone peu urbanisée (habitat clairsemé)

Zone d'habitat bien visible dans la bande riveraine. La surface imperméabilisée est plus petite que la surface non bâtie (surf. verte).

Fig. 28 > Zone fortement urbanisée* (habitat clairsemé)

Zone d'habitation dans laquelle presque toute la surface est imperméabilisée.

Fig. 29 > Zone fortement urbanisée (zone artisanale et industrielle dense)

Station d'épuration sur la rive. La surface imperméabilisée est beaucoup plus grande que la surface non bâtie.

Fig. 30 > Constructions ou installations du côté terre, dont l'implantation est imposée par leur destination (bâtiments/infrastructure portuaires)

Infrastructure liée à l'exploitation du port.

* «Zone fortement urbanisée» signifie que la surface imperméabilisée est beaucoup plus grande que la surface non bâtie.

3.5.4 Activités de loisirs dans la bande riveraine (C02)

Intensité des activités de loisirs et installations de loisirs dans la bande riveraine

Signification: L'attribut regroupe les installations de loisirs et les espaces de détente du côté terre de la ligne de rive. Les modalités s'appliquent à la largeur totale de la bande riveraine. Les installations de loisirs entraînent généralement un impact moins important que l'habitat, l'artisanat, l'industrie et le transport, à l'exception des installations comportant une infrastructure permanente telle que bassin de natation, bâtiment fixe et voie d'accès.

Relevé: Correspondant au type et à l'intensité d'utilisation, les modalités décrivent déjà souvent le genre d'installation (terrain de camping, terrain de sport, plage, piscine en plein air, parc, jardin, p. ex.). La différenciation des modalités dépend de l'infrastructure existante ainsi que du type, de la durée et de l'intensité d'utilisation (notamment avec ou sans infrastructure permanente). Les photos aériennes sont des instantanés qui pourraient fausser les résultats de l'évaluation en fonction de la saison, de la météo ou du jour de la semaine. C'est en été que l'on peut évaluer au mieux l'utilisation induite par les activités de loisirs.

Fig. 31 > Traces d'activités de loisirs modestes

Légère utilisation de la bande riveraine pour les loisirs: sentier en terre battue.

Fig. 32 > Activités de loisirs extensives (piscine en plein air, secteurs sans infrastructure permanente)

Plage sans infrastructure permanente dans la bande riveraine; pelouse uniquement.

Fig. 33 > Activités de loisirs intensives (terrain de jeu, secteurs avec infrastructure permanente)

Utilisation intensive pour les loisirs, avec des installations comprenant des engins de jeux et un terrain de volleyball.

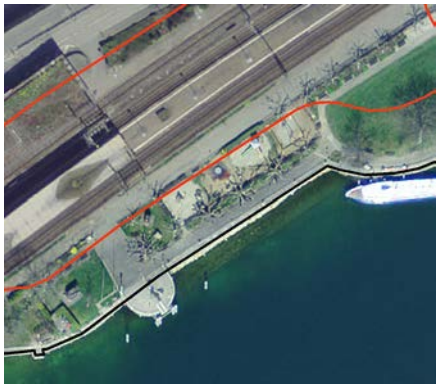


Fig. 34 > Activités de loisirs extensives et intensives (terrain de camping)

Dans la partie supérieure de la photo, un terrain de camping avec une infrastructure permanente occupe la bande riveraine. Dans la partie inférieure, le même terrain de camping ne comporte en revanche aucune construction fixe.

Fig. 35 > Activités de loisirs très intensives (installations de loisirs avec infrastructure en dur)

Piscine avec bassin en dur directement sur la rive. Aucune surface utilisée de façon insignifiante.

3.5.5 Voies et surfaces de circulation dans la bande riveraine (C03)

Type et nature des voies et surfaces de circulation dans la bande riveraine

Signification: Les voies et surfaces de circulation dans la bande riveraine englobent l'infrastructure routière et ferroviaire, les aires de stationnement ainsi que les chemins pédestres et ruraux non sécurisés. Du fait de leur structure longitudinale, les voies et surfaces de circulation sont de véritables barrières qui restreignent la connexion entre la bande riveraine et la bande de l'arrière-rive.

Relevé: Les modalités correspondent au type et à la nature des voies et surfaces de circulation (de route goudronnée à chemin pédestre). Seules les structures longitudinales sont considérées comme voies de circulation. Cela signifie que les quais d'une gare sont enregistrés sous «voies et surfaces de circulation», alors que la gare elle-même est classée dans la «zone urbanisée».

Une certaine tolérance à l'égard des variations et des discontinuités s'impose lorsqu'il s'agit de définir des tronçons: si une route suit la bande riveraine, par exemple, puis la quitte pour passer dans la bande de l'arrière-rive sur un tronçon de quelques mètres avant de revenir dans la bande riveraine, les limites entre les tronçons sont fixées en faveur des plus longs.

Fig. 36 > Sentier étroit non consolidé, non goudronné

Le traitillé des cartes nationales au 1:25 000 (dans la partie droite de la photo) indique la présence d'un sentier.

Fig. 37 > Sentier étroit non consolidé, non goudronné

Fig. 38 > Sentier étroit consolidé, goudronné

Fig. 39 > Aire de stationnement non imperméabilisée

Fig. 40 > Voie ferrée

Même si, dans la partie inférieure de la photo, la voie ferrée quitte la bande riveraine sur quelques mètres, il convient de la saisir en continu pour obtenir des tronçons de longueur suffisante.

3.5.6 Exploitation agricole ou sylvicole de la bande riveraine (C04)

Type et intensité de l'utilisation agricole ou sylvicole

Signification: L'exploitation agricole ou sylvicole de la bande riveraine se présente sous la forme de pâturages et de terres ouvertes, de cultures fruitières et viticoles ainsi que de jeunes plantations à vocation commerciale (cultures de sapins de Noël, reconnaissables à leurs structures régulières, p. ex.). Elle a un impact sur la qualité écologique de la bande riveraine et exerce en général aussi une influence sur la bande de l'arrière-rive attenante. Plus l'exploitation agricole ou sylvicole de la bande riveraine est intensive, plus la diversité de ses structures naturelles et sa fonction de mise en réseau sont faibles.

Relevé: Les modalités correspondent au mode d'exploitation et à son intensité.

Dans la plupart des cas, la forêt est exploitée de façon extensive. On distingue d'une part les forêts naturelles non exploitées (selon les plans d'affectation et les inventaires des zones protégées) et d'autre part les jeunes plantations exploitées de façon intensive (visibles sur la photo aérienne). Des cartes de couverture du sol permettraient de discerner des types de surfaces supplémentaires, qui faciliteraient l'attribution des modalités.

Les ouvrages d'infrastructure liés aux différentes affectations du sol sont saisis sous «habitation, artisanat et industrie». Les surfaces de production couvertes telles que les serres ou les tunnels en plastique (de cultures maraîchères, p. ex.) sont considérées comme exploitation intensive et non comme infrastructure.

Fig. 41 > Herbages ou pâturages sans diversité structurelle

Herbage (pâturage) dans la bande riveraine et de l'arrière-rive. En regardant bien, on distingue des animaux de rente, probablement des moutons.

Fig. 42 > Surfaces agricoles ou forestières exploitées de façon intensive (cultures spéciales)

Un verger occupe une grande partie de la bande de l'arrière-rive et s'étend presque jusqu'à la ligne de rive.

Fig. 43 > Surfaces agricoles ou forestières exploitées de façon intensive (jeune plantation)

Pépinière, reconnaissable à sa structure régulière.

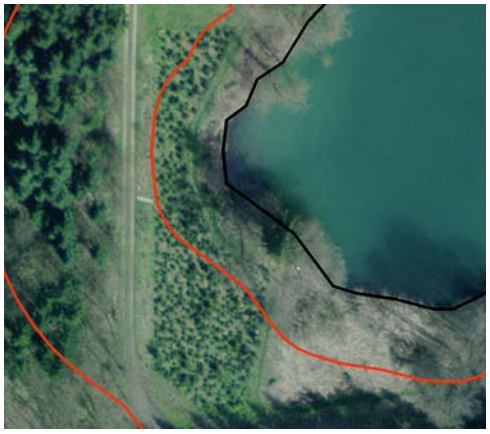


Fig. 44 > Surfaces agricoles ou forestières exploitées de façon intensive (autres)

Agriculture intensive sous la forme d'une serre sur la ligne de rive.

3.5.7 Aménagement de cours d'eau dans la bande riveraine (C05)

Type et degré d'aménagement des cours d'eau dans la bande riveraine

Signification: Cet attribut décrit le degré d'aménagement d'un cours d'eau se jetant dans le lac dans la bande riveraine de 15 m. Le degré d'aménagement et la présence d'obstacles à la migration des poissons vers l'amont, tels des seuils, entravent la connectivité des réseaux hydrographiques et des habitats.

Relevé: On distingue les modalités «non aménagé/aménagé» et «avec/sans obstacles à la migration vers l'amont». Le cas échéant, il est possible de recourir aux résultats de la cartographie écomorphologique du cours d'eau concerné. Les classes d'état III à V sont regroupées dans la catégorie «aménagé», les classes I et II dans la catégorie «non aménagé». De même, les obstacles à la migration vers l'amont peuvent être repris de l'inventaire des ouvrages établi dans le cadre des analyses écomorphologiques des cours d'eau. Si l'écomorphologie du cours d'eau n'a pas été cartographiée, la modalité est déterminée sur la base du matériel photographique.

Fig. 45 > Cours d'eau non aménagé sans obstacle artificiel à la migration vers l'amont, ou avec obstacle non visible

Cours d'eau non aménagé, ni sur la ligne de rive ni dans la bande riveraine ou de l'arrière-rive.

Fig. 46 > Cours d'eau aménagé avec obstacle artificiel à la migration vers l'amont

Cours d'eau aménagé présentant un obstacle artificiel à la migration vers l'amont dans la bande riveraine.

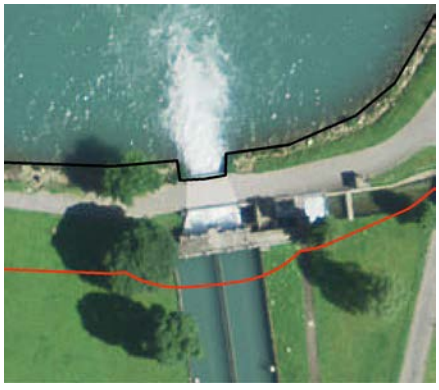


Fig. 47 > Cours d'eau mis sous terre

Cours d'eau mis sous terre, bien visible sur la photo oblique. Bien que seule une petite partie du cours d'eau soit aménagée dans la bande riveraine, c'est l'appréciation la plus mauvaise qui s'applique à tout le tronçon (cours d'eau mis sous terre).

3.5.8 Végétation riveraine (C06)

Type et étendue de la végétation dans l'ourlet de 3 m qui jouxte la ligne de rive dans la bande riveraine

Signification: Cet attribut décrit le type (bosquet et roselière) et l'étendue de la végétation qui peuple la bande riveraine située à proximité immédiate de la ligne de rive ou de l'eau. Une végétation riveraine proche de l'état naturel entre la ligne de rive et les utilisations situées dans la bande riveraine de 15 m peut atténuer l'impact négatif de ces dernières sur la fonctionnalité écologique en préservant la connectivité entre les parties aquatique et terrestre.

Relevé: Les modalités correspondent au type, à la position et à l'étendue de la végétation peuplant la bande riveraine. Il s'agit d'estimer si une végétation riveraine occupe une largeur de 3 m au moins le long de la ligne de rive. À cet effet, il est utile d'ajouter une ligne auxiliaire à 3 m de la ligne de rive. Une végétation riveraine qui ne borde pas directement la ligne de rive ou qui ne se présente pas sous une forme typique de la station, tels un peuplement forestier, un parc, une allée d'arbres ou une haie (ou toute autre forme identifiable), entre dans la catégorie «aucune végétation riveraine». Il en va de même pour les arbres isolés.

Lorsque les lacs ne sont pas régulés, la ligne de rive officielle peut s'écarter de la ligne de rive visible sur la photo aérienne (qui correspond au niveau de l'eau au moment de la prise de vue). Dans ce cas, la végétation riveraine qui apparaît du côté lac de la ligne de rive est traitée comme si elle se trouvait dans la bande riveraine. Selon le niveau du lac, il arrive donc que la végétation riveraine ne touche pas directement l'eau. Les bosquets sont faciles à identifier. Pour ce qui est des roselières, il importe de distinguer les roseaux terrestres des roseaux lacustres. Les roseaux terrestres sont enregistrés sous «végétation riveraine» et les roseaux lacustres sous «végétation émergente de la zone littorale» (E04). En cas de doute, la roselière entière est saisie sous «végétation émergente de la zone littorale».

Lorsque la végétation riveraine est clairsemée ou que sa largeur varie, il convient d'estimer au cas par cas si elle assure encore suffisamment la connectivité entre l'eau et les terres. On aura tendance à définir des tronçons plus longs.

Fig. 48 > Végétation riveraine «bosquet» d'au moins 3 m de large

Végétation riveraine occupant toute la largeur (15 m) de la bande riveraine.

Fig. 49 > Végétation riveraine «roselière ou pré à litière» d'au moins 3 m de large

Roselière de plus de 3 m de large. Les marques régulières indiquent que cette surface a été fauchée récemment.

Fig. 50 > Végétation riveraine roselière ou pré à litière d'au moins 3 m de large

Roselière non fauchée dont la largeur est nettement supérieure à 3 m.

Fig. 51 > Végétation riveraine de moins de 3 m de large

Végétation riveraine de moins de 3 m de large, visible uniquement à grande échelle.

3.5.9 Utilisation dans la bande de l'arrière-rive (D01)

Type et intensité de l'utilisation de la bande de l'arrière-rive par l'habitation, l'artisanat, l'industrie, les activités de loisirs, l'agriculture, la sylviculture et les transports

Signification: Cet attribut recouvre les types d'utilisation et d'installations spécifiés plus haut pour la bande riveraine (C01, C02, C03, C04 et C05), mais cette fois-ci pour la bande de l'arrière-rive. L'utilisation de la bande de l'arrière-rive a un impact sur la connectivité des habitats et peut également avoir des conséquences sur la bande riveraine. C'est là que réside son intérêt. Tout comme dans la bande riveraine, les utilisations se répercutent sur la qualité écologique.

Relevé: La bande de l'arrière-rive fait l'objet d'un relevé moins détaillé que la bande riveraine: seules les structures spatiales dominantes, occupant une certaine étendue, sont identifiées et saisies en tant que telles, les «anomalies» et discontinuités mineures étant laissées de côté. Les tronçons doivent mesurer au moins 100 m de long.

Les modalités correspondent au type et à l'intensité d'utilisation ainsi qu'aux dimensions de l'espace occupé ou à la proportion de la surface utilisée par rapport à la surface utilisée moins intensément.

C'est toujours le type d'utilisation dominant ou l'utilisation ayant la modalité la plus appropriée qui est saisi. Si le type d'utilisation ne peut pas être identifié clairement, on attribue la modalité «utilisation mixte».

Les routes d'accès situées dans les zones urbanisées de la bande de l'arrière-rive ne sont pas considérées comme des voies de circulation, mais comme des surfaces d'habitation. De même, les routes d'accès en zone agricole ne sont pas saisies en tant que voies de circulation, mais entrent dans la catégorie agriculture.

Les cours d'eau situés dans la bande de l'arrière-rive (s'écoulant perpendiculairement à la ligne de rive ou couvrant tout le secteur) entrent dans la modalité «aucune utilisation» et ne sont pas saisis séparément. Une étendue d'eau utilisée dans sa globalité, un port fluvial par exemple, représente en revanche une utilisation et est saisie en tant que telle.

Fig. 52 > Faible utilisation (infrastructure de transport limitée)

Chemin étroit dans la bande de l'arrière-rive, qui ne présente aucune autre utilisation.

Fig. 53 > Utilisation modérée (loisirs extensifs)

Utilisation extensive pour les loisirs. Différence par rapport à une utilisation intensive: absence d'infrastructure permanente.

Fig. 54 > Utilisation marquée (exploitation agricole ou sylvicole intensive)

Exploitation agricole intensive, facile à identifier grâce aux balles de foin.

Fig. 55 > Utilisation marquée (activités de loisirs intensives)

Terrain de camping densément construit avec infrastructure fixe permanente.

Fig. 56 > Utilisation très forte (utilisation mixte très intensive)

Utilisation mixte marquée (infrastructure de transport, habitat et loisirs), absence presque totale de surface peu utilisée.

3.5.10 Végétation de transition dans la bande de l'arrière-rive (D02)

Type et étendue de la végétation bordant la bande riveraine dans la bande de l'arrière-rive

Signification: Cet attribut décrit la végétation qui borde la bande riveraine de 15 m du côté terre. Tout comme la végétation riveraine (C06) relie les parties lacustre et terrestre, la végétation de transition favorise la connectivité entre la bande riveraine et la bande de l'arrière-rive. Cet attribut permet en outre de tenir compte du fait que les processus biologiques et abiotiques naturels ne s'arrêtent pas au bout de la bande riveraine, mais s'étendent généralement bien au-delà.

Relevé: Les modalités correspondent au type et à l'étendue de la végétation de transition de la bande littorale. Il s'agit de déterminer si une végétation de transition borde directement la bande riveraine sur une largeur d'au moins 15 m.

Une végétation de transition qui ne borde pas directement la bande riveraine ou qui ne se présente pas sous une forme typique de la station, tels un peuplement forestier, un parc, une allée d'arbres ou une haie vive (ou toute autre forme identifiable), entre dans la catégorie «aucune végétation de transition». Il en va de même des arbres isolés.

Lorsque la végétation de transition est clairsemée ou que sa largeur varie, il convient d'estimer au cas par cas si elle assure encore suffisamment la connectivité entre l'eau et les terres. On aura tendance à définir des tronçons plus longs.

La végétation des berges d'un cours d'eau qui s'écoule dans la bande de l'arrière-rive est considérée comme végétation de transition si elle occupe toute la largeur de cette bande ou une bande de plus de 15 m bordant la berge.

Fig. 57 > Végétation de transition bosquet de moins de 15 m de large

La végétation borde certes la bande riveraine, mais elle s'étend sur moins de 15 m de large.

Fig. 58 > Végétation de transition roselière ou pré à litière d'au moins 15 m de large

Bordure de roseaux d'au moins 15 m de large. Le signe conventionnel «marais» des cartes nationales au 1:25 000 peut indiquer la présence de zones étendues de roselières ou de prés à litière.

3.5.11 Modifications du fond du lac dans la zone littorale (E01)

Nature du fond du lac dans la zone littorale

Signification: Dans cette catégorie figurent les conséquences ou les vestiges visibles des différentes utilisations, mais pas les structures et installations (pour lesquelles un autre attribut a été prévu). En font partie les remblais de gravier étrangers au site, les substrats artificiels (radier en béton, p. ex.), les traces de frottement des bateaux, l'impact des chaînes de corps morts dans les herbiers et les dragages destinés à approfondir l'entrée des ports. Si toutes ces modifications peuvent perturber la qualité des habitats de la zone littorale, les remblais de gravier peuvent par ailleurs, même si leur conformité n'est pas toujours optimale, constituer une mesure de protection visant à conserver le caractère naturel de la rive. Ce fait est pris en considération dans l'évaluation.

Relevé: Toutes les modifications du fond du lac qui apparaissent sur la photo aérienne sont enregistrées et classées sous les différentes modalités. Dans le doute, lorsque les eaux ne sont pas suffisamment transparentes (turbidité due à l'eau de fonte, efflorescence planctonique, embouchures, p. ex.), il est possible de recourir à la catégorie «perturbations légères» (E01.03). Il faut aussi déterminer si les remblais de gravier qui pourraient être visibles sont conformes au site.

Si l'on suppose, par exemple, que l'entrée d'un port a été draguée, mais que cette intervention est invisible, il convient d'estimer la modification du fond du lac dans la zone littorale à l'aide d'indices, afin que l'attribut soit saisi en continu. La perturbation du fond du lac due à l'utilisation d'un port peut ainsi être appréciée comme suit: la présence d'installations portuaires accueillant des bateaux grands ou à fort tirant d'eau dans des zones littorales étendues est un indice de dragage.

Fig. 59 > Aucune modification

Zone littorale naturelle; le fond du lac n'a subi aucune modification.

Fig. 60 > Remblai de gravier adapté au site

Remblai artificiel destiné à revaloriser le site.

Fig. 61 > Perturbations légères

Faibles traces d'impacts de chaînes de corps morts.

Fig. 62 > Dragages légers

Dragages légers (zones plus foncées).

Fig. 63 > Perturbations modérées

Perturbations nettes de la zone littorale, notamment des traces de frottement.

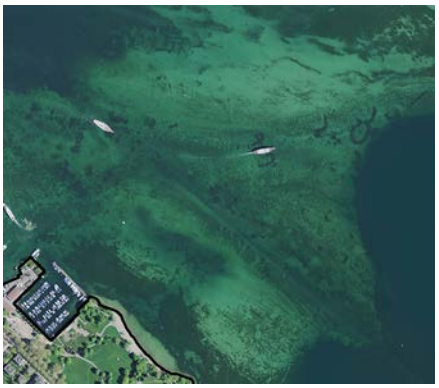


Fig. 64 > Dragages forts (entrée du port)

Dragage bien visible à l'entrée de chaque port.

Fig. 65 > Remblai de gravier étranger au site

Remblai de gravier au niveau de la plage d'un terrain de camping. Comme il ne s'agit sans doute pas d'une mesure de revalorisation ou de protection, le remblai est considéré comme étranger au site. Le changement de couleur bien visible dans l'eau marque l'extrémité extérieure du remblai.

3.5.12 Structures et installations dans la zone littorale (E02)

Structures et installations dans la zone littorale

Signification: Cet attribut regroupe toutes les installations et structures anthropiques implantées à demeure ou pour un certain temps dans la zone littorale (du côté lac de la ligne de rive), avec ou sans raccordement à la rive. Les structures construites par l'homme dans la zone littorale influencent ou détériorent la fonctionnalité écomorphologique et la qualité des habitats aquatiques peu profonds. Les installations flottantes telles que les radeaux de baignade ou les palissades de protection des roselières représentent les perturbations les moins importantes, les installations portuaires fermées ou les ouvrages de prolongement des embouchures les plus dommageables. Les appontements (débarcadères), les ouvrages d'évacuation des eaux, les emplacements fixes pour bateaux et les accès à l'eau consolidés (très fréquents dans des lacs non régulés comme le lac de Constance) sont d'autres objets typiques. Les voies de circulation (route ou voie ferrée) construites sur des piliers de soutien directement le long de la rive entrent aussi dans cette catégorie. Dans ce type de cas, il arrive que la ligne de rive soit non aménagée.

Relevé: Chaque modalité correspond à un seul type d'installation. Il importe que les dimensions des installations soient relevées, ou estimées, par rapport à la largeur de la zone littorale (appontements avançant jusqu'à moins ou plus d'un tiers de la largeur de la zone littorale). Le cas échéant, le recours à des photos aériennes obliques facilitera l'interprétation. L'affichage de l'isobathe 4 m, qui marque l'étendue de la zone littorale, aide en outre à estimer les dimensions.

Dans les secteurs de la zone littorale où différentes installations ou structures entrent dans la même modalité générique, c'est la proximité à la ligne de rive qui détermine le classement: par exemple, la présence de débarcadères et de bouées est saisie avec la modalité «appontement». Si en revanche la zone littorale présente des structures appartenant à des modalités différentes, on applique le principe de la pire éventualité (worst case).

Fig. 66 > Aucune structure ou installation

L'exemple montre un ouvrage destiné à prolonger l'embouchure d'un cours d'eau (E02.0503); le tronçon de rive est cependant considéré comme non utilisé en raison du tracé particulier de la ligne de rive.

Fig. 67 > Structures ou installations sommaires (installations destinées à protéger les roseaux)

Installations permanentes de protection des roseaux aménagées dans la zone littorale.

Fig. 68 > Structures ou installations modérées (installation portuaire ouverte)

Installation portuaire ouverte, non délimitée par des môles, occupant moins d'un tiers de la zone littorale.

Fig. 69 > Structures ou installation marquée (mouillage dense ou occupant plus d'un tiers de la largeur de la zone littorale)

Mouillage dense, occupant bien plus d'un tiers de la largeur de la zone littorale.

Fig. 70 > Structures ou installations massives (installation portuaire fermée avançant jusqu'à plus d'un tiers de la zone littorale)

Installation portuaire délimitée par un môle, avançant jusqu'à plus d'un tiers de la zone littorale. Comme la ligne de rive inclut la partie gauche du port, seule la partie droite entre dans cette catégorie.

Fig. 71 > Structures ou installations massives (ponts ou ouvrages routiers)

Route longeant la ligne de rive et passant même par la zone littorale.

3.6 Relevé des attributs ou des informations complémentaires n'entrant pas dans l'évaluation

3.6.1 Exposition aux vagues (B03)

L'exposition aux vagues fournit des indications sur les remous et le risque d'érosion

Signification: L'exposition aux vagues décrit la probabilité et l'intensité avec lesquelles les vagues viennent se briser sur différents tronçons de rive, en produisant un certain remous (fort, moyen, léger). Les tronçons de rive les plus exposés sont généralement ceux qui forment un angle de 180° avec la direction des vents dominants (ouest/sud-ouest), même si la bise et le foehn jouent aussi un rôle sur les lacs suisses. Selon la distance que le vent parcourt sur un plan d'eau sans rencontrer d'obstacle (fetch), des vagues plus ou moins grandes se forment et se brisent en atteignant le rivage. Les rives fortement exposées aux vagues présentent (selon leur type) des traces d'érosion au niveau de la ligne de rive et/ou des rides de fond (ripple-marks) dans la zone littorale. L'exposition aux vagues et les processus induits qui façonnent les rives relèvent, au sens large, de l'aspect «morphologie naturelle des rives». Les remous anthropiques (dus à la navigation) se manifestent par contre uniquement dans de très rares cas en tant que modalité écomorphologique visible.

Relevé: L'Atlas des vagues fournit actuellement des données pour le Léman et pour les lacs de Neuchâtel, Bienne, Morat et Zurich (état en 2015). Des données sur le lac des Quatre-Cantons seront publiées en 2016. Cet attribut est donc uniquement relevé pour ces cinq lacs. Les données d'autres lacs pourront être prises en compte dès qu'elles seront disponibles.

3.6.2 Végétation typique des rives (C08)

Type et étendue de la végétation typique des rives

Signification: Cet attribut comprend toutes les surfaces, situées du côté terre de la ligne de rive, qui sont couvertes de végétaux typiques du milieu riverain et subissant généralement l'influence des eaux. Selon la situation, l'altitude, le type de rive et de lac, il peut s'agir de forêts riveraines, de prairies à litière, de bas-marais ou de pelouses de haute montagne. L'étendue de la végétation typique des rives et l'absence de traces d'utilisation anthropique permettent d'identifier facilement les secteurs naturels ou semi-naturels d'un lac. Se rencontrant en principe sur la plupart des lacs, ces secteurs épargnés par les activités humaines peuvent servir de référence pour la modalité naturelle, et spécifique au lac en question, de la végétation riveraine.

Relevé: Il s'agit de relever la végétation typique qui peuple la bande riveraine et la bande de l'arrière-rive sur une largeur de 15 m au moins. La végétation n'est pas saisie lorsqu'elle couvre une surface plus étroite (bande riveraine). Présents surtout le long des rives naturelles, les prés à litière et les forêts riveraines sont des exemples de végétation typique de la station. Dans la plupart des cas, ce sont également des objets naturels protégés. Le choix de la modalité sera facilité par des informations complémentaires tirées de programmes de protection de la nature.

Fig. 72 > Végétation avec dominance de forêt riveraine

Forêt riveraine épargnée par les activités humaines, dont la largeur dépasse nettement 15 m (bande riveraine). Remarque: la végétation soumise à l'action de l'homme (indice: chemins ou autres constructions) ne fait pas partie de cet attribut.

Fig. 73 > Végétation avec dominance de marécage, de prairie à litière et de bas-marais

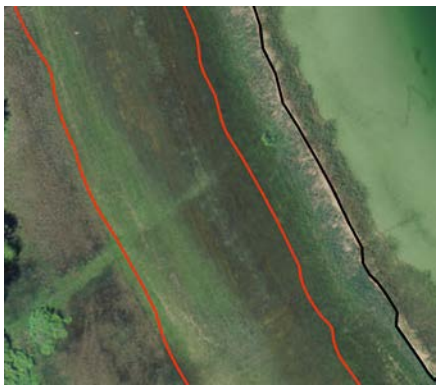


Fig. 74 > Végétation au-dessus de la limite des arbres

Lac à 2686 m d'altitude, entouré en grande partie d'une végétation typique des rives, qui s'étend au-delà de la bande riveraine.

3.6.3 Végétation émergente de la zone littorale (E04)

La végétation émergente fournit des indications sur les tronçons de rive méritant protection

Signification: La végétation émergente de la zone littorale se compose de toutes les plantes qui se dressent au-dessus de l'eau et qui sont donc bien visibles pendant la période de végétation, du côté lac de la ligne de rive. Selon les conditions naturelles (situation, altitude, type de rive et de lac), ce sont les roselières, les jonchères ou les cariçaies qui dominent. La végétation à feuilles flottanttes n'est pas prise en considération, car elle n'apparaît que temporairement. La présence ou l'absence de végétation émergente ne constitue pas un critère de qualité, car leur cause peut être aussi bien anthropique que naturelle. La présence attestée d'une végétation émergente constitue cependant une information précieuse pour la définition des secteurs dignes de protection ou à valoriser.

La végétation submergée (macrophytes) n'est pas recensée en raison de son caractère saisonnier.

Relevé: Il s'agit de recenser la végétation émergente poussant du coté lac de la ligne de rive. Sa visibilité dépend de la saison: en automne, les chaumes des roseaux meurent, mais sont encore visibles jusqu'au début de la prochaine période de végétation. L'extension réelle est perceptible au mieux durant l'été. Les classes de largeur sont signalées dans le SIG par des lignes auxiliaires parallèles à la rive du côté lac: ourlet de roseaux = ligne à 5 m de la rive; bande de roseaux = ligne à 20 m de la rive; surface de roseaux ≥20 m au-delà de la bande de roseaux. La ligne réelle de la bande de roseaux du côté lac (identifiée optiquement sur la photo aérienne) suit une bande délimitée par les lignes auxiliaires et peut simplement être attribuée au type de végétation émergente qui convient.

Fig. 75 > Ourlet de roseaux de moins de 5 m de large

Petit tronçon avec ceinture de roseau visible à grande échelle seulement.

Fig. 76 > Bande de roseaux de 5 à 20 m de large

Bandes de roseaux de 5 à 20 m de large, séparées les unes des autres.

Fig. 77 > Surface de roseaux de plus de 20 m de large

Surface de roseaux dépassant nettement les 20 m de large.

4 > Analyse des données

4.1 Évaluation

L'évaluation de l'état écomorphologique des rives lacustres est basée sur:

- une hiérarchie des objectifs (Eisenführ & Weber 2003, Schlosser et al. 2013);
- les attributs relevés et leurs modalités;
- des fonctions de valeur et d'agrégation.

4.1.1 Hiérarchie des objectifs

L'état de référence renseigne sur la qualité en vue de l'analyse des déficits

L'évaluation de l'état actuel des rives lacustres se fonde sur l'état de référence «Écomorphologie des rives lacustres proche de l'état naturel», dont la qualité servira de base à l'analyse des déficits. Constituant l'objectif global à atteindre, l'état de référence est subdivisé en sous-objectifs hiérarchisés, qui sont si possible complémentaires et doivent englober les principaux aspects de l'objectif global. Les sous-objectifs du niveau le plus bas (en bout de chaîne) se voient attribuer des grandeurs objectivement mesurables, appelées attributs, qui servent à vérifier si l'objectif est atteint.

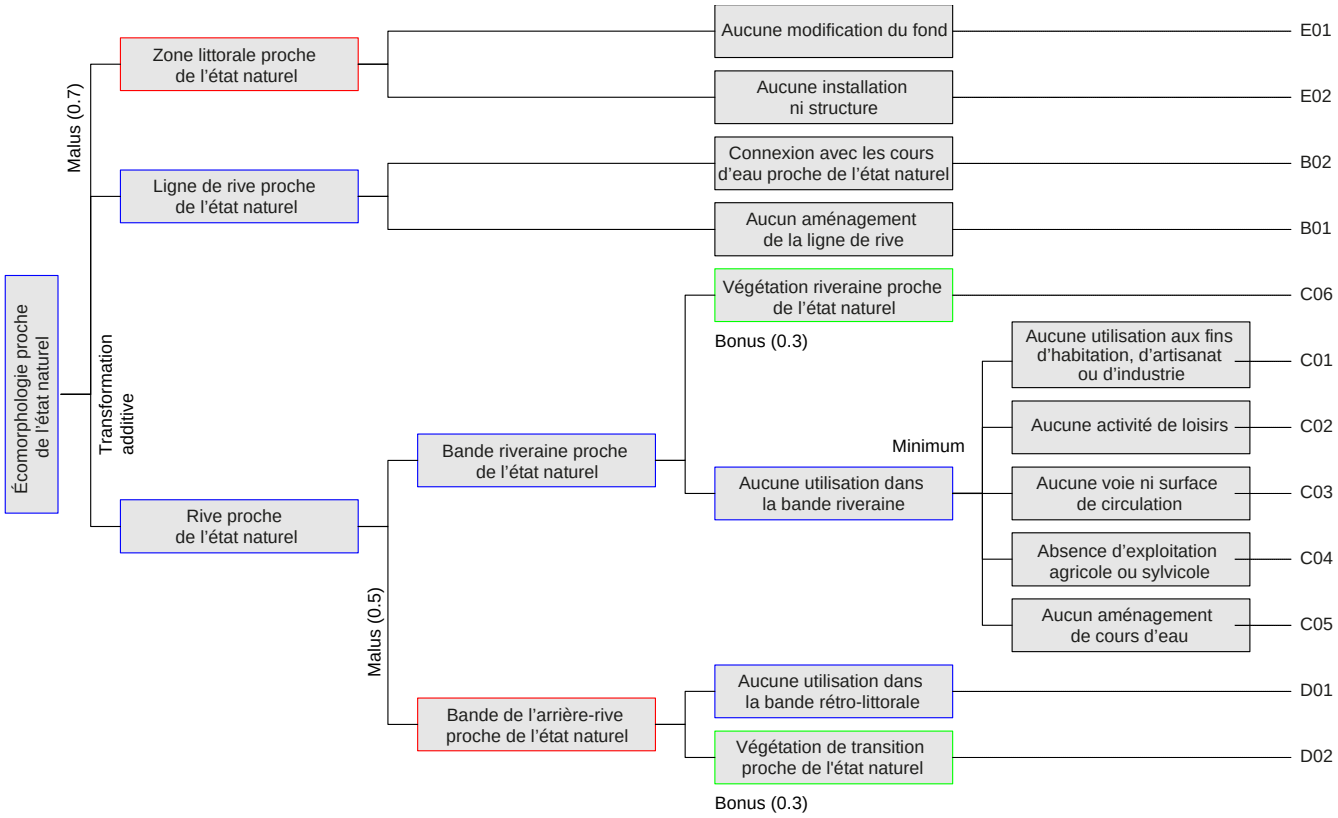
La hiérarchie des objectifs s'appuie sur les compartiments de la rive

La hiérarchie des objectifs qui sert de base à la présente méthode s'appuie sur les trois compartiments de la rive «ligne de rive», «rive» et «zone littorale», dont la qualité, pondérée à l'aide de différents coefficients, entre dans l'évaluation globale des rives lacustres (fig. 78).

La répartition hiérarchique des états de référence des différents compartiments constitue une base idéale pour estimer les mesures à prendre dans chacune des unités d'observation et pour définir les marges de manœuvre concernant les améliorations à apporter en vue d'atteindre les objectifs écologiques fixés par la loi.

Fig. 78 > Hiérarchie des objectifs et procédés d'agrégation utilisés pour évaluer l'état écomorphologique des rives lacustres

Les numéros des attributs figurent dans le tab. 2.



E01_Modifications du fond dans la zone littorale
E02_Structures et installations dans la zone littorale
B02_Connexion avec les cours d'eau (tributaire ou effluent ; sur la ligne de rive)
B01_Aménagement de la ligne de rive
C06_Végétation riveraine
C01_Habitation, artisanat et industrie dans la bande riveraine
C02_Activités de loisirs dans la bande riveraine
C03_Voies et surfaces de circulation dans la bande riveraine
C04_Exploitation agricole ou sylvicole de la bande riveraine
C05_Aménagement de cours d'eau dans la bande riveraine
D01_Utilisation dans la bande de l'arrière-rive5
D02_Végétation de transition dans la bande littorale

4.1.2 Fonctions de valeur et fonctions d'agrégation

Les fonctions de valeur affectent à chaque (sous-)objectif une valeur de 0 à 1 en fonction des modalités. Cette valeur représente le degré de réalisation de l'objectif ou la note d'évaluation.

La fonction de valeur correspond au degré de réalisation de l'objectif

L'évaluation de l'état écomorphologique commence au niveau hiérarchique le plus bas de chaque branche de la hiérarchie des objectifs. Les degrés de réalisation de ces sous-objectifs sont formulés directement en tant que fonction des modalités correspondantes (dans le cas présent, seul un attribut est prévu par sous-objectif au niveau hiérarchique le plus bas) et sont indiqués à l'annexe A2 avec les modalités. Les degrés de réalisation des objectifs aux niveaux hiérarchiques les plus élevés sont formulés en fonction des degrés de réalisation des sous-objectifs du niveau immédiatement inférieur à l'aide d'une fonction d'agrégation. Les degrés de réalisation des objectifs dépendent ainsi indirectement de tous les attributs qui influencent les degrés de réalisation des sous-objectifs.

Les fonctions d'agrégation regroupent les degrés de réalisation des objectifs au niveau immédiatement supérieur de la hiérarchie des objectifs

Fonctions d'agrégation

L'agrégation des degrés de réalisation des objectifs intervient à l'aide de différentes fonctions. Le choix de la fonction d'agrégation dépend du mécanisme de compensation entre les sous-objectifs (mesure dans laquelle la bonne réalisation d'un sous-objectif permet de compenser la mauvaise réalisation d'un autre sous-objectif). Dans la présente méthode, les agrégations obéissent à quatre principes:

- le principe du minimum;
- le principe du bonus;
- le principe du malus;
- le principe de la transformation additive.

La fig. 78 montre quelle fonction d'agrégation s'applique à quel endroit. Ces quatre fonctions et les raisons motivant le choix de l'une ou de l'autre sont expliquées ci-après.

Le principe du minimum

Le principe du minimum correspond au principe du pire des cas (worst case)

Lorsqu'une agrégation obéit au principe du minimum, c'est la valeur la plus basse au niveau hiérarchique inférieur qui détermine la valeur au niveau hiérarchique supérieur (fig. 79).

Cela permet d'éviter qu'un degré de réalisation faible soit compensé par le degré de réalisation plus élevé d'un autre objectif.

$$v = min(v_1, \dots, v_n)$$

où:

v *degré de réalisation de l'objectif global*
$v_1,..,v_n$ *degré de réalisation des sous-objectifs*

Le principe du minimum s'applique à l'évaluation de la zone littorale, de la bande riveraine et de la ligne de rive

Ce mode d'agrégation est utilisé pour évaluer la zone littorale, la bande riveraine et la ligne de rive (fig. 78). S'agissant de l'évaluation de la zone littorale, le but est d'empêcher qu'une évaluation des modifications du fond obtenant une valeur faible ne soit compensée par l'absence d'installations, ou inversement. Quant à l'appréciation de la bande riveraine, c'est l'utilisation la «pire» qui est déterminante. Pour la ligne de rive, on applique l'agrégation minimum pour des raisons méthodologiques, puisque les deux structures évaluées s'excluent au niveau inférieur de la hiérarchie des objectifs. En d'autres termes, on a soit une «véritable» ligne de rive, soit une embouchure de cours d'eau, dont l'absence ne permet pas de définir le degré de réalisation de l'objectif; par conséquent, il faut prendre le minimum des degrés de réalisation des sous-objectifs définis.

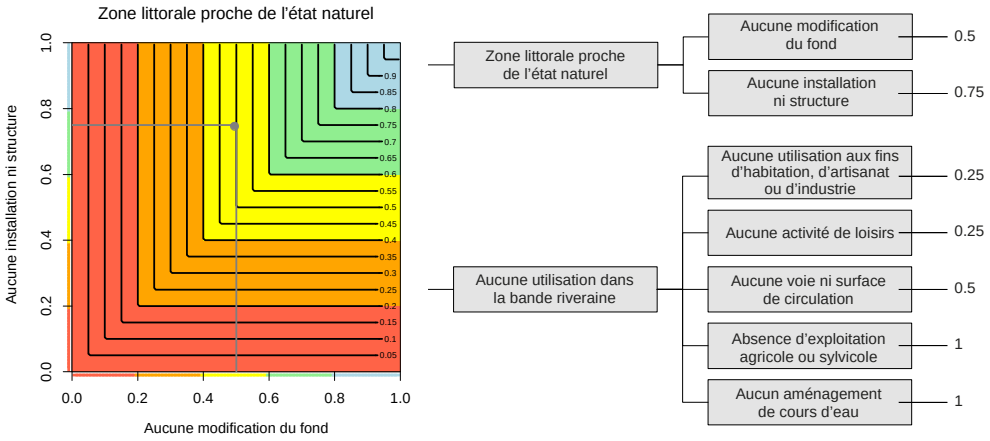
Dans l'exemple suivant (fig. 79), les sous-objectifs «aucune modification du fond» et «aucune utilisation à des fins d'habitation, d'artisanat ou d'industrie» présentent, avec des degrés de réalisation respectifs de 0,5 et de 0,25, les valeurs les plus basses de toutes les valeurs à agréger qui sont donc déterminantes pour l'évaluation des objectifs

du niveau supérieur «zone littorale proche de l'état naturel» ainsi que «aucune utilisation dans la bande riveraine».

Fig. 79 > Agrégation selon le principe du minimum

Illustration du principe du minimum

La valeur la plus basse au niveau des sous-objectifs détermine l'évaluation au niveau hiérarchique supérieur. Dans l'exemple ci-dessous de la «zone littorale proche de l'etat naturel», qui ne comporte que deux sous-objectifs, les «courbes de niveau» de l'appréciation globale sont représentées à gauche en fonction de l'évaluation des deux sous-objectifs et les notes correspondantes à droite.



Le principe du bonus

Le principe du bonus augmente le degré de réalisation des objectifs

L'agrégation selon le principe du bonus consiste à agréger deux valeurs au niveau hiérarchique inférieur, qui n'ont pas la même importance pour l'évaluation de l'état au niveau supérieur. Lors de l'agrégation, la valeur de l'objectif prioritaire influence principalement la valeur au niveau hiérarchique supérieur. La valeur de l'objectif le moins important entre uniquement dans l'appréciation si elle est meilleure que celle de l'objectif prioritaire et peut améliorer les résultats au niveau supérieur. Le cas échéant, le degré de réalisation de l'objectif global est calculé en tant que moyenne pondérée des degrés de réalisation de l'objectif prioritaire et de l'«objectif bonus»:

$$v = \begin{cases} v_v & pour\ v_v \geq v_b \\ w_b v_b + (1 - w_b) v_v & pour\ v_v < v_b \end{cases}$$

où:

v: *degré de réalisation de l'objectif global*
v_v: *degré de réalisation de l'objectif prioritaire*
v_b: *degré de réalisation de l'«objectif bonus»*
w_b: *pondération de l'«objectif bonus», dans le cas où son degré de réalisation est plus élevé que celui de l'objectif prioritaire*

Ce mode d'agrégation est utilisé pour évaluer la bande riveraine et la bande de l'arrière-rive (fig. 78). Il s'agit d'apprécier en priorité les différentes utilisations, car ce sont elles qui influencent le plus les conditions écomorphologiques de la rive. La présence d'une végétation riveraine ou d'une végétation de transition compense partiellement un degré de réalisation faible des objectifs «aucune utilisation dans la bande riveraine» et «aucune utilisation dans la bande de l'arrière-rive», car cette végétation permet de maintenir une certaine connectivité entre les parties aquatique et terrestre, respectivement entre la bande riveraine et la bande de l'arrière-rive.

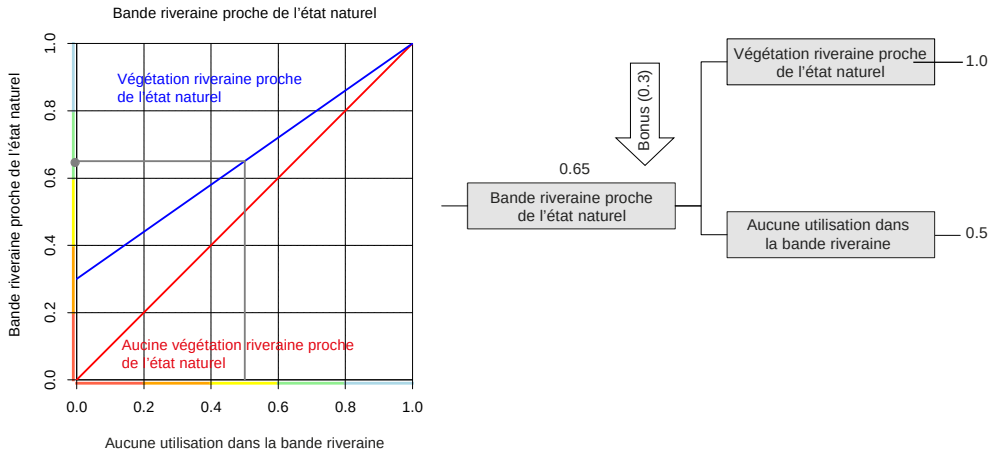
Le principe du bonus s'applique à l'évaluation de la bande riveraine et de la bande de l'arrière-rive

Dans l'exemple suivant (fig. 80), la bonne note (1) de la végétation riveraine intervient en tant que bonus avec une pondération de 30 % dans l'évaluation de l'état de la bande riveraine et l'influence positivement. À l'inverse, si la végétation riveraine avait obtenu la note 0, l'évaluation de la bande riveraine aurait été de 0,5. Dans ce cas, seule la valeur de l'objectif prioritaire au niveau hiérarchique inférieur aurait déterminé la valeur au niveau supérieur.

Fig. 80 > Agrégation selon le principe du bonus

Illustration du principe du bonus

La présence d'une végétation riveraine proche de l'état naturel améliore légèrement la réalisation de l'objectif principal «aucune utilisation dans la bande riveraine». Comme la végétation riveraine peut uniquement obtenir les valeurs 0 et 1, la figure représente les dépendances et non les «courbes de niveau.



Le principe du malus

Le principe du malus diminue le degré de réalisation des objectifs

L'agrégation selon le principe du malus consiste à agréger deux valeurs au niveau hiérarchique inférieur, qui n'ont pas la même importance pour l'évaluation de l'état au niveau supérieur. Lors de l'agrégation, la valeur de l'objectif prioritaire influence principalement la valeur au niveau hiérarchique supérieur. La valeur de l'objectif le moins important entre uniquement dans l'appréciation si elle est moins bonne que celle de l'objectif prioritaire et empire l'évaluation au niveau supérieur (elle ne doit pas l'améliorer). Le cas échéant, le degré de réalisation de l'objectif global est calculé en tant que moyenne pondérée des degrés de réalisation de l'objectif prioritaire et de l'«objectif malus»:

$$v = \begin{cases} v_v & pour\ v_v \leq v_m \\ w_m v_m + (1 - w_m) v_v & pour\ v_v > v_m \end{cases}$$

où:

v: *degré de réalisation de l'objectif global*
v_v: *degré de réalisation de l'objectif prioritaire*
v_m: *degré de réalisation de l'«objectif malus»*
w_m: *pondération de l'«objectif malus», au cas où son degré de réalisation est plus faible que celui de l'objectif prioritaire*

Le principe du malus s'applique à l'évaluation de la rive et à l'appréciation globale des rives lacustres

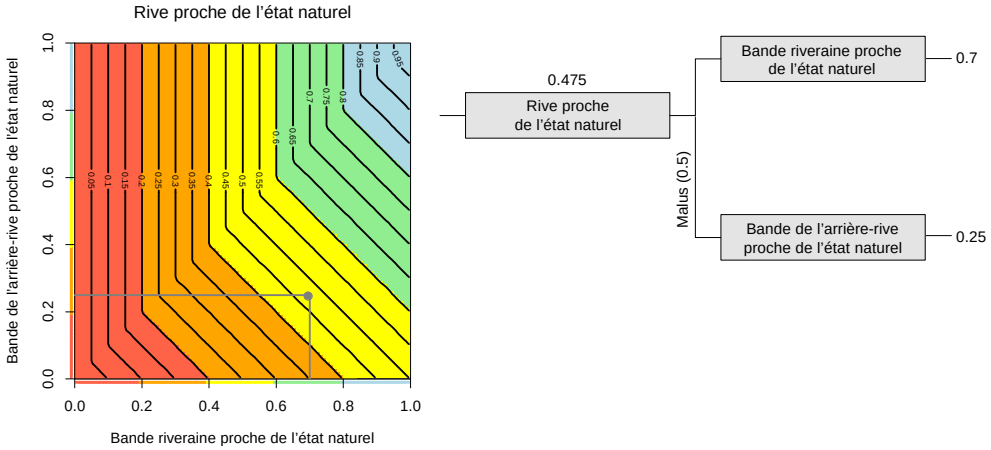
Ce mode d'agrégation est utilisé à la fois pour évaluer la rive et pour obtenir une appréciation globale de l'écomorphologie des rives lacustres en tenant compte de la valeur de l'agregation de la rive avec la ligne de rive (fig. 78). L'opération commence par l'évaluation de la ligne de rive et de la bande riveraine. Cette appréciation ne doit pas être améliorée par une zone littorale intacte ou par une bande de l'arrière-rivebien notée. Inversement, des éléments artificiels implantés dans la zone littorale ou des utilisations dans la bande de l'arrière-rive peuvent par contre avoir une répercussion négative sur l'appréciation. Une bande de l'arrière-rive proche de l'état naturel ou une zone littorale intacte ne contribuent pas à une surévaluation de la rive et des rives lacustres, mais les dévaluent par un faible degré de réalisation des objectifs.

Dans l'exemple suivant (fig. 81), la mauvaise note (0,25) de la bande de l'arrière-rive intervient en tant que malus avec une pondération de 50 % dans l'évaluation de l'état de la rive et l'influence négativement. À l'inverse, si la bande de l'arrière-rive avait obtenu la note 1, l'évaluation de la riveaurait été de 0,7. Dans ce cas, seule la valeur de l'objectif prioritaire au niveau hiérarchique inférieur aurait déterminé la valeur au niveau supérieur.

Fig. 81 > Agrégation selon le principe du malus

La réalisation de l'objectif principal «rive proche de l'état naturel» peut être influencée négativement par un plus mauvais état de la bande de l'arrière-rive. La partie gauche de la figure représente les «courbes de niveau» de l'appréciation globale en fonction des évaluations des deux sous-objectifs, la partie droite les notes correspondantes.

Illustration du principe du malus



Le principe de la transformation additive

Le principe de la transformation additive améliore l'évaluation, légèrement lorsque le degré de réalisation des objectifs est élevé et fortement lorsqu'il est faible

L'agrégation selon le principe de la transformation additive consiste à agréger deux valeurs au niveau hiérarchique inférieur, dont la capacité de compensation dépend du degré de réalisation de l'objectif. Selon ce principe, la mauvaise note obtenue pour un sous-objectif sera moins bien compensée par un résultat meilleur attribué à un autre sous-objectif lorsque le degré de réalisation dépasse 0,5 que lorsque les degrés de réalisation des deux sous-objectifs sont inférieurs à 0,5. Cette agrégation permet une meilleure compensation lorsque l'état est mauvais, mais une moins bonne lorsque l'état est bon. Autrement dit, l'évaluation est moins sévère lorsque l'état est mauvais que lorsqu'il est bon.

Formellement, l'évaluation résulte du calcul d'une agrégation additive pondérée de valeurs transformées au moyen d'une fonction g, puis d'une transformation inverse au moyen de la fonction g^{-1}:

$$v = g^{-1}\left(\frac{1}{2}g(v_1) + \frac{1}{2}g(v_2)\right)$$

Transformation utilisée ici:

$$g(v) = \begin{cases} \frac{1}{2}(2v)^2 & pour\ v \le \frac{1}{2} \\ 1 - \frac{1}{2}(2[1-v])^2 & pour\ v \ge \frac{1}{2} \end{cases} \quad g^{-1}(v) = \begin{cases} \frac{1}{2}\sqrt{2v} & pour\ v \le \frac{1}{2} \\ 1 - \frac{1}{2}\sqrt{2(1-v)} & pour\ v \ge \frac{1}{2} \end{cases}$$

Ce mode d'agrégation est utilisé en combinaison avec le principe du malus pour apprécier l'état écomorphologique des rives lacustres (Fig. 78).

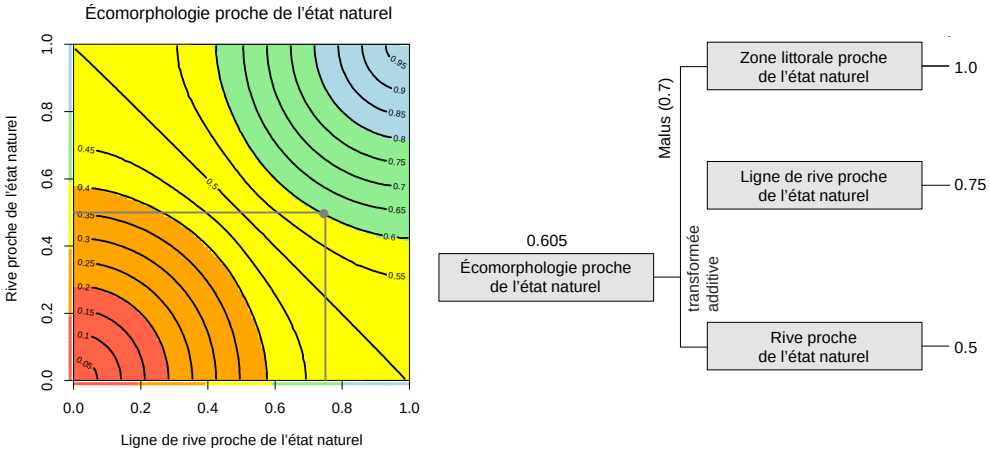
Le principe de la transformation additive s'applique à l'appréciation globale des rives lacustres

Dans l'exemple suivant (Fig. 82), le faible degré de réalisation de l'objectif «rive proche de l'état naturel» est partiellement compensé par le degré de réalisation élevé de l'objectif «ligne de rive proche de l'état naturel».

Illustration du principe de la transformation additive

Fig. 82 > Agrégation selon le principe de la transformation additive

L'évaluation débouche sur un très bon résultat uniquement si la réalisation des deux sous-objectifs est très élevée. De même, son résultat est très mauvais seulement si la réalisation des deux sous-objectifs est très mauvaise. Il est en particulier impossible de parvenir à un bon état (plage de valeurs verte) lorsque l'un des sous-objectifs se situe dans la plage orange ou rouge. La figure illustre l'agrégation de «ligne de rive proche de l'état naturel» et de «rive proche de l'état naturel» en «écomorphologie des rives lacustres proche de l'état naturel», en considérant que la zone littorale se trouve dans un meilleur état et donc que le principe du malus ne s'applique pas.

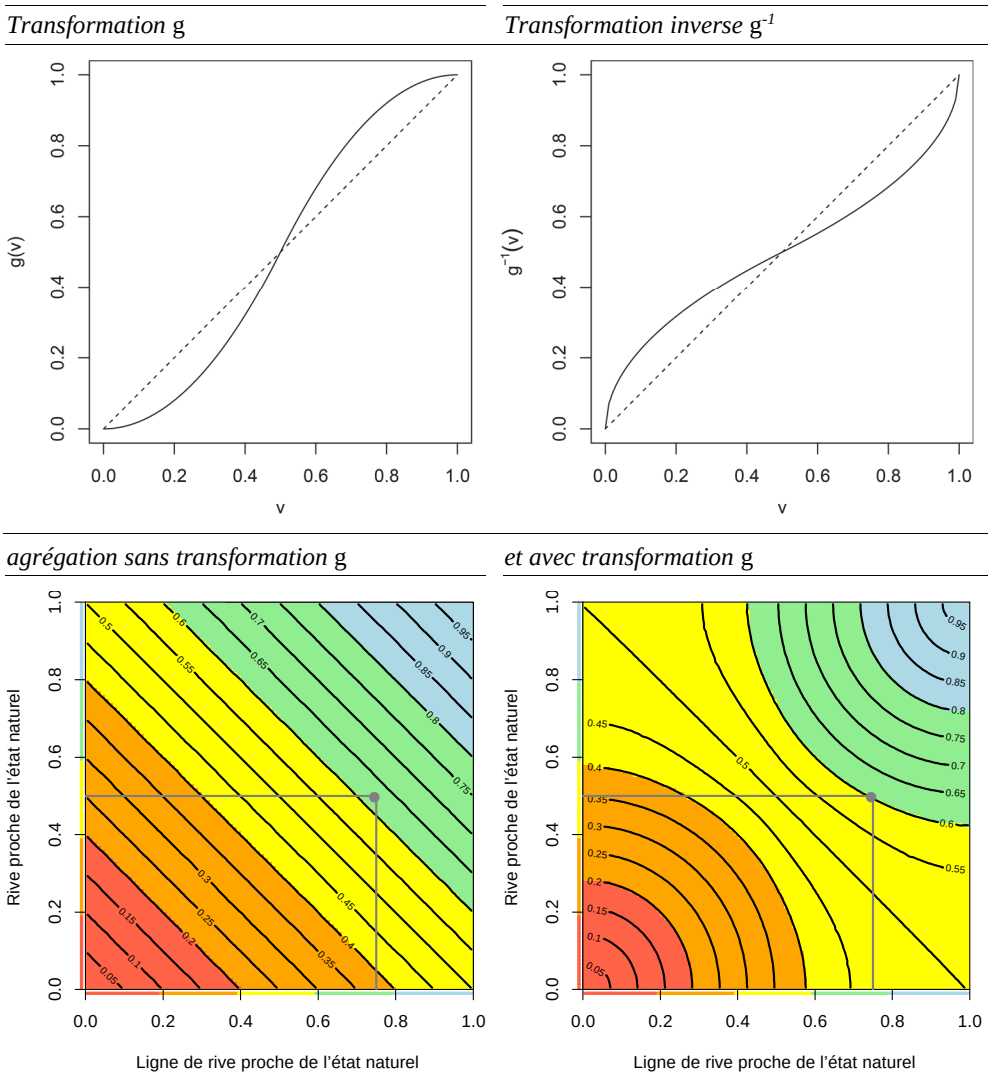


L'agrégation sans la transformation g et la transformation inverse g^{-1} (principe de l'addition) donne l'agrégation représentée en bas à gauche de la fig. 83. L'appréciation globale peut atteindre la plage verte même si l'évaluation d'un sous-objectif se situe dans la plage orange, à condition que l'autre sous-objectif ait reçu une très bonne note. La transformation g et son inverse g^{-1} des valeurs selon la formule indiquée ci-après «courbent» les lignes de mêmes valeurs, comme le montre la fig. 83 en bas à droite. Cela permet d'obtenir plus rapidement une amélioration en cas de valeurs basses, alors que l'appréciation devient plus sévère lorsque les valeurs sont élevées.

Explication de l'agrégation représentée dans les Fig. 82 et Fig. 83

$$v = \frac{1}{2}[v_1 + v_2]$$

Fig. 83 > Illustration de l'effet de la transformation *g* lors de l'agrégation selon le principe de la transformation additive



4.1.3 Agrégation longitudinale

Agrégation le long de la ligne de rive

Il n'est généralement pas nécessaire de procéder à une agrégation longitudinale (agrégation de tronçons de rive sur une certaine longueur). Les données disponibles permettraient néanmoins de la réaliser s'il fallait, d'une part, considérer des tronçons de rive plus longs ou des lacs entiers avec une résolution plus faible et, d'autre part, entreprendre des comparaisons avec d'autres méthodes. La longueur des tronçons et le mode d'agrégation dépendent de la problématique, du public cible et de l'échelle d'affichage.

4.2 Classement

Les résultats de l'évaluation sont représentés sous forme de tableau (tab. 5), le degré de réalisation des objectifs étant réparti en cinq classes de qualité:

Tab. 5 > Classification de l'appréciation numérique de l'état selon le degré de réalisation des objectifs

Classification des caractéristiques des rives lacustres: tableau synoptique

Valeur	Classe	Degré de réalisation des objectifs/résultat de l'évaluation	État
0,8 à 1	I	très bon	naturel/semi-naturel
0,6 à <0,8	II	bon	peu dégradé
0,4 à <0,6	III	moyen	dégradé
0,2 à <0,4	IV	médiocre	très dégradé
0,0 à <0,2	V	mauvais	artificiel

4.3 Représentation graphique des résultats

Les résultats sont affichés sous forme de lignes de couleur continues le long de la rive. Les classes d'état des tronçons de rive sont représentées en bleu, vert, jaune, orange ou rouge selon un jeu de couleurs prédéfini (tab. 6), qui permet de comparer les résultats obtenus pour les différents lacs du pays, quels que soient les cantons dans lesquels ils se trouvent. Le jeu de couleurs peut et doit être appliqué de façon uniforme à tous les attributs relevés et à tous les niveaux de la hiérarchie des objectifs.

Tab. 6 > Jeu de couleurs utilisé pour représenter les classes d'état des tronçons de rive

Représentation graphique des évaluations

Classe	État	Couleur	Valeurs RVB
I	naturel/semi-naturel		bleu (0,0,255)
II	peu dégradé		vert (0,255,0)
III	dégradé		jaune (255,255,0)
IV	très dégradé		orange (255,192,0)
V	artificiel		rouge (255,0,0)

L'appréciation globale et les appréciations de chaque compartiment de rive sont visualisées directement depuis le SIG

Un décalage de la caractéristique représentée (attributs, sous-objectifs, objectif global) par rapport à la ligne de rive permet de représenter plusieurs réalités en même temps[1]. En principe, tous les éléments décrivant des objets et des utilisations situés du côté lac doivent aussi s'afficher du côté lac, c'est-à-dire dans l'eau. De même, tous les éléments qui décrivent des objets et des utilisations se trouvant dans la bande riveraine et la bande de l'arrière-rive doivent être représentés du côté terre. Seuls les objectifs «ligne de rive proche de l'état naturel» et «écomorphologie des rives lacustres proche de l'état naturel» sont représentés directement sur la ligne de rive.

[1] De nombreux SIG pour ordinateur de bureau permettent de représenter des éléments linéaires à l'aide d'*offsets*, qui permettent d'afficher un attribut à côté du vecteur.

L'épaisseur des lignes et le décalage par rapport à la ligne de rive dépendent de l'échelle d'affichage. Le décalage par rapport à la ligne de rive doit rester limité.

Les éléments représentés dépendent en premier lieu de la problématique et du public cible. Pour obtenir une meilleure vue d'ensemble, il faut envisager l'agrégation des attributs relevés selon la hiérarchie des objectifs dans les trois compartiments (fig. 84). On recommande de représenter les niveaux suivants de la hiérarchie des objectifs:

Tab. 7 > Représentation des niveaux de la hiérarchie des objectifs

Élément de la hiérarchie des objectifs	Représentation
Zone littorale	Du côté lac, dans le plan d'eau
Ligne de rive	Sur la ligne de rive
Rive	Du côté terre, près de la ligne de rive

Fig. 84 > Une manière possible de représenter l'appréciation de divers compartiments de rive, comme la «zone littorale», la «ligne de rive» et la «rive»

> Annexe

A1 Liste des informations de base et des paramètres stationnels

Attribut	Valeur	Modalité	Remarque
A01	**Caractéristiques générales**		
		Surface du lac [ha]	
		Profondeur maximale du lac [m]	
		Altitude [m]	
A02	**Région biogéographique** (d'après Gonseth et al. 2001; www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/00207/index.html?lang=fr)		
	A02.01	Jura	
	A02.02	Plateau	
	A02.03	Versant nord des Alpes	
	A02.04	Alpes centrales occidentales et orientales	
	A02.05	Alpes centrales orientales, Alpes centrales Versant sud des Alpes	
A03	**Origine**		
	A03.01	Naturelle	
	A03.02	Artificielle	
A04	**Régulation du niveau d'eau**		
	A04.01	Niveau d'eau non régulé	
	A04.02	Régulation statique du niveau d'eau (fluctuations faibles)	la plupart des lacs du Plateau
	A04.03	Régulation dynamique du niveau d'eau (fluctuations fortes)	p. ex. lacs de barrage ou lacs d'accumulation d'une centrale de pompage-turbinage
	A04.04	Modification historique du niveau d'eau – non régulé	p. ex. abaissement de 2 m en XXXX
	A04.05	Modification historique du niveau d'eau – régulé	p. ex. abaissement de 2 m en XXXX

Attribut	Valeur	Modalité	Remarque
C07	**Type de rive**		
	C07.01	Rive très raide, pente >40 % (>1:2,5)	ligne de rive définie à partir de la hauteur +3 m (>40 %)
	C07.02	Rive raide, pente de 20 à 40 % (1:5 à 1:2,5)	ligne de rive définie à partir de la hauteur +3 m (20 à 40 %)
	C07.03	Rive moyennement raide, pente de 8 à 20 % (1:12,5 à 1:5)	ligne de rive définie à partir de la hauteur +3 m (8 à 20 %)
	C07.04	Rive plate, pente de 4 à 8 % (1:25 à 1:12,5)	ligne de rive définie à partir de la hauteur +3 m (4 à 8 %)
	C07.05	Rive très plate, pente <4 % (<1:25)	ligne de rivage définie à partir de la hauteur +3 m (<4 %)
E03	**Étendue de la zone littorale**[2]		
	E03.01	Zone littorale très étroite, jusqu'à 10 m de large	ligne de rive définie à partir de la hauteur – 4 m, pente >1:2,5 (>40 %)
	E03.02	Zone littorale étroite, de 11 à 50 m de large	ligne de rive définie à partir de la hauteur – 4 m, pente <1:2,5 à 1:12,5 (8 à 40 %)
	E03.03	Zone littorale moyennement étroite, de 51 à 100 m de large	ligne rive définie à partir de la hauteur – 4 m, pente <1:12,5 à 1:25 (4 à 8 %)
	E03.04	Zone littorale large, de 101 à 250 m de large	ligne de rive définie à partir de la hauteur – 4 m, pente <1:25 à 1:62,5 (4 à 1,6 %)
	E03.05	Zone littorale très large, étendue, plus de 250 m de large	ligne de rive définie à partir de la hauteur – 4 m, pente <1:62,5 (<1,6 %)

[2] Notons que la zone littorale peut occuper la surface totale d'un petit lac (lac d'Inkwil dans le canton de Berne, p. ex). Compte tenu de la petite taille du plan d'eau, c'est alors la modalité «zone littorale étroite» qui s'applique.

A2 Liste des attributs entrant dans l'évaluation

Attribut	Code	Modalité	Évaluation	Remarque	Lien
B01	**Aménagement de la ligne de rive**				
	B01.01	Aucun aménagement riverain	1		
	B01.02	Aménagements riverains insignifiants (faibles traces)	0.75	aucun aménagement en dur sur plus de 2 m de rive	
	B01.0201	*Faibles traces ou éléments isolés d'aménagement (chemins sur pilotis, p. ex.)*	0.75		
	B01.0202	*Stabilisation végétale dont la forme et le matériau sont typiques du site*	0.75	en cas de doute, stabilisation végétale étrangère au site (atteinte)	
	B01.0203	*Aménagements riverains insignifiants: autres*	0.75		
	B01.03	Aménagements riverains légers (traces nettes)	0.5	aucun aménagement en dur sur plus de 2 m de rive, y compris raccordement d'installations lacustres à la rive	
	B01.0301	*Traces nettes ou éléments isolés d'aménagement, accès à une cale, éléments d'installations lacustres tels que poteaux ou ancrage d'appontement, etc.*	0.5		
	B01.0302	*Stabilisation végétale dont la forme et le matériau sont étrangers au site*	0.5	en cas de doute, stabilisation végétale étrangère au site (atteinte)	
	B01.0303	*Aménagements légers: autres*	0.5		
	B01.0304	*Mur de rive avec remblai ou structures riveraines proches de l'état naturel à l'avant*	0.5		
	B01.04	Aménagement en dur perméable	0.25	y compris raccordement d'installations lacustres à la rive	
	B01.0401	*Aménagement en dur perméable: enrochement*	0.25	non jointoyé	
	B01.0402	*Aménagement en dur perméable: gabions métalliques*	0.25		
	B01.0403	*Aménagement en dur perméable: palissade à claire-voie (y compris bois)*	0.25		
	B01.0404	*Aménagement en dur perméable: mur de rive non jointoyé*	0.25		
	B01.0405	*Aménagement en dur perméable: autre*	0.25		
	B01.05	Aménagement en dur imperméable	0	y compris raccordement d'installations lacustres à la rive	
	B01.0501	*Aménagement en dur imperméable: talus de rive maçonné, goudronné, y compris escaliers, rampes, etc.*	0		
	B01.0502	*Aménagement en dur imperméable: mur de rive, y compris escaliers intégrés, rampes intégrées, etc.*	0		
	B01.0503	*Aménagement en dur imperméable: soubassement, fondations d'un bâtiment*	0		
	B01.0504	*Aménagement en dur imperméable: paroi de palplanches*	0		
	B01.0505	*Aménagement en dur imperméable: palissade ou paroi épaisse en bois*	0		
	B01.0506	*Aménagement en dur imperméable: surfaces imperméabilisées*	0		
	B01.0507	*Aménagement en dur imperméable: perré ou enrochement jointoyé*	0	p. ex. mur de rive protégé par un enrochement	
	B01.0508	*Aménagement en dur imperméable: autre*	0		
	B01.06	Évacuation des eaux pluviales	0	le cas échéant selon plan d'évacuation des eaux	

Attribut	Code	Modalité	Évaluation	Remarque	Lien
B02	**Connexion avec les cours d'eau (tributaire ou effluent; sur la ligne de rive)**				
	B02.01	Aucune connexion[3]	1		
	B02.02	Connexion à ciel ouvert non aménagée	1		
	B02.03	Connexion à ciel ouvert aménagée	0.25		
	B02.04	Connexion mise sous terre	0		
C01	**Habitation, artisanat et industrie dans la bande riveraine**				
	C01.01	Aucune construction	1		
	C01.02	Petits bâtiments épars (cabanon, pavillon, annexe, etc.)	0.75		
	C01.03	Construction individuelle isolée	0.5	en dehors de la zone d'habitation, artisanale ou industrielle, dont l'implantation n'est pas imposée par la destination, en général pas directement sur la rive	
	C01.0301	*Bâtiment d'habitation isolé (maison ou ferme)*	0.5		
	C01.0302	*Hangar à bateaux du côté terre*	0.5		
	C01.0303	*Construction individuelle isolée: autre*	0.5		
	C01.04	Terrains attenants aux bâtiments d'habitation, artisanaux ou industriels	0.5	aucun bâtiment d'habitation, artisanal ou industriel dans la bande riveraine de 15 m	
	C01.05	Zone peu urbanisée, la surface imperméabilisée étant plus petite, voire de la même taille, que la surface non bâtie	0.25	y compris jardin potager	
	C01.0501	*Habitation, résidence ou hameau aux bâtiments clairsemés*	0.25		
	C01.0502	*Zone artisanale et industrielle clairsemée*	0.25		
	C01.0503	*Installation industrielle d'extraction de gravier*	0.25		
	C01.0504	*Zone peu urbanisée: autre*	0.25		
	C01.06	Zone fortement urbanisée, la surface imperméabilisée étant beaucoup plus grande que la surface non bâtie	0		
	C01.0601	*Habitat dense*	0		
	C01.0602	*Zone artisanale et industrielle dense*	0		
	C01.0603	*Installation industrielle*	0		
	C01.0604	*Site historique (église, château, caserne, etc.)*	0		
	C01.0605	*Zone fortement urbanisée: autre*	0		
	C01.07	Constructions ou installations du côté terre, dont l'implantation est imposée par leur destination	0		
	C01.0701	*Bâtiments, infrastructure portuaires*	0		
	C01.0702	*Restaurant, centre de villégiature sur la rive*	0		
	C01.0703	*Gravière, aire de transbordement de gravier sur la rive*	0	gravières desservies par barges	
	C01.0704	*Constructions ou installations du côté terre, dont l'implantation est imposée par leur destination: autres*	0		

[3] Permettant un relevé ininterrompu de l'attribut, cette modalité s'applique là où aucun cours d'eau ne se jette dans le lac.

Attribut	Code	Modalité	Évaluation	Remarque	Lien
C02	**Activités de loisirs dans la bande riveraine**				
	C02.01	Aucune activité	1		
	C02.02	Légères traces d'activités de loisirs	0.75	sentier p. ex.	
	C02.03	Activités de loisirs extensives	0.5	grande part de surface verte, connectivité assurée	
	C02.0301	*Parc*	0.5	aucun bâtiment d'habitation ou artisanal dans la bande riveraine de 15 m, petits bâtiments annexes tolérés	
	C02.0302	*Piscine en plein air, secteurs sans infrastructure permanente, pelouses*	0.5	plage	
	C02.0303	*Terrain de camping, secteurs sans infrastructure permanente*	0.5		
	C02.0304	*Terrain de sport ou de jeu, secteurs sans infrastructure permanente*	0.5		
	C02.0305	*Emplacement pour bateaux à terre, secteurs sans infrastructure permanente*	0.5		
	C02.0306	*Activités de loisirs extensives: autres*	0.5		
	C02.04	Activités de loisirs intensives	0.25		
	C02.0401	*Piscine en plein air, secteurs avec infrastructure permanente (y compris aire de stationnement)*	0.25	plage, secteur avec cabines, restaurant, places de stationnement, bassins, év. piscine couverte attenante	
	C02.0402	*Terrain de camping, secteurs avec infrastructure permanente (y compris aire de stationnement)*	0.25	bâtiment d'exploitation (réception, buanderie, douches, restaurant, etc.), places de stationnement, secteurs avec caravanes et annexes fixes	
	C02.0403	*Terrain de sport ou de jeu, secteurs avec infrastructure permanente*	0.25	p. ex. tribunes, restaurant, vestiaires, douches	
	C02.0404	*Emplacement pour bateaux à terre, secteurs avec infrastructure permanente*	0.25		
	C02.0405	*Installation portuaire (également pour bateaux isolés)*	0.25		
	C02.0406	*Activités de loisirs intensives: autres*	0.25	jardins de banlieue p. ex.	
	C02.05	Activités de loisirs très intensives	0		
	C02.0501	*Installations de loisirs avec infrastructure en dur sur la rive, accès*	0	infrastructure de loisirs directement sur la ligne de rive, pratiquement sans surface utilisée de manière insignifiante, semblable à un habitat dense; p. ex. skatepark, emplacement pour planches à voile, surfs, etc.	
C03	**Voies et surfaces de circulation dans la bande riveraine**				
	C03.01	Aucune infrastructure de transport	1		
	C03.02	Sentier, piste piétonne ou piste cyclable étroits non consolidés, non goudronnés	0.75		
	C03.03	Sentier, piste piétonne ou piste cyclable étroits consolidés, goudronnés	0.5		
	C03.04	Chemin carrossable non consolidé, non goudronné	0.5		
	C03.05	Aire de stationnement non imperméabilisée	0.25	sans infrastructure environnante, sinon sous utilisation pour les loisirs	
	C03.06	Promenade ou quai non consolidé, non goudronné	0.25		
	C03.07	Aire de stationnement imperméabilisée	0		
	C03.08	Promenade ou quai consolidé, goudronné (>3 m)	0		
	C03.09	Route consolidée, goudronnée – voie carrossable jusqu'à la route cantonale	0		

Attribut	Code	Modalité	Évaluation	Remarque	Lien
	C03.10	Route consolidée, goudronnée – autoroute	0		
	C03.11	Voie ferrée	0		
C04	**Exploitation agricole ou sylvicole de la bande riveraine**				
	C04.01	Aucune exploitation agricole ou sylvicole	1		
	C04.02	Surfaces agricoles ou sylvicoles exploitées de façon extensive	0.75		
	C04.0201	*Forêt*	0.75	après exclusion des forêts naturelles	
	C04.0202	*Verger d'arbres dispersés*	0.75		
	C04.0203	*Pré, prairie ou pâturage avec diversité structurelle*	0.75	se distingue des champs (surface assolée)	
	C04.0204	*Surfaces agricoles ou sylvicoles exploitées de façon extensive: autres*	0.75		
	C04.04	Herbages ou pâturages sans diversité structurelle	0.5		
	C04.03	Surfaces agricoles ou sylvicoles exploitées de façon intensive	0.25		
	C04.0301	*Cultures spéciales (cultures fruitières, viticoles, maraîchères, p. ex.)*	0.25		
	C04.0302	*Jeune plantation (sapins de Noël, épicéas, p. ex.)*	0.25		
	C04.0303	*Terres ouvertes*	0.25		
	C04.0304	*Surfaces exploitées de façon intensive: autres*	0.25		
C05	**Aménagement de cours d'eau dans la bande riveraine**				
	C05.01	Aucun aménagement de cours d'eau	1		
	C05.02	Cours d'eau non aménagé sans obstacle artificiel à la migration vers l'amont ou avec obstacle non visible	1		
	C05.03	Cours d'eau non aménagé avec obstacle artificiel à la migration vers l'amont	0.5		
	C05.04	Cours d'eau aménagé sans obstacle artificiel à la migration vers l'amont ou avec obstacle non visible	0.25		
	C05.05	Cours d'eau aménagé avec obstacle artificiel à la migration vers l'amont	0		
	C05.06	Cours d'eau aménagé avec ouvrage de régulation	0		
	C05.07	Cours d'eau mis sous terre	0		
C06	**Végétation riveraine**				
	C06.01	Végétation riveraine «bosquet» d'au moins 3 m de large	1	≥20 % de la bande riveraine	
	C06.02	Végétation riveraine «roselière ou pré à litière» d'au moins 3 m de large	1	≥20 % de la bande riveraine	
	C06.03	Végétation riveraine de moins de 3 m de large	0	<20 % de la bande riveraine	
	C06.04	Aucune végétation riveraine	0		

Attribut	Code	Modalité	Évaluation	Remarque	Lien
D01	**Utilisation dans la bande de l'arrière-rive**[4]				
	D01.01	Aucune utilisation	1		
	D01.02	Utilisation légère	0.75		
	D01.0201	*Bâtiments isolés*	0.75		
	D01.0202	*Exploitation agricole ou sylvicole extensive*	0.75		
	D01.0203	*Infrastructure de transport limitée (sentiers ou chemins), la surface de circulation étant beaucoup plus petite que la surface peu utilisée*	0.75	généralement sentiers, pistes piétonnes ou cyclables non consolidés	
	D01.0204	*Utilisation mixte légère*	0.75		
	D01.03	Utilisation modérée (entre légère et marquée)	0.5		
	D01.0301	*Utilisation agricole mixte*	0.5		
	D01.0302	*Loisirs extensifs (piscine, terrains de sport, terrain de camping avec infrastructure légère ou inexistante, jardins et terrains attenants aux bâtiments, p. ex.)*	0.5		
	D01.0303	*Infrastructure de transport modérée (routes), la surface de circulation étant beaucoup plus petite que la surface peu utilisée*	0.5	généralement routes consolidées, goudronnées (routes de quartier, routes cantonales)	
	D01.0304	*Utilisation mixte modérée, la surface utilisée étant beaucoup plus petite que la surface peu utilisée*	0.5		
	D01.04	Utilisation marquée	0.25		
	D01.0401	*Exploitation agricole ou sylvicole intensive*	0.25		
	D01.0402	*Loisirs intensifs (piscine, terrains de sport, terrain de camping avec infrastructure complète, p. ex.)*	0.25		
	D01.0403	*Installation portuaire*	0.25		
	D01.0404	*Zone peu urbanisée, la surface imperméabilisée étant plus petite, voire de la même taille, que la surface non bâtie*	0.25		
	D01.0405	*Infrastructure de transport clairsemée (routes, autoroutes), la surface de circulation étant plus petite, voire de la même taille, que la surface peu utilisée*	0.25	généralement routes consolidées, goudronnées (routes cantonales, autoroutes)	
	D01.0406	*Utilisation mixte intensive, la surface utilisée étant plus petite, voire de la même taille, que la surface peu utilisée*	0.25		
	D01.05	Utilisation très forte	0	utilisation occupant pratiquement toute la surface	
	D01.0501	*Zone fortement urbanisée, la surface imperméabilisée étant beaucoup plus grande que la surface non bâtie*	0		
	D01.0502	*Infrastructure de transport dense, la surface de circulation étant beaucoup plus grande que la surface peu utilisée*	0	généralement routes consolidées, goudronnées (routes cantonales, autoroutes)	
	D01.0503	*Exploitation minière ou carrière*	0		
	D01.0504	*Utilisation mixte très intensive (occupant toute la surface), la surface utilisée étant beaucoup plus grande que la surface peu utilisée*	0		

[4] Les routes d'accès ne sont pas considérées comme des voies de circulation, mais font partie des zones urbanisées; il en va de même des routes d'accès en zone agricole, qui sont saisies sous agriculture.

Attribut	Code	Modalité	Évaluation	Remarque	Lien
D02	**Végétation de transition dans la bande littorale**				
	D02.01	Végétation de transition bosquet d'au moins 15 m de large bordant la bande riveraine	1		
	D02.02	Végétation de transition roselière ou pré à litière d'au moins 15 m de large bordant la bande riveraine	1		
	D02.03	Végétation de transition de moins de 15 m de large	0		
	D02.04	Aucune végétation de transition	0		
E01	**Modifications du fond dans la zone littorale**				
	E01.01	Aucune modification	1		
	E01.02	Remblai de gravier adapté au site (mesure de revalorisation ou de protection)	0.75		
	E01.0201	*Îlot de gravier proche de l'état naturel (mesure de protection de la nature ou de valorisation du delta, p. ex.)*	0.75		
	E01.03	Perturbations légères (traces de frottement légères ou isolées, impact de chaînes de corps morts isolés ou espacés, p. ex.)	0.75		
	E01.04	Dragages légers	0.5		
	E01.05	Perturbations modérées (traces de frottement nettes ou denses, impact de chaînes de corps morts fréquents ou en formation dense, îlot de gravier pour la baignade, p. ex.)	0.5		
	E01.06	Dragages forts	0.25		
	E01.0601	*Dragages d'entrée de port*	0.25		
	E01.0602	*Dragages Gravière*	0.25		
	E01.0603	*Dragages forts: autres*	0.25		
	E01.07	Remblai de gravier étranger au site	0.25	en cas de doute E01.02	
	E01.08	Substrat artificiel	0		
E02	**Structures et installations dans la zone littorale**				
	E02.01	Aucune structure ou installation	1		
	E02.02	Structures ou installations sommaires	0.75		
	E02.0201	*Équipements de baignade du côté lac (radeau, plongeoir, p. ex.)*	0.75	plage	
	E02.0202	*Aménagement de protection des roseaux (fixe)*	0.75	barrage à claire-voie, récif artificiel	
	E02.0203	*Vestiges de constructions sur pilotis*	0.75		
	E02.0204	*Structures ou installations sommaires: autres*	0.75	p. ex. bouées isolées (tronçon de 10 m)	
	E02.03	Structures ou installations modérées	0.5		
	E02.0301	*Construction sur pilotis*	0.5	p. ex. bains lacustres	
	E02.0302	*Mouillage (sur ancre ou corps-mort) clairsemé ou occupant moins d'un tiers de la largeur de la zone littorale*	0.5		
	E02.0303	*Appontement ou ponton flottant avançant jusqu'à moins d'un tiers de la zone littorale*	0.5		
	E02.0304	*Installation portuaire ouverte occupant moins d'un tiers de la zone littorale*	0.5	installation portuaire ouverte sans môle	
	E02.0305	*Structures ou installations modérées: autres*	0.5		
	E02.04	Structures ou installations marquées	0.25		

Attribut	Code	Modalité	Évaluation	Remarque	Lien
	E02.0401	*Appontement ou ponton flottant avançant jusqu'à plus d'un tiers de la zone littorale*	0.25		
	E02.0402	*Mouillage (sur ancre ou corps-mort) dense ou occupant plus d'un tiers de la largeur de la zone littorale*	0.25		
	E02.0403	*Débarcadère ou ponton avançant jusqu'à moins d'un tiers de la zone littorale*	0.25		
	E02.0404	*Installation portuaire fermée (y compris môles) avançant jusqu'à moins d'un tiers de la zone littorale*	0.25	installation portuaire fermée avec môle	
	E02.0405	*Installation portuaire ouverte occupant plus d'un tiers de la zone littorale*	0.25		
	E02.0406	*Cale de halage*	0.25		
	E02.0407	*Accès à l'eau pavé, bétonné, y compris escaliers intégrés*	0.25		
	E02.0408	*Chemin de rive (ponton)*	0.25	généralement tracé parallèle à la rive, ponton sur pilotis	
	E02.0409	*Tuyau de déversement, ouvrage de déversement ou conduite de prélèvement*	0.25	largeur ≥1 m	
	E02.0410	*Hangar à bateaux, couvert à bateaux ou emplacement pour bateaux à terre*	0.25	du côté lac de la ligne de rive	
	E02.0411	*Brise-lames*	0.25		
	E02.0412	*Déviateur de sédiments, de bois flottant ou de courant (palissades, p. ex.)*	0.25		
	E02.0413	*Structures ou installations marquées: autres*	0.25		
	E02.05	Structures ou installations massives	0		
	E02.0501	*Débarcadère ou ponton avançant jusqu'à plus d'un tiers de la zone littorale*	0	référence = 4 m de profondeur	
	E02.0502	*Installation portuaire fermée (y compris môles) avançant jusqu'à plus d'un tiers de la zone littorale*	0	référence = 4 m de profondeur	
	E02.0503	*Installations ou ouvrages destinés à prolonger l'embouchure*	0		
	E02.0504	*Ponts ou ouvrages routiers dans la zone littorale*	0	p. ex. route ou voie ferrée parallèle à la rive sur des piliers plantés dans l'eau, l'ouvrage surplombant ou ombrageant la rive toute proche	
	E02.0505	*Structures ou installations massives: autres*	0		

A3 Liste des attributs n'entrant pas dans l'évaluation

Attribut	Code	Modalité	Remarque
B03	**Exposition aux vagues**		
	B03.01	Secteur exposé à de forts remous	potentiel d'érosion fort
	B03.02	Secteur exposé à des remous modérés	potentiel d'érosion modéré
	B03.03	Secteur exposé à de faibles remous	potentiel d'érosion faible
	B03.04	Aucune information disponible	
C08	**Végétation typique des rives, y compris bande riveraine**		
	C08.01	Aucune végétation typique des rives	
	C08.02	Végétation avec dominance de marécage, de prairie à litière et de bas-marais	>15 m de large (> bande riveraine)
	C08.03	Végétation avec dominance de forêt riveraine	>15 m de large (> bande riveraine)
	C08.04	Végétation au-dessus de la limite des arbres	>15 m de large (> bande riveraine)
	C08.05	Autre végétation sans interférence avec utilisation	>15 m de large (> bande riveraine)
E04	**Végétation émergente**		
	E04.01	Aucune végétation émergente	
	E04.02	Ourlet de roseaux de moins de 5 m de large	rôle de biotope-relais pour des oiseaux spécialisés
	E04.03	Bande de roseaux de 5 à 20 m de large	rôle de biotope minimal pour des oiseaux spécialisés
	E04.04	Surface de roseaux de plus de 20 m de large	rôle de biotope approprié pour des oiseaux spécialisés

A4 Modèles et autres aides

Les attributs A01 à A04 se rapportent aux plans d'eau dans leur intégralité. Si ces informations ne sont pas déjà enregistrées dans un autre contexte, on peut les réunir dans un seul tableau («informations de base»), selon l'exemple suivant:

Champ	Description	Type de données
Nom	Description	Type de données
ID_Ligne	Désignation du plan d'eau	Texte
Surface	Identification univoque de la ligne de rive	Texte ou nombre entier en fonction des sources de données utilisées
Prof_Max	Surface du lac [ha]	Nombre à virgule flottante
Altitude	Profondeur maximale du lac [m]	Nombre à virgule flottante
Reg_Biogeogr	Altitude [m]	Nombre à virgule flottante
Origine	Description de la région biogéographique (selon 6.1) sous forme de code	Texte
Reg_Niveau	Indication sur l'origine du lac (selon 6.1) sous forme de code	Texte

Les attributs suivants se rapportent à des tronçons de la ligne de rive. Chacun d'eux est saisi dans un tableau qui lui est dédié. Si l'on utilise le référencement linéaire, il faut en outre recourir aux noms de colonnes et types de données indiqués ci-dessous.

Champ	Description	Type de données
ID_Ligne	Identification univoque de la route adressée comme base pour le référencement linéaire	Texte ou nombre entier en fonction des sources de données utilisées
De	Adresse du point de départ du tronçon saisi	Nombre à virgule flottante
À	Adresse de l'extrémité du tronçon saisi	Nombre à virgule flottante
Type	Description ou évaluation du tronçon (selon chap. A1 à A3) sous forme codée.	Texte

Conformément à l'exemple ci-dessous, le nom des tableaux doit se composer du libellé, mais aussi du code de l'attribut correspondant:

> «E02_Installations_Structures_HF»

Les projets SIG peuvent s'appuyer sur les aides supplémentaires (modèles, listes de styles, outils) disponibles sur le site:

> *www.bafu.admin.ch/riveslacustres*

> Bibliographie

Ecotec 2004: cité dans État écologique du Petit Lac en 2008. Rapport du SECOE (Département du territoire, Direction générale de l'eau, Service de l'écologie de l'eau, canton de Genève).

Eisenführ F. et Weber M. 2003: Rationales Entscheiden, 4e éd., Springer.

Gonseth Y., Wohlgemuth T., Sansonnens B., Buttler A. 2001: Les régions biogéographiques de la Suisse. Explications et division standard. Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage, Berne. Documents environnement n° 137: 47 p.

Hütte M., Niederhauser P. 1998: Méthodes d'analyse et appréciation des cours d'eau en Suisse. Écomorphologie niveau R (région). Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage, Berne. 47 p.

IGKB 2009: Limnologische Bewertung der Ufer- und Flachwasserzone des Bodensees. (Bericht Nr. 55). Langenargen. www.igkb.de/html/publikationen/index.html.

Pfaundler M. et al. 2011: Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau. Hydrologie – régime d'écoulement niveau R (région). Office fédéral de l'environnement, Berne. L'environnement pratique n° 1107: 113 p.

Schlosser J. A., Haertel-Borer S., Liechti P., Reichert P. 2013: Système d'analyse et d'appréciation des lacs en Suisse. Guide pour l'élaboration de modules d'appréciation. Office fédéral de l'environnement, Berne. Connaissance de l'environnement n° 1326: 38 p.

Teiber P., Niederberger K., Rey P. 2013: Methoden der Seeuferbeurteilung und -aufwertung. Étude préalable, Office fédéral de l'environnement, Berne. 171 p.

> Répertoire

Figures

Fig. 1
Hiérarchie prévue des objectifs pour apprécier l'état des lacs 8

Fig. 2
Schéma des compartiments et sous-unités définis pour l'évaluation 11

Fig. 3
résentant une situation dans laquelle l'orthophoto constitue une relativement bonne base pour décrire les structures de la rive, puisque la végétation ne masque guère les aspects essentiels 13

Fig. 4
L'orthophoto ne permet pas de discerner les structures verticales du mur de rive, même si la végétation ne les masque pas 14

Fig. 5
Les photos aériennes obliques du même tronçon de rive permettent une identification précise de ses structures verticales 14

Fig. 6
Ligne de rive rectiligne (cas le plus simple) 16

Fig. 7
Ligne de rive sinueuse 16

Fig. 8
Critère Unité d'observation 16

Fig. 9
Ligne de rive curviligne 16

Fig. 10
Transition entre rive moyennement raide et rive plate 21

Fig. 11
Zone littorale très étroite 22

Fig. 12
Zone littorale étroite 22

Fig. 13
Zone littorale très large 22

Fig. 14
Aucun aménagement de la rive 24

Fig. 15
Aménagements riverains insignifiants (autres) 24

Fig. 16
Aménagement en dur perméable (enrochement) 24

Fig. 17
Aménagement en dur imperméable (talus de rive maçonné, goudronné) 24

Fig. 18
Aménagement en dur imperméable (perré ou enrochement jointoyé) 24

Fig. 19
Évacuation des eaux pluviales 24

Fig. 20
Connexion à ciel ouvert non aménagée 26

Fig. 21
Connexion à ciel ouvert aménagée 26

Fig. 22
Connexion à ciel ouvert aménagée 26

Fig. 23
Connexion mise sous terre 26

Fig. 24
Petits bâtiments épars 28

Fig. 25
Construction individuelle isolée (bâtiment d'habitation isolé) 28

Fig. 26
Terrains entourant des bâtiments d'habitation, artisanaux ou industriels 28

Fig. 27
Zone peu urbanisée (habitat clairsemé) 28

Fig. 28
Zone fortement urbanisée* (habitat clairsemé) 28

Fig. 29
Zone fortement urbanisée (zone artisanale et industrielle dense) 28

Fig. 30
Constructions ou installations du côté terre, dont l'implantation est imposée par leur destination (bâtiments/infrastructure portuaires) 28

Fig. 31
Traces d'activités de loisirs modestes 30

Fig. 32
Activités de loisirs extensives (piscine en plein air, secteurs sans infrastructure permanente) 30

Fig. 33
Activités de loisirs intensives (terrain de jeu, secteurs avec infrastructure permanente) 30

Fig. 34
Activités de loisirs extensives et intensives (terrain de camping) 30

Fig. 35
Activités de loisirs très intensives (installations de loisirs avec infrastructure en dur) 30

Fig. 36
Sentier étroit non consolidé, non goudronné 32

Fig. 37
Sentier étroit non consolidé, non goudronné 32

Fig. 38
Sentier étroit consolidé, goudronné 32

Fig. 39
Aire de stationnement non imperméabilisée 32

Fig. 40
Voie ferrée 32

Fig. 41
Herbages ou pâturages sans diversité structurelle 34

Fig. 42
Surfaces agricoles ou forestières exploitées de façon intensive (cultures spéciales) 34

Fig. 43
Surfaces agricoles ou forestières exploitées de façon intensive (jeune plantation) 34

Fig. 44
Surfaces agricoles ou forestières exploitées de façon intensive (autres) 34

Fig. 45
Cours d'eau non aménagé sans obstacle artificiel à la migration vers l'amont, ou avec obstacle non visible 35

Fig. 46
Cours d'eau aménagé avec obstacle artificiel à la migration vers l'amont 35

Fig. 47
Cours d'eau mis sous terre 35

Fig. 48
Végétation riveraine «bosquet» d'au moins 3 m de large 37

Fig. 49
Végétation riveraine «roselière ou pré à litière» d'au moins 3 m de large 37

Fig. 50
Végétation riveraine roselière ou pré à litière d'au moins 3 m de large 37

Fig. 51
Végétation riveraine de moins de 3 m de large 37

Fig. 52
Faible utilisation (infrastructure de transport limitée) 39

Fig. 53
Utilisation modérée (loisirs extensifs) 39

Fig. 54
Utilisation marquée (exploitation agricole ou sylvicole intensive) 39

Fig. 55
Utilisation marquée (activités de loisirs intensives) 39

Fig. 56
Utilisation très forte (utilisation mixte très intensive) 39

Fig. 57
Végétation de transition bosquet de moins de 15 m de large 40

Fig. 58
Végétation de transition roselière ou pré à litière d'au moins 15 m de large 40

Fig. 59
Aucune modification 42

Fig. 60
Remblai de gravier adapté au site 42

Fig. 61
Perturbations légères 42

Fig. 62
Dragages légers 42

Fig. 63
Perturbations modérées 42

Fig. 64
Dragages forts (entrée du port) 42

Fig. 65
Remblai de gravier étranger au site 42

Fig. 66
Aucune structure ou installation 44

Fig. 67
Structures ou installations sommaires (installations destinées à protéger les roseaux) 44

Fig. 68
Structures ou installations modérées (installation portuaire ouverte) 44

Fig. 69
Structures ou installation marquée (mouillage dense ou occupant plus d'un tiers de la largeur de la zone littorale) 44

Fig. 70
Structures ou installations massives (installation portuaire fermée avançant jusqu'à plus d'un tiers de la zone littorale) 44

Fig. 71
Structures ou installations massives (ponts ou ouvrages routiers) 44

Fig. 72
Végétation avec dominance de forêt riveraine 46

Fig. 73
Végétation avec dominance de marécage, de prairie à litière et de bas-marais 46

Fig. 74
Végétation au-dessus de la limite des arbres 46

Fig. 75
Ourlet de roseaux de moins de 5 m de large 47

Fig. 76
Bande de roseaux de 5 à 20 m de large 47

Fig. 77
Surface de roseaux de plus de 20 m de large 47

Fig. 78
Hiérarchie des objectifs et procédés d'agrégation utilisés pour évaluer l'état écomorphologique des rives lacustres 49

Fig. 79
Agrégation selon le principe du minimum 51

Fig. 80
Agrégation selon le principe du bonus 52

Fig. 81
Agrégation selon le principe du malus 54

Fig. 82
Agrégation selon le principe de la transformation additive 55

Fig. 83
Illustration de l'effet de la transformation g lors de l'agrégation selon le principe de la transformation additive 56

Fig. 84
Une manière possible de représenter l'appréciation de divers compartiments de rive, comme la «zone littorale», la «ligne de rive» et la «rive» 58

Tableaux

Tab. 1
Vue d'ensemble des attributs et des informations de base utilisés pour l'évaluation ou la description complémentaire de l'état écomorphologique des rives lacustres 12

Tab. 2
Vue d'ensemble des sources de données nécessaires pour apprécier et caractériser les rives lacustres 18

Tab. 3
Relevé: On distingue les cinq types de rive suivants 20

Tab. 4
Relevé: L'étendue de la zone littorale est définie en fonction de sa largeur. On distingue les cinq catégories suivantes. 22

Tab. 5
Classification de l'appréciation numérique de l'état selon le degré de réalisation des objectifs 57

Tab. 6
Jeu de couleurs utilisé pour représenter les classes d'état des tronçons de rive 57

Tab. 7
Représentation des niveaux de la hiérarchie des objectifs 58