

Application de l'Index de Fonctionnalité des Berges à des lacs italiens, autrichiens et slovènes dans le cadre du projet SILMAS



! manque des traductions !

Groupe de travail international

Maurizio Siligardi, Barbara Zennaro
(Agenzia provinciale per la protezione dell'ambiente)

Rossano Bolpagni (università di Parma,
Regione Lombardia)

Roswitha Fresner, Michael Schönhuber
(Carinthian Institute for Lake Research)

Liselotte Schulz (Government of Carinthia,
Dep. 8 – Environment)

Tina Leskosek (Institut national de biologie, Slovénie)

Coordination

Maurizio Siligardi, Barbara Zennaro (Agenzia provinciale
per la protezione dell'ambiente).

Auteurs

Maurizio Siligardi, Barbara Zennaro (Agenzia provinciale
per la protezione dell'ambiente).

Rossano Bolpagni (Università di Parma,
Regione Lombardia)

Michael Schönhuber (Carinthian Institute for Lake Research)

Tina Leskosek, Irena Bertoneclj, Uros Zibrat,
(Institut national de biologie, Slovénie)

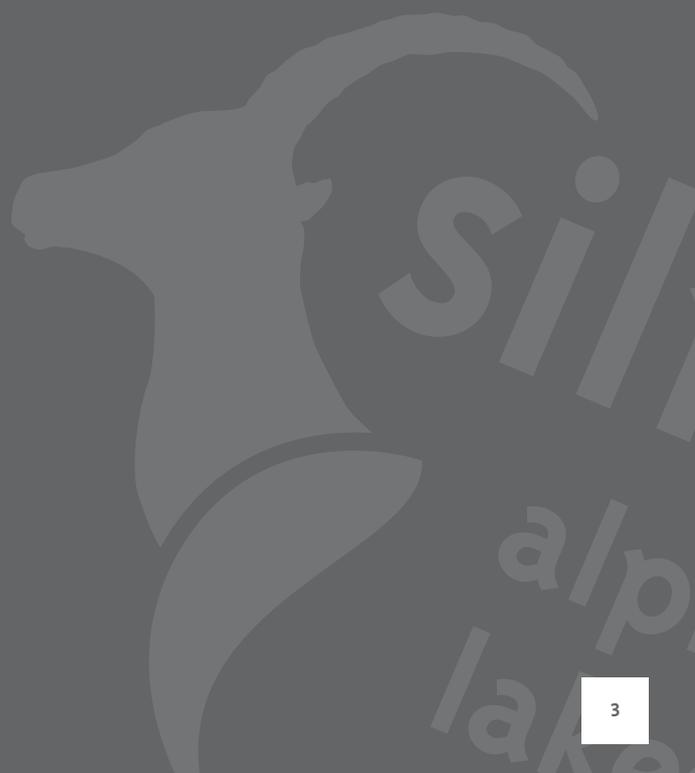
Remerciements

L'APPA tient à remercier tous ceux qui ont organisé et participé
aux formations IFB de l'été 2012, ainsi que tous ceux qui ont
soutenu ce groupe de travail.

*L'APPA décline toute responsabilité quant à l'utilisation des informations
contenues dans ce document. Reproduction autorisée moyennant
mention de la source.*

Sommaire

1. Le projet SILMAS	4
2. L'importance des berges	6
3. L'Index de Fonctionnalité des Berges	8
4. L'Index de Fonctionnalité des Berges utilisé comme outil de gestion	12
5. L'application dans le cadre du projet européen SILMAS	14
6. Rapports de lacs participant au projet SILMAS	16
Lac de Levico	17
Lac de Caldonazzo	21
Lac d'Idro	26
Wörthersee	28
Lac de Millstätter See	31
Lac Bohinj	34



1. Le projet SILMAS

2. L'importance des berges

Alors que la plupart des index précédents fournissaient des informations spécifiques -par exemple, sur l'eau elle-même (analyses chimiques) ou sur l'environnement biotique (index biologique)-, l'Index de Fonctionnalité des Berges (IFB) permet de connaître l'état général de l'environnement lacustre et d'identifier les causes de dégradation, en prenant en compte le lac lui-même, mais aussi ses alentours immédiats ainsi que la topographie du bassin versant.

The area around the shores is a transition zone (ecotone) between the surrounding territory and the lake and guarantees the execution of the ecological processes needed to protect the lake from the watershed's no-point sources of pollution. Its structure and the extension are influenced by the topography, the climate and the soil's geological composition, while its water fluxes, the nutrients and sediment inputs, and the diffusion of animal and plant species are influenced by the lake riparian vegetation.

By "shorezone", it is meant that area that includes the littoral (maximum depth of 1 meter) and the riparian zones, and it extends inland up to 50 meters from the shoreline (with the exception of interruptions or particular lake morphology which may limit its width) (figure 2).

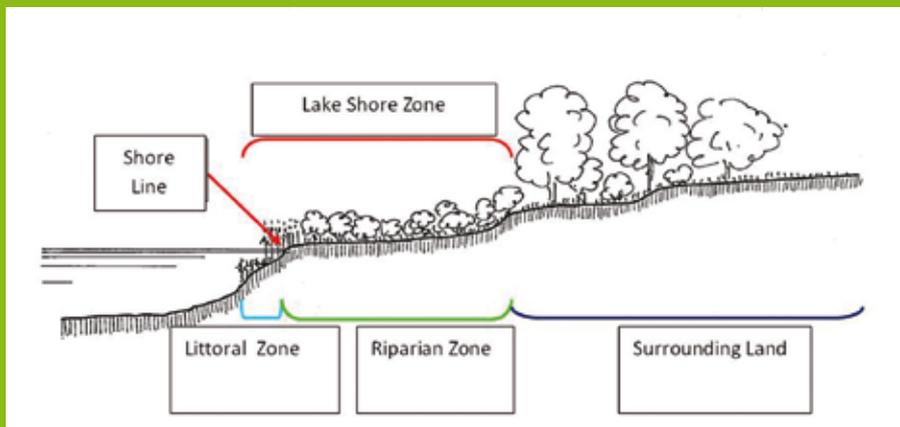


Figure 2 > Structure des berges.

La zone **riveraine**, la zone de transition entre le lac et ses alentours immédiats, est particulièrement importante dans la mesure où elle régule les apports (nutriments et sédiments) et améliore la qualité de l'eau du lac en filtrant les eaux de ruissellement du bassin versant et en éliminant les polluants (la végétation riveraine peut éliminer jusqu'à 90 % des nutriments la traversant), ainsi qu'en favorisant la sédimentation (la végétation ralentit l'écoulement de l'eau dans le lac) ; elle fournit également un habitat aux animaux terrestres et aquatiques, et en particulier de la nourriture, de l'ombre (contrôle de la température), des abris, et des zones de chasse et de reproduction ; de plus, elle protège les berges contre l'érosion.

Une zone **littorale** (les premiers mètres d'eau) saine fournit également un habitat, de la nourriture et des matériaux de nidification aux animaux terrestres et aquatiques ; elle est particulièrement importante pour le cycle des nutriments et protège également les berges contre l'érosion, assurant ainsi une bonne clarté de l'eau (par la diminution de l'action des vagues).

Par « fonctionnalité des berges », on entend la capacité des berges d'un lac à remplir des fonctions spécifiques.

3. L'Index de Fonctionnalité des Berges

Sachant l'importance qu'il y a à comprendre et à évaluer la fonctionnalité des berges, un nouveau système d'indicateurs a été mis en place afin de pouvoir déterminer la fonctionnalité des berges.

L'Index de Fonctionnalité des Berges a été développé en Italie en 2004 par un groupe de travail de l'APAT (agence italienne de protection de l'environnement, devenue ISPRA) coordonné par l'APPA (agence de protection de l'environnement de la province de Trente). Il a été adapté pour mieux refléter la réalité des lacs alpins, mais conserve le principe de l'Index de Fonctionnalité Fluviale (2000).

Il a ensuite été intégré au projet européen AlpLakes pour les lacs de Lombardie (Italie), au projet européen Silmas pour les lacs de l'arc alpin (Italie, Autriche et Slovénie) et au projet européen Eulakes pour les grands lacs d'Europe centrale (Italie, Autriche, Pologne et Hongrie). Enfin, il a été utilisé par l'université de Villarica -pour l'Agence chilienne de l'environnement- sur les lacs de la région de l'Aracaunía (Chili).

Des facteurs biotiques et abiotiques permettent d'évaluer le pouvoir tampon de la végétation riveraine, la complexité et l'artificialité du rivage, l'utilisation anthropique des alentours immédiats du lac, et la façon dont les apports se font depuis le bassin versant.

Le calcul de l'IFB passe par le remplissage de deux formulaires : le premier correspond aux informations générales sur le lac et son bassin versant (topographie, morphologie, climat...), et le second concerne chacun des tronçons de berge homogène identifiés sur le terrain. Un « tronçon de berge homogène » est une portion de berge dont les caractéristiques écologiques,

morphologiques et fonctionnelles sont les mêmes en tout point, cette portion pouvant donc être considérée comme une unité. Chaque fois qu'un ou plusieurs paramètres (par exemple, l'artificialisation, la composition ou la largeur de la rive) changent, un nouveau formulaire est rempli pour décrire le tronçon de berge homogène correspondant.

Différents paramètres sont relevés et évalués sur le terrain dans une perspective écologique. Parmi eux figurent des paramètres écologiques (typologie, largeur, continuité ou interruption de la végétation riveraine), des paramètres socio-économiques (utilisation des sols, présence d'infrastructures...) et d'autres paramètres généraux (pente, concavité, artificialité du rivage...).

Un coefficient de pondération numérique est assigné à chaque paramètre relevé, et un logiciel dédié (SFINX02) présente les paramètres mesurés pour chaque tronçon homogène sous forme d'un arbre de classification (*figure 3*) ayant pour résultats différents niveaux de fonctionnalité.

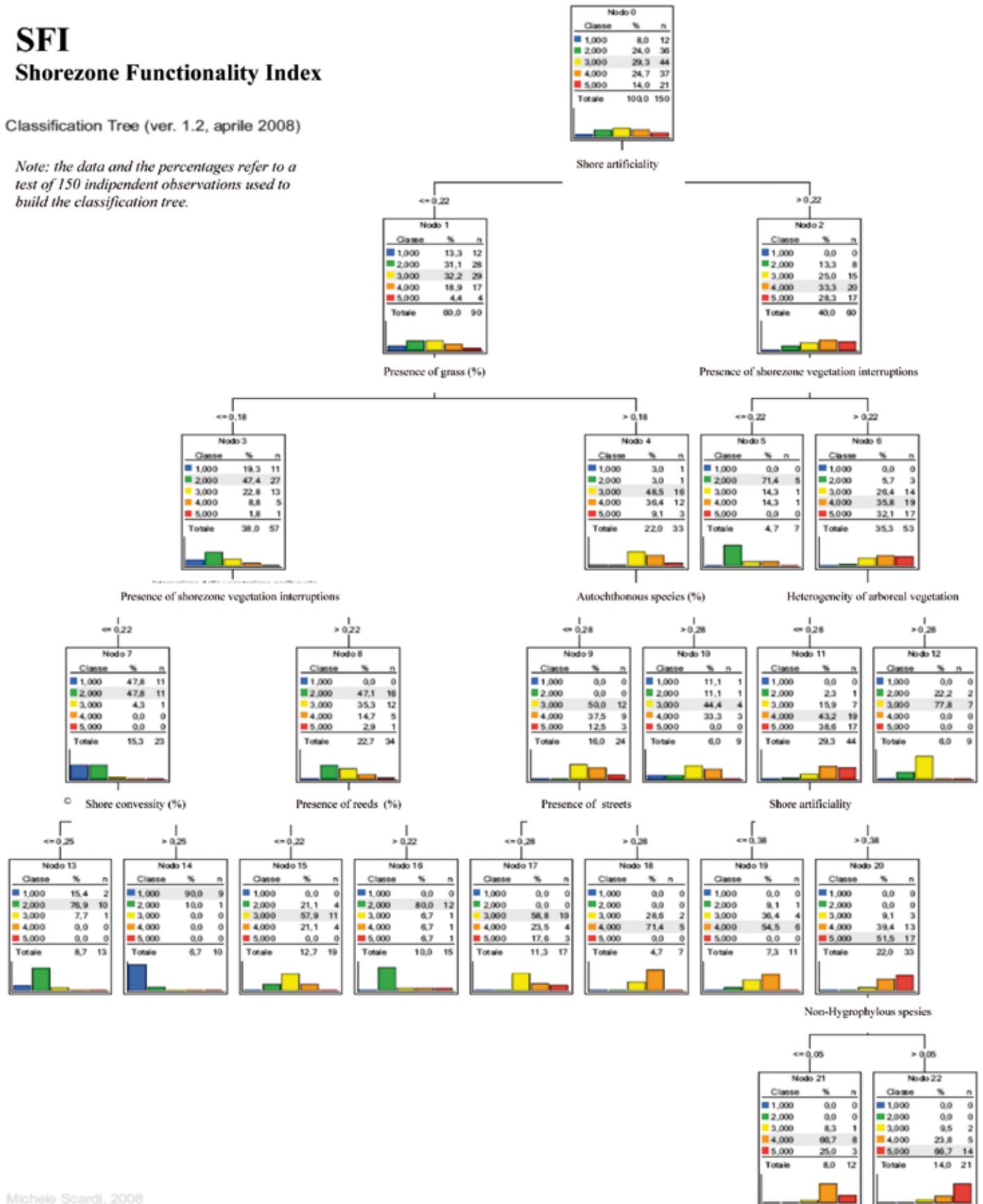


SFI

Shorezone Functionality Index

Classification Tree (ver. 1.2, aprile 2008)

Note: the data and the percentages refer to a test of 150 independent observations used to build the classification tree.



Michele Scardi, 2008

Figure 3 > Arbre de classification du logiciel IFB.

Pendant la phase de développement de l'index, une analyse neuronale a permis d'identifier les neuf paramètres influençant le plus la fonctionnalité des berges (figure 4).

Ces paramètres sont :

- l'artificialité du rivage
- la présence d'herbe
- l'interruption de la rive
- la présence d'infrastructures routières
- la concavité du profil littoral
- la présence de roseaux
- la présence d'espèces arboricoles
- l'hétérogénéité de la végétation arboricole
- la présence d'espèces non hygrophiles

Chaque nœud de l'arbre de classification indique la probabilité d'appartenance de chaque tronçon homogène à l'une des cinq catégories allant de I - Excellent à V - Mauvais (conformément aux préconisations de la DCE 2000/60/CE). Le pourcentage le plus élevé détermine le niveau de fonctionnalité (tableau 1).

Les résultats et paramètres sont ensuite transférés dans une plateforme SIG afin de créer des cartes thématiques à partir des paramètres relevés et de pouvoir ainsi effectuer des analyses spatiales. Les cartes IFB sont très importantes, car elles donnent une première vue d'ensemble de l'état des berges (figure 5), par exemple en indiquant où il est encore possible de trouver des zones à fonctionnalité élevée (couleur bleue).

La longueur de chaque tronçon homogène et, par conséquent, le périmètre total couvert par chaque catégorie peuvent également être calculés à l'aide d'un SIG.

Il est également possible de réaliser différentes cartes thématiques représentant les différents paramètres (figure 6), par exemple l'artificialité du rivage ou la présence d'espèces exotiques. Différentes couches, comme les paramètres relevés, l'utilisation des sols, la présence de maisons, la présence de collecteurs d'eaux usées, etc., peuvent être superposées pour effectuer des analyses spatiales et identifier les points forts et les points faibles, mais aussi les zones nécessitant plus d'attention ou plus propices à des mesures de restauration.

Il est important de ne pas perdre de vue que la « fonctionnalité » et la « naturalité » des berges sont deux concepts différents. En effet, même si elles sont entièrement naturelles, des berges peuvent présenter un faible niveau de fonctionnalité dans certains cas spécifiques : par exemple, aucune fonction écologique notable n'est assurée par une falaise abrupte

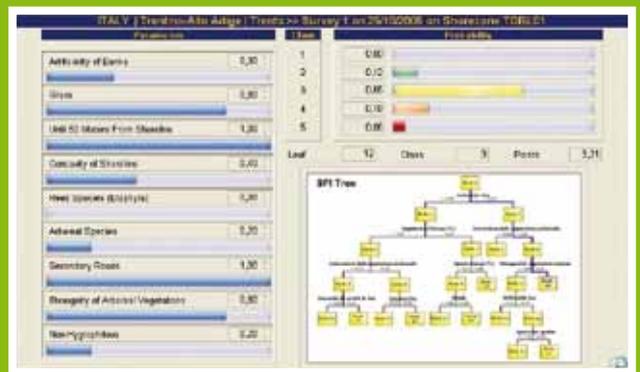


Figure 4 > Exemple de résultats obtenus pour un tronçon homogène dans SFINX02.

LEVEL	JUDGMENT	COLOR
I	Excellent	BLEU
II	Bon	VERT
III	Moyen	JAUNE
IV	Médiocre	ORANGE
V	Mauvais	ROUGE

Tableau 1 > Niveaux de fonctionnalité, classes d'évaluation et couleurs de référence.



Figure 5 > Index de Fonctionnalité des Berges pour le lac de Caldonazzo. Cette carte donne une première vue d'ensemble de l'état du lac.

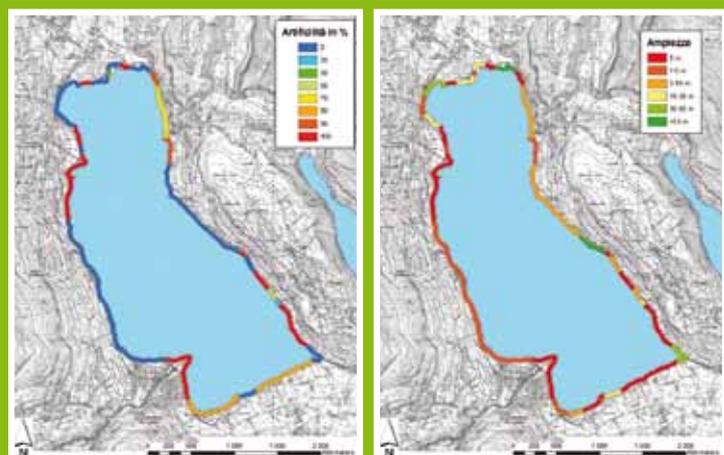


Figure 6 > Cartes thématiques du lac de Caldonazzo indiquant la largeur (« ampiezza ») du cordon littoral (rouge = 0 m, vert = plus de 40 m), et l'artificialité (« artificialità ») du rivage (rouge = rivage totalement artificiel, bleu = rivage naturel).

4. L'Index de Fonctionnalité des Berges utilisé comme outil de gestion

Le potentiel de la méthode IFB réside dans la possibilité d'obtenir une vision synthétique de la fonctionnalité des berges d'un lac. L'approche IFB permet d'étudier la dynamique interne du lac, souvent modifiée à des fins de production ou de tourisme/loisirs. Une gestion des berges basée sur des concepts de fonctionnalité permet de concilier protection de l'environnement et usages humains, en contribuant à une gestion écologique et durable des bassins versants et de l'urbanisme. Les gestionnaires des lacs et les différents intervenants peuvent utiliser ces résultats pour mettre en place une gestion durable et écosystémique des bassins versants.

Les résultats obtenus donnent, de façon relativement économique et rapide, une vision générale de l'état des rives des lacs, contrairement aux index précédents qui fournissaient uniquement des informations sur des points précis des berges. Ces résultats permettent aussi d'identifier aisément les zones pouvant être restaurées et les mesures correspondantes à prendre (avec SFINX02, en modifiant certains paramètres, il est possible de modéliser différents scénarios pour un site donné afin de prédire les impacts potentiels d'activités privées ou publiques sur le lac), les zones protégées, les zones d'une grande importance économique, etc.

Comme l'exige la directive 2000/60/CE, l'IFB répond aux besoins actuels en termes de développement de nouveaux index permettant d'évaluer les éléments hydromorphologiques des écosystèmes lacustres, y compris la zone riveraine.

Les rapports IFB établis ultérieurement concernant un lac donné peuvent aussi servir à suivre l'évolution des berges de ce lac au fil du temps.

Dans le cadre de ce projet, différents formats de présentation (rapports IFB, cartes thématiques IFB, brochures IFB, etc.) sont mis à la disposition des utilisateurs finaux, qu'ils soient gestionnaires, intervenants locaux ou touristes.

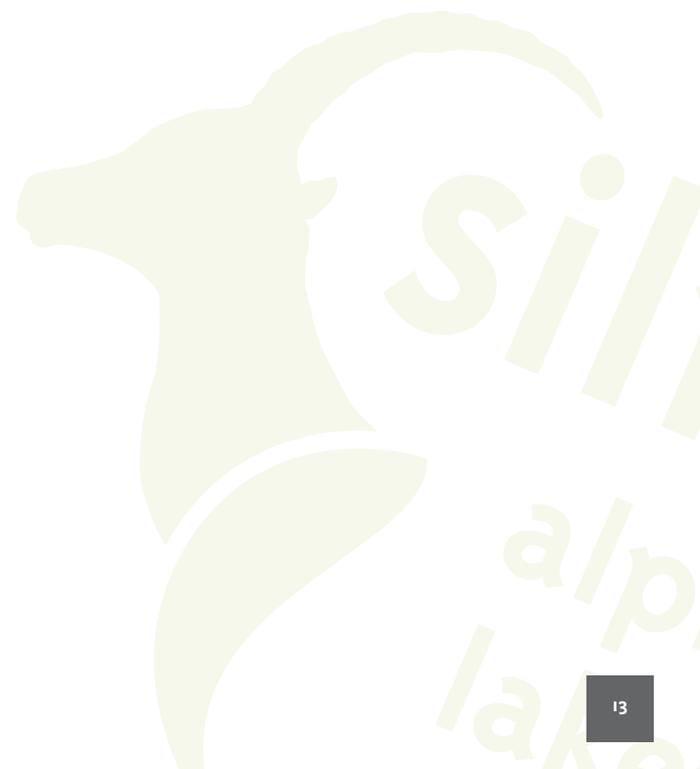
Le **rapport IFB** décrit le lac et tous les tronçons homogènes identifiés, et est rédigé de manière à ce que le lecteur, qui ne connaît pas nécessairement l'index ou le lac, puisse en comprendre les résultats. Il met en exergue les forces et les

faiblesses des berges et apporte des indications précises quant aux mesures à prendre pour améliorer la fonctionnalité du lac. Il comprend les chapitres suivants :

- Présentation de l'Index de Fonctionnalité des Berges
- Localisation, origine et histoire du lac
- Résultats, analyse statistique et recommandations de gestion
- Application de l'Index de Fonctionnalité des Berges (description particulière de chaque tronçon homogène avec photos, résultats IFB et recommandations spécifiques, le cas échéant)

Des **cartes thématiques IFB** peuvent être créées pour chaque paramètre mesuré sur le terrain. Un fichier de formes contenant ces informations est créé pour chaque lac et chaque étude IFB. L'importation des résultats dans un environnement SIG permet de réaliser des analyses géospatiales et géostatistiques. Par exemple, des études IFB effectuées sur un lac donné au cours de 2 années différentes peuvent être superposées pour obtenir des informations sur l'évolution de la fonctionnalité des berges au fil du temps.

La **brochure IFB** a pour but de communiquer les résultats au grand public et est généralement disponible en anglais et dans la langue du pays concerné. Cette brochure présente brièvement la méthodologie, les principales catégories de lacs, les résultats statistiques et des suggestions de gestion.



5. L'application dans le cadre du projet européen SILMAS

Dans le cadre du projet européen SILMAS, l'Italie, l'Autriche et la Slovénie ont travaillé ensemble à l'application de l'Index de Fonctionnalité des Berges aux lacs partenaires du projet.

L'Index de Fonctionnalité des Berges (IFB) permet d'évaluer la capacité de la zone située juste à côté des rives d'un lac à remplir des fonctions écologiques spécifiques, comme l'épuration des eaux provenant du bassin versant et l'hébergement d'animaux aquatiques.

Les rapports IFB apportent des indications précises quant aux mesures à prendre pour améliorer la fonctionnalité des berges et peuvent donc être utilisés pour planifier, suivre et évaluer les efforts de restauration. De même, pour un site donné, il est possible de modéliser différents scénarios afin de prédire les impacts potentiels d'activités privées ou publiques sur le lac. Les données peuvent être intégrées dans un système SIG pour réaliser des analyses spatiales approfondies et afficher facilement les résultats sur des cartes. Cet index constitue donc un outil précieux et puissant dans la gestion et la planification durables.

Entre l'été 2010 et l'été 2011, 3 partenaires du projet Silmas ont pu participer à des séminaires organisés par l'APPA autour de la méthodologie et de la mise en œuvre de l'IFB : la Région Lombardie en collaboration avec l'université de Parme pour le lac d'Idro (Italie), l'Institut national de biologie – Département

de recherche sur les écosystèmes terrestres et d'eau douce (Slovénie), et le ministère de l'Environnement du gouvernement régional de Carinthie (Autriche). Ces 3 entités ont calculé l'index de leurs lacs de manière autonome et successive, et ont fourni des commentaires utiles pour l'améliorer.

Les premiers résultats et les observations recueillies par les partenaires ont conduit à la mise à jour du logiciel SFINX vers la nouvelle version SFINX02, qui, en plus de corriger les bugs de la précédente version, propose un rendu graphique amélioré.

Aux fins du projet, l'IFB a été relevé pour les 6 lacs (tableau 2) localisés sur la figure 7. Le chapitre suivant montre un extrait de leur rapport IFB (chapitres 2 et 3), et indique où trouver la version intégrale de ce rapport ainsi que des informations complémentaires sur l'IFB.

Pays	Lac	Partenaire	Contact
IT	Caldonazzo	APPA	Barbara Zennaro
IT	Levico	APPA	Barbara Zennaro
IT	Idro	Reg. Lombardia	Rossano Bolpagni
AT	Millstätter See	ABT 8	Michael Schönhuber
AT	Wörthersee	ABT 8	Michael Schönhuber
SL	Bohinj	NIB	Tina Leskosek

Tableau 2 > Lacs participant aux relevés de l'IFB.



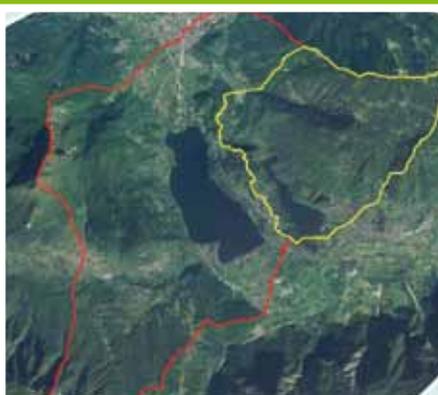
Figure 7 > Localisation des lacs participant au projet SILMAS/IFB.

6. Rapports de lacs participant au projet SILMAS

Lac de Levico

Localisation et origine

Le lac de Levico est situé dans la province du Trentin, en Italie (figure 8), près de la ville touristique homonyme de Levico (7 300 habitants), qui se trouve au sud-est du lac (figures 9 et 10).



Figures 8, 9, 10 > Localisation des lacs de Levico et de Caldonazzo, délimitation de leur bassin versant et images satellites des alentours immédiats de Levico.

Le lac est situé à 400 mètres au-dessus du niveau de la mer et sa forme rappelle celle d'un fjord de Norvège. Tout comme le lac voisin de Caldonazzo situé de l'autre côté des collines de Tenno, le lac de Levico est d'origine alluvionnaire (alluvions déposées par le Rio Maggiore). Ses affluents sont le Visintainer et le Rio Maggiore. Son seul émissaire rejoint les eaux provenant du lac de Caldonazzo à quelques centaines de mètres en aval, endroit où le fleuve Brenta prend sa source. Sa transparence (disque de Secchi) est d'environ 5 m (7,6 m en hiver) et son eau est d'une couleur bleu intense. Il est suffisamment vaste pour atténuer le climat ambiant, et ses berges accueillent deux plages, un parc et un camping, tous très fréquentés pendant la saison estivale.

Aux alentours immédiats se trouvent une forêt de conifères allant jusqu'au bord du lac, des terres agricoles et la zone urbanisée de la ville de Levico (figure 10).

Le travail sur le terrain a été effectué par Maurizio Siligardi et Barbara Zennaro, du Settore informazione e monitoraggio de l'agence de protection de l'environnement de la province de Trente, le 29 septembre 2010.

Résultats

La majeure partie du rivage du lac de Levico présente une bonne, voire excellente, fonctionnalité (figure 11), avec des tronçons homogènes assurant différentes fonctions écologiques, comme l'extraction des nutriments présents dans les eaux de surface alimentant le lac, la protection des berges contre l'érosion et la fourniture d'habitats aux espèces terrestres et aquatiques.



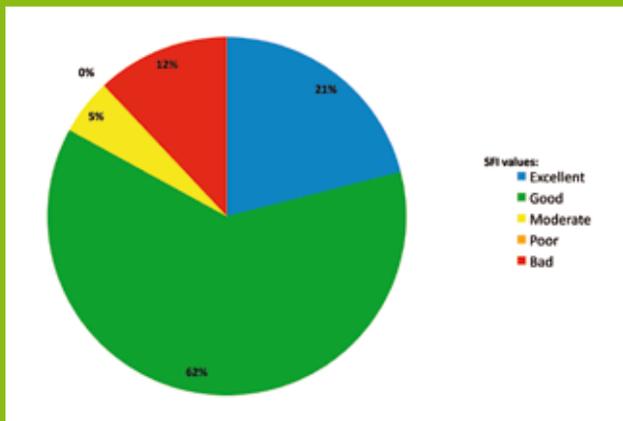
Figure 11 > Résultats IFB pour le lac de Levico.

Les mauvais résultats sont généralement dus à la présence d'espèces exotiques, à l'absence d'espèces hygrophiles et à l'accroissement de la pression humaine.

Plus des ¾ (83 %) des 6 tronçons homogènes identifiés se situent dans la catégorie « bon » ou « excellent » (83 %) et se caractérisent par des rives couvertes de forêts verdoyantes, ponctuellement marquées par la présence d'espèces exotiques et non hygrophiles (figure 12). Les deux tronçons restants, qui correspondent au camping (qui a obtenu un meilleur résultat que la plage publique grâce à la présence de roseaux et de différentes espèces arboricoles) et la plage publique, tombent dans la catégorie « moyen » ou « mauvais » (17 %).

Résultat IFB	Nbre de tronçons identifiés	Longueur totale en m	Pourcentages
Excellent	3	1368	21%
Bon	1	3970	62%
Moyen	1	350	5%
Médiocre	0	0	0%
Mauvais	1	790	12%
TOTAL	6	6478	100%

Tableau 3 > Résultats pour le lac de Levico : sur tout le périmètre du lac, 6 tronçons homogènes ont été identifiés, ce qui représente une longueur totale de 6,5 km.



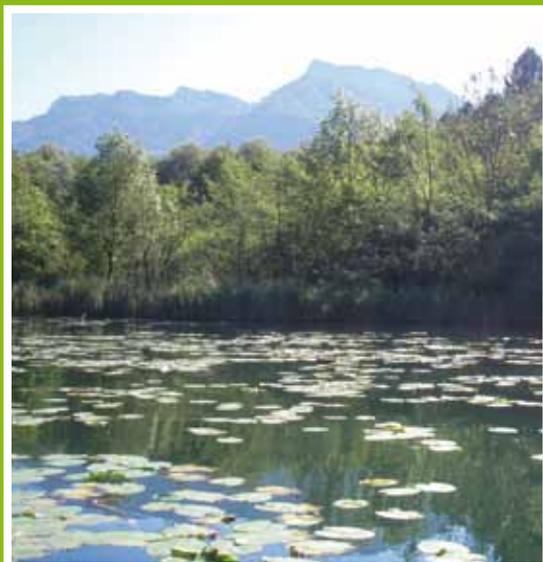
Catégories 1 et 2 de l'IFB

Ces catégories concernent la majorité du périmètre du lac et se caractérisent par des collines abruptes couvertes pour l'essentiel d'une végétation naturelle dense composée, en grande partie, d'espèces non hygrophiles régnant sans interruption jusqu'aux bords du lac (figure 13). Il n'y a aucun chemin ou accès aux berges dans la partie ouest du lac, tandis que, côté nord, un petit sentier de pêcheur permet d'atteindre l'émissaire (figure 14).

Les berges sont capables de filtrer les sources de pollution diffuse (et les eaux pluviales de ruissellement), malgré la pente de la zone et du terrain environnant (de 0 à 200 mètres de la côte), et la présence d'espèces exotiques (comme le robinier) et non hygrophiles.

Le deuxième tronçon vierge identifié est le biotope protégé constitué de roseaux (biotope établi par la province de Trente en 1988 et 1994) situé à l'extrémité sud du lac (figure 15). Les alentours immédiats de ce tronçon ne portent que peu de végétation, si ce n'est une végétation constituée de petits arbres et arbustes, et sont en partie urbanisés.

Le troisième tronçon vierge identifié comprend la petite zone autour de l'émissaire du lac, le fleuve Brenta. Cette zone se caractérise par la présence de vieux arbres du côté gauche de l'émissaire, et par une zone artificielle du côté droit.



Figures 13, 14 > Exemples de catégories 1.



Figure 15> Exemples de catégories 2.

Catégories 3 et 5 de l'IFB

Ce mauvais résultat s'explique surtout par la grande artificialité du rivage et l'absence de végétation riveraine : dans cette zone, les eaux superficielles et les éventuelles sources de pollution diffuse vont directement dans le lac, sans rencontrer d'obstacles particuliers.

Les deux tronçons qui entrent dans cette catégorie sont la plage publique artificielle, constituée de galets (*figure 16*), et un terrain de camping privé, qui présente un sol nu avec quelques petits arbres probablement plantés pour faire de l'ombre. On y trouve de petits massifs de roseaux et quelques arbres riverains

séparés de la terre ferme par un mur de soutènement étanche. La présence de sol nu et la forte densité de population pendant la saison touristique rendent ce tronçon très sensible aux problèmes de pollution.

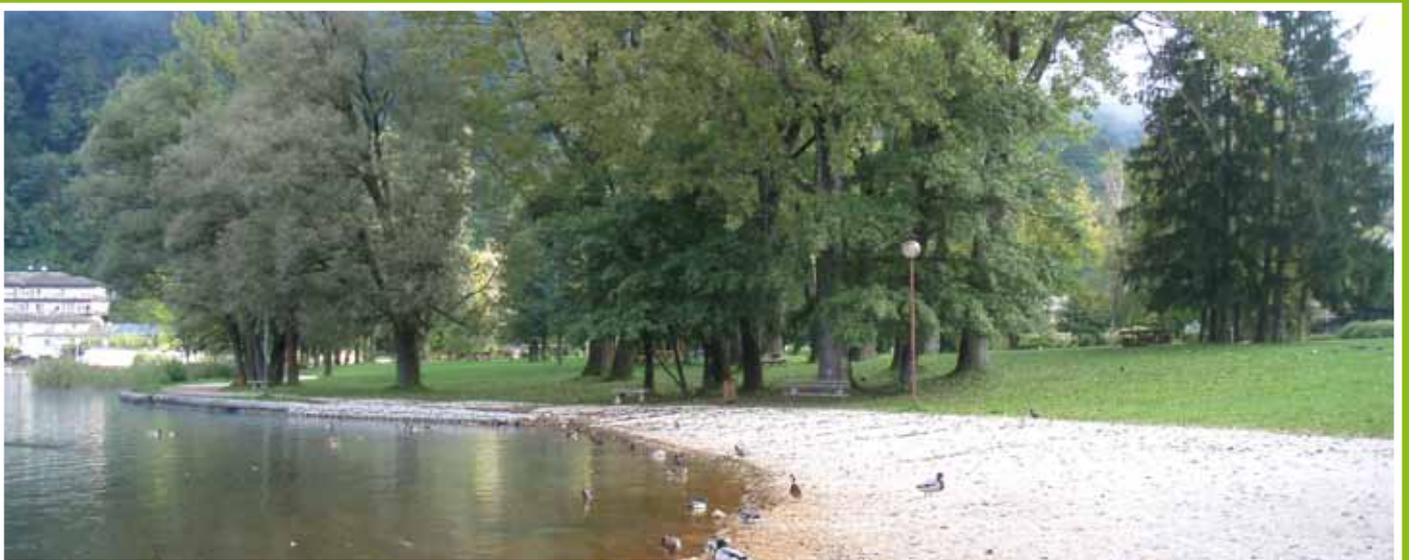


Figure 16 > Exemple de catégorie 5.

Recommandations de gestion

Globalement, le lac de Levico est sain, mais souffre de l'impact humain pendant la saison estivale. Il ne fait aucun doute que les bois qui l'entourent le protègent contre les sources de pollution agricole pouvant provenir de la colline de Tenna (côté ouest).

Le lac de Levico ne pose pas de problème particulier en ce qui concerne la qualité de l'eau, et aucune intervention de gestion particulière n'est préconisée.

Le tronçon comprenant la plage artificielle pourrait être amélioré en remplaçant le mur étanche endommagé par un mur perméable (bois + rochers) afin d'assurer le développement des roseaux à certains endroits et de fournir un habitat sain et un corridor sûr aux animaux aquatiques.

Une autre recommandation est de contrôler fréquemment la qualité de l'eau des principaux affluents afin d'éviter tout apport nutritif du milieu environnant.

Il est également recommandé de favoriser l'éducation à l'environnement lacustre, par exemple en réalisant des campagnes de sensibilisation sur le rôle du lac auprès des gestionnaires et des intervenants locaux, en proposant des cours sur l'écologie des lacs pour les écoles, éventuellement en utilisant le concept de « maison au bord du lac », comme proposé dans le projet SILMAS.

Auteurs

Barbara Zennaro, Maurizio Siligardi
Agenzia provinciale per la protezione dell'ambiente
Settore informazione e monitoraggio
Piazza Vittoria, 5 - 38122 Trento
Tel. 0461 49 77 39 - Fax 0461 49 77 69

maurizio.siligardi@provincia.tn.it

barbara.zennaro@provincia.tn.it

Pour de plus amples renseignements

Agenzia provinciale per la protezione dell'ambiente
Settore informazione e monitoraggio
Piazza Vittoria, 5 - 38122 Trento
Tel. 0461 49 77 39 - Fax 0461 49 77 69

maurizio.siligardi@provincia.tn.it

barbara.zennaro@provincia.tn.it

www.appa.provincia.tn.it

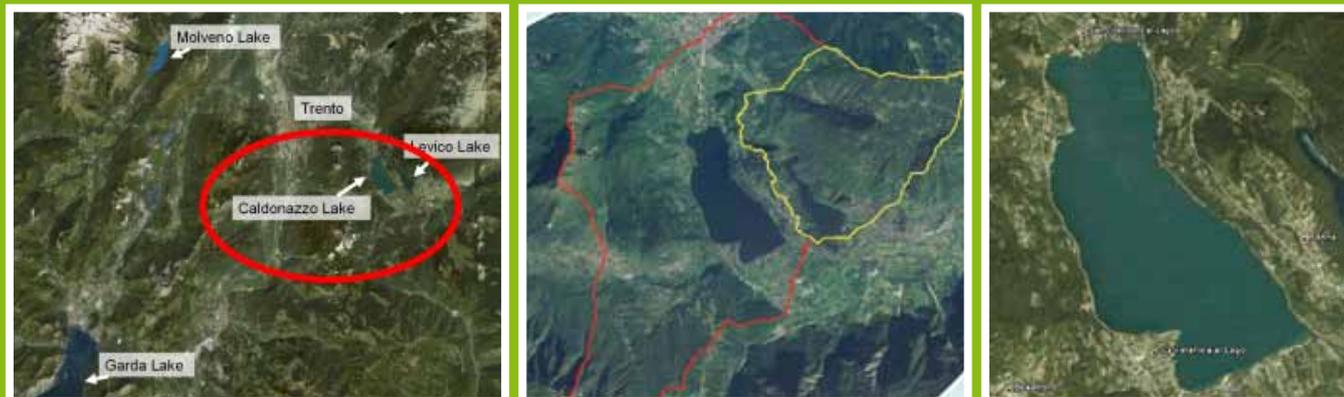
Rapport complet disponible sur

<http://www.appa.provincia.tn.it/appa/pubblicazioni/-Acqua/>

Lac de Caldonazzo

Localisation et origine

Le lac de Caldonazzo est situé dans la province du Trentin (Italie), près de la ville de Pergine (20 580 habitants), qui se trouve au nord du lac (figures 17, 18, 19).



Figures 17, 18, 19 > Figures 17, 18, 19 : Localisation des lacs de Levico et de Caldonazzo, délimitation de leur bassin versant et images satellites des alentours immédiats du lac de Caldonazzo.

Le lac de Caldonazzo est le premier lac naturel du Trentin de par sa superficie. Il est suffisamment vaste pour atténuer le climat ambiant : Caldonazzo veut dire « chaud » : même si c'est un lac alpin, il est très apprécié des baigneurs ; en effet, sa température moyenne en été (20°C en juin, 23°C en juillet, 24°C en août) est idéale pour prendre un bain rafraîchissant et pratiquer des sports aquatiques.

Le lac est situé dans l'unité administrative C4 (Alta Valsugana) et s'étend sur 5 communes : Pergine, qui occupe la plus grande partie du territoire, Calceranica, Caldonazzo, Bosentino et Tenna.

La SS 47 Valsugana (route nationale) longe la rive est du lac, mais son impact est souvent limité, de par la présence de plusieurs tunnels. Cette route relie la capitale Trento à la plaine du Veneto, puis à Padoue et Venise, en traversant toute la vallée de Valsugana.

Par contre, le long de la rive ouest, la route principale qui relie Pergine à Calceranica, la ligne ferroviaire Valsugana et la piste cyclable/pédestre, toutes parallèles entre elles, limitent ça et là la largeur des berges.

Tout comme le lac voisin de Levico situé de l'autre côté des collines de Tenno, le lac de Caldonazzo est d'origine alluvionnaire (alluvions déposées par la Fersina et le Rio Mandola).

Son principal affluent est le Rio Mandola, rivière dans laquelle se jettent d'autres petits cours d'eau autour du lac (Fos dei Gamberi, Fos dei Lavatoi, Rio da Ischia). Son seul émissaire, situé à l'Est du lac, rejoint les eaux du lac de Levico à quelques centaines de mètres en aval, endroit où le fleuve Brenta prend sa source.

Le travail sur le terrain a été effectué à pied et en bateau, à des dates différentes. Le tableau suivant récapitule les dates d'intervention sur le terrain et le nom des experts -du Settore informazione e monitoraggi de l'agence de protection de l'environnement de la province de Trente- ayant procédé aux relevés.

Date	Experts
16 juin 2010, à pied	Maurizio Siligardi, Barbara Zennaro, Catia Monauni, Renato Grazzi
12 octobre 2010, en bateau	Maurizio Siligardi, Barbara Zennaro, Renato Grazzi
12 avril 2012, en bateau	Barbara Zennaro, Gaetano Patti, Renato Grazzi

Résultats

Dans les années 70, le lac était fortement eutrophisé et ses conditions environnementales étaient mauvaises : l'eau était peu transparente (transparence mesurée au disque de Secchi : 80 cm) et avait une forte teneur en nutriments et en chlorophylle. Compte tenu du potentiel touristique du lac, les autorités provinciales ont décidé de mettre en place différentes mesures de restauration :

1. Un système de collecte a été construit pour recueillir les eaux usées tout le long du lac.
2. Les eaux profondes ont été oxygénées au moyen d'une méthode suédoise consistant à plonger de gros caissons à 12 m de profondeur afin d'amener de l'eau comprimée dans le lac. L'air se mélange alors à l'eau, puis se diffuse de façon radiale. À ce jour, les caissons fonctionnent encore partiellement.
3. Un siphon a également été placé à proximité de l'émissaire du lac, le fleuve Brenta, afin de procéder à l'extraction des eaux profondes.

4. Les rives vierges restantes ont été protégées.

Au bout de 3 ans, les premiers effets positifs de ces mesures se faisaient déjà sentir, mais il aura fallu 35 ans pour que le lac occupe le niveau trophique requis par le secteur du tourisme.

Globalement, le rivage présente une grande artificialité, avec seulement quelques espaces encore vierges (figure 20). Le côté nord du lac se caractérise par de longues étendues de roseaux constituant le biotope protégé (établi par la province en 1988 et 1994), des roseaux que l'on retrouve à l'extrémité sud du lac, là où les eaux ruissellent pour former le fleuve Brenta.

Les deux principaux axes routiers nord/sud longeant les rives est et ouest du lac limitent ça et là la largeur des berges, sauf dans les zones (côté est du lac) où des tunnels garantissent une continuité de la végétation depuis les berges jusqu'aux environs du lac.



Figure 20> SFI results for Caldonazzo Lake.

Résultat IFB	Nbre de tronçons identifiés	Longueur totale en m	Pourcentages
Excellent	6	2346	19%
Bon	4	1198	10%
Moyen	4	3041	25%
Médiocre	1	238	2%
Mauvais	14	5494	44%
TOTAL	29	12317	100%

Tableau 4 > Résultats pour le lac de Caldonazzo : sur tout le périmètre du lac, 29 tronçons homogènes ont été identifiés, ce qui représente une longueur totale de 12,3 km.

Près de la moitié (44 %) des 29 tronçons homogènes identifiés se situent dans la catégorie « mauvais ». Ce mauvais résultat est à mettre au compte des plages et des murs de soutènement en ciment construits à l'interface terre-eau. Les tronçons avec une largeur de berge limitée, mais où il y a encore de la végétation, tombent dans la deuxième grande catégorie, la catégorie « moyen » (25 %). Les catégories restantes, « bon » (10 %) et « excellent » (19 %), correspondent aux zones où le roseau domine et où des tunnels routiers assurent la continuité entre les berges et les environs du lac, en augmentant la largeur des berges (*figure 22*).

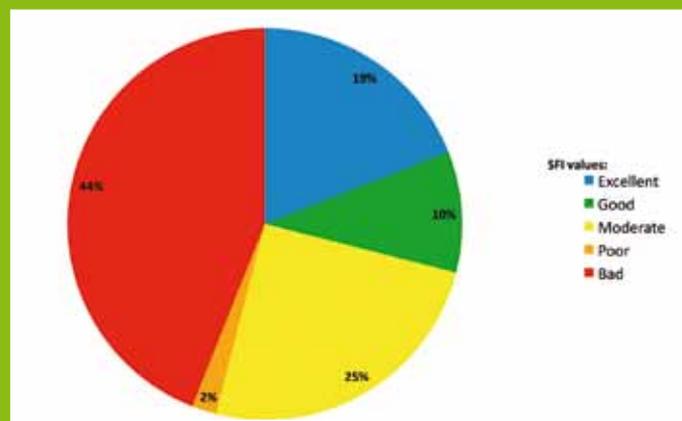


Figure 22 > Répartition en pourcentages du niveau de fonctionnalité du lac de Caldonazzo.

Catégories 1 et 2 de l'IFB

Ces catégories coïncident avec les zones où les berges sont plus larges grâce à la présence d'étendues de roseaux ou à la continuité avec les environs du lac assurée par les tunnels routiers. La végétation y est principalement faite d'espèces hygrophiles et une bonne fonctionnalité des berges y est garantie (*figures 22 et 23*).

Étant donné que ces zones ne représentent que 29 % du périmètre total du lac, il est recommandé de les préserver (la plupart sont en fait déjà protégées grâce aux biotopes spéciaux établis). Une amélioration pourrait être apportée en y faisant pousser des roseaux, mais des études plus approfondies sont nécessaires pour vérifier cette possibilité.



Figures 23, 24 > Exemples de catégories 1 et 2.

Catégorie 3 de l'IFB

Ce tronçon, qui longe la piste cyclable/pédestre, couvre presque tout le côté ouest du lac (figure 24). Même si la végétation riveraine y est quasi continue et affiche une bonne diversité, la piste cyclable/pédestre empiète sur ses berges. Par ailleurs, la route provinciale, qui suit en parallèle les berges du lac, pourrait constituer une source de pollution. Il est donc essentiel d'éviter que ce tronçon se dégrade.



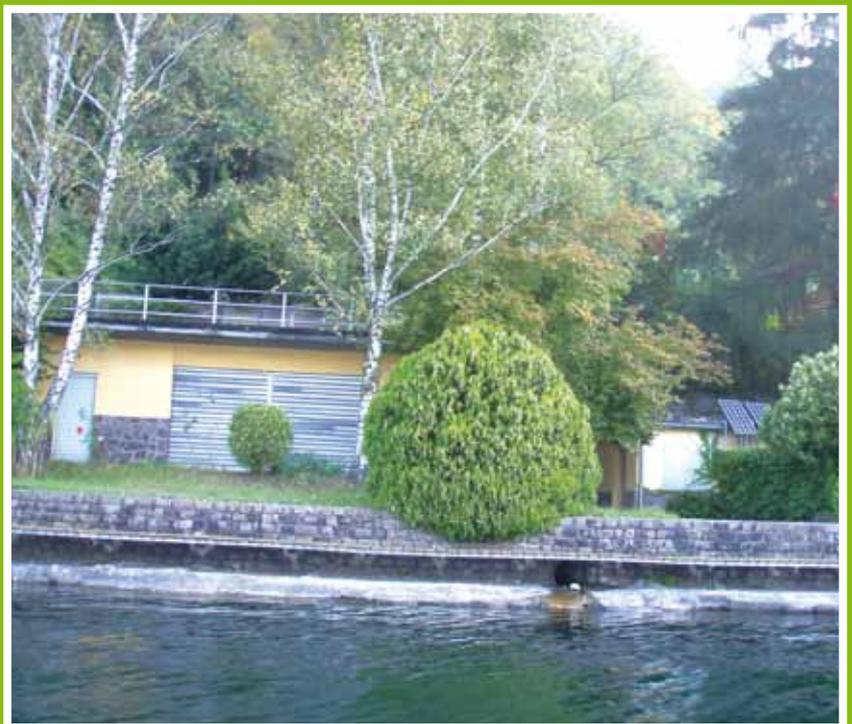
Figure 24 > Exemple de catégorie 3.

Catégories 4 et 5 de l'IFB

Ce mauvais résultat s'explique par la grande artificialité du rivage et par l'absence de végétation riveraine : dans cette zone, les eaux superficielles et les éventuelles sources de pollution diffuse vont directement dans le lac, sans rencontrer d'obstacles particuliers.

Les tronçons de cette catégorie correspondent à deux typologies principales : la première inclut les plages artificielles

constituées de petits galets et les jardins à l'anglaise, avec quelques arbres probablement plantés pour faire de l'ombre (figure 25) ; la seconde, située au sud-est du lac, se caractérise par la présence de murs de soutènement étanches privés provoquant une interruption entre le milieu terrestre et le milieu lacustre (figure 26).



Figures 25, 26 > Exemples de catégories 4 et 5.

Recommandations de gestion

La qualité des eaux du lac de Caldonazzo s'est améliorée grâce aux travaux de restauration entrepris ces dernières années (collecteur d'eaux usées, par exemple).

Néanmoins, l'absence de zone tampon végétale, surtout le long de la rive sud du lac où la pression exercée par l'agriculture est plus importante, représente un point faible.

Les demandes incessantes d'agrandissement des plages, parkings et structures touristiques, l'accroissement de l'artificialité du rivage et, par conséquent, la disparition des zones présentant une bonne fonctionnalité, constituent une autre menace pour la fonctionnalité des berges.

Depuis 50 ans, le lac de Caldonazzo est de plus en plus utilisé à des fins touristiques, ce qui a entraîné une disparition progressive des zones naturelles au profit de nouvelles plages, infrastructures touristiques, résidences secondaires, routes et parkings. L'IFB a démontré l'impact de ces activités humaines sur la fonctionnalité des berges du lac. Aujourd'hui, le lac offre de nombreuses attractions touristiques et il serait souhaitable

d'améliorer la qualité de l'offre touristique, plutôt que d'en augmenter la quantité, en développant une vision écologique et en protégeant les sites naturels existants.

Il est donc recommandé de :

- Préserver les zones naturelles existantes, notamment les biotopes protégés
- Assurer un développement respectueux de l'environnement, en limitant l'utilisation du ciment
- Maintenir la limitation actuelle concernant l'utilisation de bateaux à moteur
- Contrôler la croissance/le développement de l'offre touristique
- Faire la promotion de l'offre touristique en valorisant les aspects naturels du lac
- Réaliser des campagnes de sensibilisation sur le rôle du lac et sa nécessaire salubrité auprès des gestionnaires et des intervenants locaux
- Favoriser l'éducation à l'environnement lacustre dans les écoles, éventuellement en utilisant le concept de « maison au bord du lac », comme proposé dans le projet SILMAS.

Authors

Barbara Zennaro, Maurizio Siligardi
Agenzia provinciale per la protezione dell'ambiente
Settore informazione e monitoraggio
Piazza Vittoria, 5 - 38122 Trento
Tel. 0461 49 77 39 - Fax 0461 49 77 69

maurizio.siligardi@provincia.tn.it

barbara.zennaro@provincia.tn.it

Auteurs

Agenzia provinciale per la protezione dell'ambiente
Settore informazione e monitoraggio
Piazza Vittoria, 5 - 38122 Trento
Tel. 0461 49 77 39 - Fax 0461 49 77 69

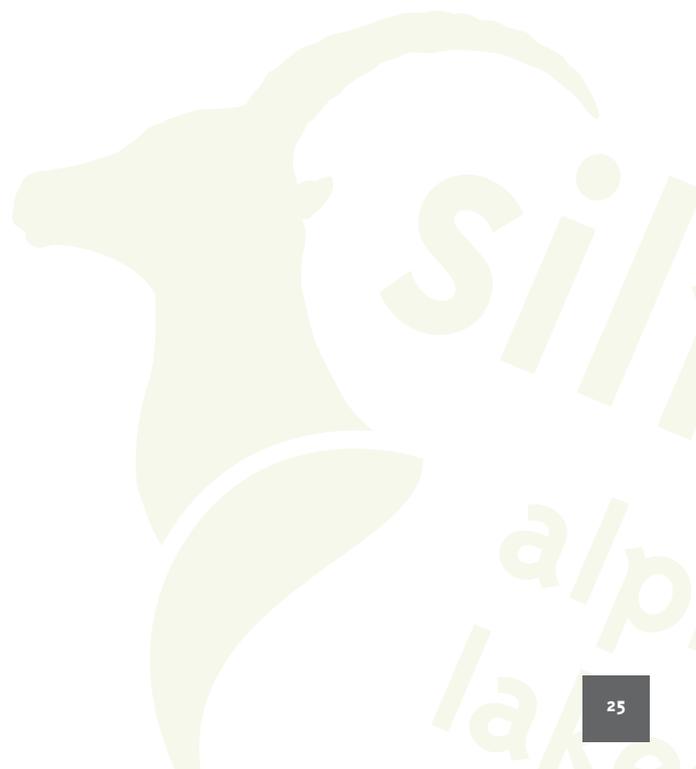
maurizio.siligardi@provincia.tn.it

barbara.zennaro@provincia.tn.it

www.appa.provincia.tn.it

Pour de plus amples renseignements

<http://www.appa.provincia.tn.it/appa/pubblicazioni/-Acqua/>



Lac d'Idro

Localisation et origine

Le lac d'Idro est un lac profond des Alpes du sud. Il est situé dans la partie nord de l'Italie, à 368 mètres au-dessus du niveau de la mer, à cheval entre les provinces de Brescia et de Trente (entre la Lombardie et le Trentin-Haut-Adige). Sa superficie est de 11,03 km², avec une longueur maximale de 9,4 km, une profondeur maximale d'environ 124 m et un volume d'environ 8,5* 108 m³. Son état trophique correspond à un état méso-eutrophe. Sur le plan limnologique, il est de type méromictique. Actuellement, la profondeur de la couche de mélange (la couche oxygène) varie entre 40 et 50 m, et environ plus de 50-60 % du volume total du lac est exempt d'oxygène et stratifié de façon permanente.

Le bassin joue un rôle important dans l'économie locale, essentiellement en termes de tourisme et de loisirs. Il s'agit également du premier lac naturel italien à avoir été entièrement transformé en réservoir hydroélectrique au milieu des années 30. Mais, conséquence de la forte baisse du niveau d'eau et des variations occasionnées par l'exploitation hydraulique,

ainsi que de l'augmentation des apports de polluants par le bassin versant, depuis le début des années 1970, les éléments biotiques et la qualité de l'eau du bassin se sont progressivement dégradés. L'un des principaux effets écologiques de ces perturbations externes est l'augmentation de la profondeur de la couche d'eau de fond (généralement exempte d'oxygène) qui est passée d'environ 70-80 m (fin des années 1960) à 40-50 m (actuellement). Au cours des dix dernières années, une forte réduction progressive de l'amplitude des variations du niveau d'eau, associée à l'accumulation de matières organiques et de nutriments dans l'eau et dans les sédiments de surface, a été propice à une prolifération rapide et intense de la végétation littorale, et à l'apparition récurrente d'efflorescences de cyanobactéries.

La prospection a été réalisée depuis un bateau (en effectuant un tour complet du lac), les relevés de terrain étant ensuite associés à des photographies aériennes.

Résultats

Les 26 670 m de rivage du lac d'Idro se divisent en 44 tronçons distincts. Quelques-uns sont soumis à des perturbations anthropiques intenses, des perturbations qui se traduisent par une altération localisée des berges et/ou plages (figure 27). En conséquence, seulement 16 % de la longueur totale des berges (environ 4 340 m) tombent dans la catégorie « mauvais », ce qui correspond à 8 tronçons distincts ayant une très faible fonctionnalité, ceux-ci comprenant le littoral des villes et des agglomérations urbaines bordant le lac. Aucun secteur ne se classe dans la catégorie « médiocre » (catégorie 4 de l'IFB).

Par contre, 15 tronçons, soit une longueur totale d'environ 9 150 m, présentent une fonctionnalité moyenne. Ces tronçons sont soumis à une faible pression humaine, ce qui se traduit par une altération modérée de la végétation hydro-hygrophile et littorale (par ex., coupes périodiques des cordons ripicoles, installation de quais ou bateaux). Les tronçons restants, c'est-à-dire 21 secteurs de 13 180 m de longueur, ce qui représente la moitié de la longueur totale du rivage, sont en bon ou excellent état de conservation, avec des conditions naturelles ou semi-naturelles (figure 28).



Figure 27 > Résultats pour le lac d'Idro.

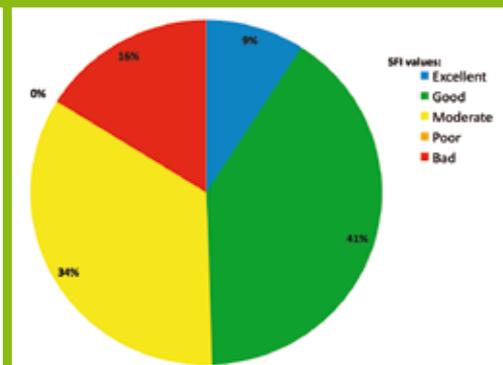


Figure 28 > Répartition en pourcentages du niveau de fonctionnalité du lac d'Idro.

Résultat IFB	Nbre de tronçons identifiés	Longueur totale en m	Pourcentages
Excellent	4	2400	9%
Bon	17	10780	40%
Moyen	15	9150	34%
Médiocre	0	0	0%
Mauvais	8	4340	16%
TOTAL	44	26670	100%

Tableau 5 > Résumé des résultats IFB.

Catégories 1 et 2 de l'IFB

Au total, ces catégories, où les « bons » résultats prédominent (41 %), représentent la moitié du périmètre du lac. Quatre secteurs du lac ont été placés dans la catégorie « excellent ». Ils comprennent des tronçons avec des conditions naturelles, difficiles d'accès par la terre ferme (figure 29) et présentant des ceintures de végétation hydro-hygrophiles bien développées, alors qu'en général les écotones terre-eau se limitent à une étroite bande d'environ 5-10 m. La deuxième catégorie est marquée par la présence irrégulière d'espaces agricoles non intensifs, de zones d'habitations dispersées, et de pistes et trottoirs non revêtus permettant d'accéder aux rives du lac. Généralement, ces tronçons sont en bon état de conservation, avec des conditions semi-naturelles, et se caractérisent, dans l'ensemble, par une végétation riveraine et littorale continue et la présence sporadique de substrats artificiels.

Catégorie 3 de l'IFB

La terza categoria include i settori sottoposti a periodici eventi perturbativi non trascurabili, alla presenza, tuttavia, di elementi naturali quali fasce vegetate igrofile di sponda o strutture ecotonali. In tali settori, però, le specie native tendono a essere diffusamente sostituite da taxa idro-igrofilo alieni e/o ecologicamente meno esigenti. Agricoltura non intensiva o tessuto urbano lasso sono le forme di uso del suolo prevalente in questi settori (figura 30).

Catégorie 5 de l'IFB

La cinquième catégorie comprend les berges artificielles (avec murs de soutènement, jetées, quais, etc.) dont l'état fonctionnel est le plus altéré. Cette typologie se rencontre surtout dans les zones urbaines, en particulier dans les secteurs nord et sud du bassin. Ces secteurs ne présentent que très peu de végétation naturelle et, souvent, se caractérisent par des plages sur lesquelles des matières allochtones sont régulièrement apportées par l'homme (figure 31).

Recommandations de gestion

L'IFB du lac d'Idro est assez élevé ; au moins 84 % des berges sont en bon état de conservation. Selon nos résultats, on atteint des degrés élevés d'altération anthropique uniquement en présence de zones bâties et de zones d'habitations urbaines. Globalement, le bon état des milieux riverains et littoraux contraste avec la pire situation en matière de qualité de l'eau. Les activités agricoles sur le bassin versant et les eaux usées

Auteur et pour de plus amples renseignements

Dr. Rossano Bolpagni

Dipartimento di Scienze Ambientali, Università degli Studi di Parma - Department of Environmental Sciences, University of Parma

V.le G.P. Usberti 11 / A - 43125 Parma

Tel: (+39) 0521 905696

rossano@dsa.unipr.it



Figure 29 > SFI Category 1 and 2.



Figure 30 > Catégorie 3 de l'IFB.



Figure 31 > Catégorie 5 de l'IFB.

rejetées par les foyers ainsi que par les élevages de truites concentrent les pressions humaines les plus fortes. Toutefois, la présence de zones de végétation bien préservées (de cordons végétaux hydro-hygrophiles, par exemple) assure un filtrage efficace et permet un contrôle assez lent mais continu de l'apport exogène et de la charge interne en nutriments.

Rapport complet disponible sur

<http://www.unipr.it/dipartimento/bioscienze>

Wörthersee

Localisation et origine

Le lac Wörthersee, qui figure parmi les lacs de baignade les plus populaires d'Autriche, se trouve dans la région de Carinthie, non loin de sa capitale Klagenfurt, située près de la rive est du lac.

Avec une superficie de 19,39 km et une longueur de 16,5 km, il s'agit même du plus grand lac de Carinthie. Il est situé dans une vallée parallèle à la Drau, au cœur de la région vallonnée de Mittelkärntner Hügelland. D'origine glaciaire, cette vallée a été élevée par des forces tectoniques. Le bassin, qui s'étend d'est en ouest et se divise en trois sous-bassins, est constitué d'îles, de péninsules et de reliefs immergés.

La profondeur maximale atteint 85,2 m et le débit moyen est de 2 460 l/s. Plusieurs petits ruisseaux se jettent dans le lac. Le plus important d'entre eux, le Reifnitzbach, présente un débit moyen de 630 l/s. Le temps de séjour des eaux dans le lac est de 10,5 ans.

En raison d'un apport excessif de substances nutritives (eutrophisation) dû au développement rapide du tourisme dans les années 60, la zone sans oxygène de ce lac méromictique est passée d'une profondeur d'environ 70 m à une profondeur

de 45 m. La pollution par le phosphore des eaux usées s'est rapidement aggravée et des efflorescences d'algues sont apparues, pénalisant lourdement les activités de baignade et le tourisme. En 1963, les autorités ont décidé de réagir en définissant des mesures et en adoptant une loi afin de protéger les lacs contre la pollution. Le projet phare a été la construction de la station d'épuration de Klagenfurt (1967). Grâce aux mesures d'assainissement mises en place sur le bassin versant (comme la pose d'une canalisation autour du lac), le lac est redevenu une attraction estivale majeure.

Le lac tire son nom du vieux haut allemand « Werdersee » signifiant « lac aux 4 îles ». L'une de ces îles, Maria Wörth, a été reliée à la terre suite à un abaissement du niveau d'eau en 1770.

L'IFB a été calculé à l'aide de vidéos prises depuis un bateau et un hélicoptère, des vidéos qui ont ensuite été associées à des photographies aériennes et des relevés de terrain.

Résultats

Une grande partie des 46 300 m de rives du lac Wörthersee est soumise à une forte pression anthropique, avec des zones bâties dispersées le long du lac (figure 32). En été, les lieux de baignade populaires, comme Velden, Pörtschach et Maria Wörth, attirent de nombreux touristes. Résultat, près de la moitié du rivage tombe dans la catégorie « mauvais ». Qui dit rives artificielles et murs de soutènement étanches, dit perturbations dues à l'homme. 15 tronçons souffrent d'une mauvaise fonctionnalité.

10 des 16 tronçons restants présentent une fonctionnalité moyenne. Sur les 6 755 m de berges de ces tronçons, les interventions humaines, surtout devant les propriétés privées, se traduisent par une diminution de la végétation hygrophile et l'installation de jetées pour la baignade. Les tronçons restants se situent dans la catégorie « bon » ou « excellent », avec des conditions naturelles ou semi-naturelles (figure 33).



Figure 32 > Résultats IFB pour le lac Wörthersee.

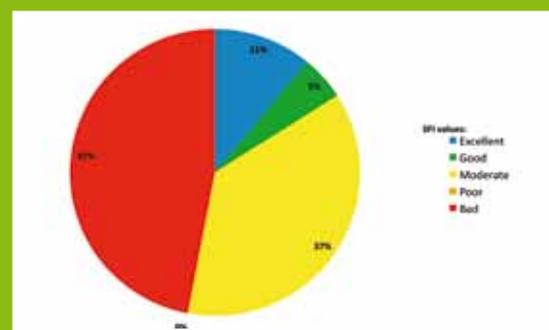


Figure 33 > Répartition en pourcentages du niveau de fonctionnalité du lac Wörthersee.

SFI Value	Nbre de tronçons identifiés	Longueur totale en m	Pourcentages
Excellent	8	5269	11%
Bon	6	2294	5%
Moyen	13	17136	37%
Médiocre	0	0	0%
Mauvais	15	21601	47%
TOTAL	42	46300	100%

Tableau 6 > Résumé des résultats IFB.

Catégories 1 et 2 de l'IFB

Ces catégories concernent tout juste 17 % du périmètre du lac. Les tronçons de la catégorie « excellent » se caractérisent par des zones de protection de la nature (zone protégée « Walterskirchen » et zone autour de la décharge du lac, la Glanfurt) ainsi que par des zones semi-naturelles. Les premières se distinguent par la présence d'espèces hygrophiles et de grandes parcelles de mauvaises herbes. Certaines zones semi-naturelles sont également en bon état, notamment celles qui

sont plutôt étroites et se trouvent à proximité de voies publiques revêtues. Ces voies, qui permettent d'accéder aux rives, font tout le tour du lac. Les alentours immédiats des tronçons des catégories « excellent »/« bon » se caractérisent par un paysage vallonné et fortement boisé. Ils sont marqués par la présence ponctuelle de zones d'habitations dispersées, et par l'absence de zones d'agriculture intensive (figures 34 et 35).



Figures 34, 35 > Catégories 1 et 2 de l'IFB.

Catégorie 3 de l'IFB

Cette catégorie se caractérise par des tronçons soumis à une pression anthropique évidente, mais conservant encore quelques caractéristiques naturelles, comme des éléments de renforcement perméables et des parcelles de roseaux. Sinon, la majeure partie des berges est privée et, souvent, la végétation hydrophile a été remplacée par de la pelouse. En général, la végétation de ces berges n'assure aucune filtration de l'eau. Ces tronçons sont principalement situés entre les grands sites touristiques, sur la rive nord et la côte sud du lac (figure 36).



Figure 36 > Catégorie 3 de l'IFB.

Catégorie 5 de l'IFB

Les tronçons de cette catégorie, dont l'état fonctionnel est extrêmement altéré, se caractérisent par des berges artificielles et imperméables. La plupart d'entre eux sont situés dans des zones à forte densité de population, plus particulièrement sur le bassin ouest. Les étendues de roseaux sont rares, mais les quais en bois fréquents (figure 37).



Figure 37 > Catégorie 5 de l'IFB.

Recommandations de gestion

Le lac Wörthersee est soumis à une forte pression anthropique, liée essentiellement au tourisme saisonnier. Il est entouré de vastes étendues boisées, mais il n'y a pratiquement pas de surfaces agricoles (l'ensemble du bassin versant se caractérise par moins de 20 % de surfaces agricoles). Dans l'hypothèse où l'apport en nutriments est faible, le fait que près de la moitié du rivage n'assure aucune filtration n'a pas d'impact significatif sur la qualité des eaux du lac. Les eaux usées domestiques ainsi que les eaux usées provenant d'autres infrastructures urbaines sont évacuées vers le réseau d'assainissement local puis rejetées en dehors du bassin versant du lac.

Le nombre croissant de quais et de jetées le long des rives du Wörthersee pourrait poser problème, car ils risquent de mettre en péril les structures de l'habitat naturel de la faune locale, notamment la faune piscicole.

L'IFB montre que les berges du lac **Wörthersee** sont confrontées à des obstacles d'une telle ampleur que leurs fonctions naturelles, comme l'effet tampon et la filtration, sont fortement perturbées. De façon générale, il est donc recommandé d'éviter toute intervention dans les zones riveraines intactes (en bon ou très bon état). De même, dans les zones fortement modifiées, les constructions (jetées, marinas) ne doivent être autorisées que d'une manière exceptionnelle.

Auteur

Dr. Michael Schönuber
Kärntner Institut für Seenforschung
Kirchengasse 43 / 2. Stock
9020 Klagenfurt am Wörthersee
Sekretariat: (+43)(0) 5 0536 578 21
Michael.Schoenhuber@ktn.gv.at

Pour de plus amples renseignements

Dr. Roswitha Fresner
Kärntner Institut für Seenforschung
Kirchengasse 43 / 2. Stock
9020 Klagenfurt am Wörthersee
Sekretariat: (+43)(0) 5 0536 578 21
roswitha.fresner@ktn.gv.at

Rapport complet disponible sur

http://www.kis.ktn.gv.at/265628_DE--pub_2012_silmas_sfi_121010

Millstätter See

Localisation et origine

Le deuxième plus grand lac de Carinthie, le Millstättersee, a une superficie de 13,28 km². Avec une profondeur de 141 m et un volume de 1 204,6 millions de m³, il est également le lac le plus profond et le plus grand réservoir d'eau de la région. Le principal affluent du Millstättersee, le Riegerbach, possède un bassin versant de 188,8 km² et un débit moyen de 3 100 l/s. Le lac reçoit, en outre, plusieurs petits ruisseaux. Le débit moyen de l'émissaire du lac, le Seebach, est de 5 350 l/s.

Dans les années 50, le développement du tourisme a entraîné des modifications de la qualité de l'eau qui ont conduit à une prolifération des algues et à une diminution de la transparence de l'eau. Ce phénomène était lié aux rejets d'eaux usées domestiques. En effet, à l'époque, ces dernières étaient directement rejetées dans le lac et ses affluents. Avec la mise

en place d'un réseau de canalisation (de 1968 à 1994), le niveau trophique du lac s'est amélioré, et les algues, qui attiraient l'œil, ont disparu. Aujourd'hui, le lac offre une eau d'excellente qualité.

Le lac tire son nom de la ville de Millstatt. La rumeur veut que le mot Millstatt vienne du latin « mille statuae » et se rapporte à la légende de Saint Domitien qui, après s'être converti au christianisme, aurait fait jeter 1 000 statues païennes dans le lac. Pourtant, il est plus probable que ce nom soit issu du vieux slave « Melissa » signifiant « rivière de montagne » ou « rivière de colline ».

L'IFB a été calculé à l'aide de vidéos prises depuis un bateau et un hélicoptère, des vidéos qui ont ensuite été associées à des photographies aériennes et des relevés de terrain.

Resultats

La longueur - d'environ 27 km - des berges du lac Millstättersee est invariablement inférieure à celle des berges du lac Wörthersee, le plus grand lac de Carinthie. Lieu de baignade populaire, ses rives -notamment la rive nord- abritent plusieurs sites touristiques (figure 38). Alors que les pentes de la rive sud ont conservé un état semi-naturel et ne sont soumises qu'à de faibles pressions humaines, la rive nord concentre la plupart des tronçons à fonctionnalité faible. 25 tronçons différents ont été identifiés. 6 d'entre eux, soit une longueur totale de plus de

10 000 m (ou 39 %), sont en bon ou excellent état. Les tronçons restants sont soumis aux pressions humaines typiques des zones de loisirs et d'habitations. Ces interventions anthropiques ont entraîné une artificialisation des rives, généralement au travers de l'implantation d'ouvrages imperméables, et ont fortement marqué la végétation naturelle hygrophile. Au total, 9,7 km de berges tombent dans la catégorie « mauvais ». Du fait de la forte déclivité des berges, les étendues de roseaux sont plutôt rares le long du rivage.



Figure 38 > Résultats IFB pour le lac Millstättersee.

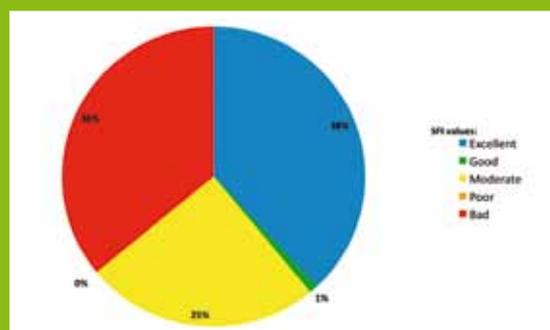


Figure 39 > Répartition en pourcentage du niveau de fonctionnalité du lac Millstättersee.

Résultat IFB	Nbre de tronçons identifiés	Longueur totale en m	Pourcentages
Excellent	5	10.111	38%
Bon	1	285	1%
Moyen	10	6755	25%
Médiocre	0	0	0%
Mauvais	9	9705	36%
TOTAL	25	26856	100%

Tableau 7 > Résumé des résultats IFB.

Catégories 1 et 2 de l'IFB

Ces catégories, qui sont représentées par des tronçons nichés dans un paysage vallonné et en pente, surtout au Sud, concernent un tiers du périmètre du lac (figures 40 et 41). La rive sud est en excellent état, car, en raison de la morphologie environnante, les pressions humaines y sont très faibles. Au Sud, sur les pentes du sommet séparant le lac de la vallée de la Drava, les zones boisées prédominent.

Le seul tronçon présentant une bonne fonctionnalité se caractérise par la présence d'une falaise à la végétation clairsemée.

Les parcelles de roseaux sont rares et étroites, car le terrain est plutôt escarpé.



Figures 40, 41 > Catégories 1 et 2 de l'IFB.

Catégories 3 et 5 de l'IFB

Ces catégories concentrent la plupart des nombreuses zones bâties et des infrastructures routières de la rive nord (figures 42 et 43). Le plus souvent, les ouvrages destinés à protéger les installations publiques et les habitations contre l'érosion sont imperméables. De même, en général, les jardins privés et les

plages publiques sont totalement dépourvus de végétation hygrophile. Les mesures de protection des routes (enrochements) réduisent considérablement la largeur des berges de la rive nord. Les parcelles de roseaux sont rares.



Figures 42, 43 > Catégories 3 et 5 de l'IFB.

Recommandations de gestion

En observant les alentours du lac, on se rend compte que des différences importantes existent. La rive sud et l'arrière-pays ont conservé un état semi-naturel et ne sont soumis qu'à de très faibles pressions humaines. Aucun apport en éléments nutritifs n'est effectué dans le lac depuis cette région. Par contre, le reste du rivage est soumis à un fort impact anthropique. Les espaces touristiques et résidentiels, les infrastructures routières et les lieux de loisirs exercent une forte influence sur la capacité de filtrage des berges. Bien qu'elles soient à même de fournir un apport en éléments nutritifs, les surfaces agricoles environnantes ne semblent avoir aucune incidence sur la qualité des eaux du lac.

L'IFB montre que les berges côté nord du lac **Millstättersee** sont confrontées à des obstacles d'une telle ampleur que leurs fonctions naturelles, comme l'effet tampon et la filtration, sont fortement perturbées. De façon générale, il est donc recommandé d'éviter toute intervention dans les zones riveraines intactes (en bon ou très bon état). De même, dans les zones fortement modifiées, les constructions (jetées, marinas) ne doivent être autorisées que d'une manière exceptionnelle.

Auteur

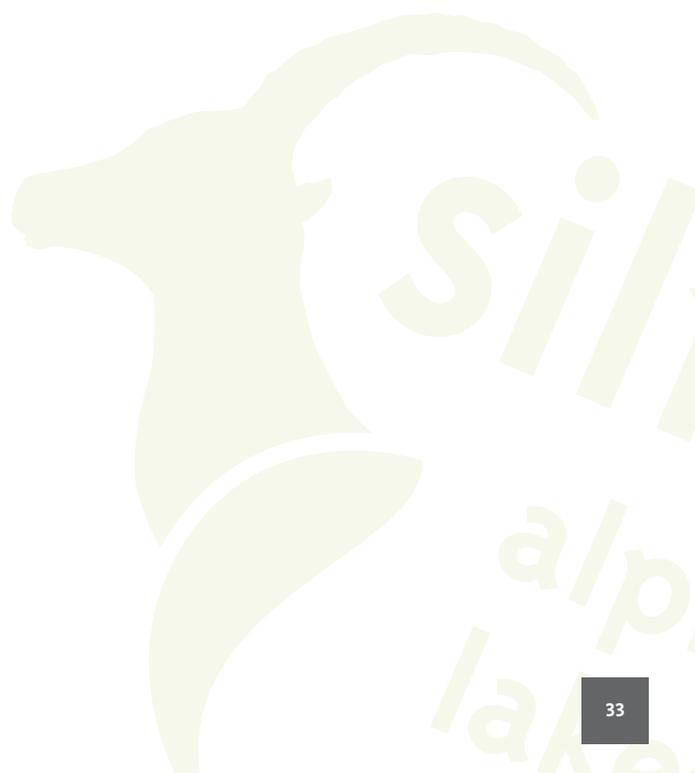
Dr. Michael Schönuber
Kärntner Institut für Seenforschung
Kirchengasse 43 / 2. Stock
9020 Klagenfurt am Wörthersee
Sekretariat: (+43)(0) 5 0536 578 21
michael.schoenhuber@ktn.gv.at

Pour de plus amples renseignements

Dr. Roswitha Fresner
Kärntner Institut für Seenforschung
Kirchengasse 43 / 2. Stock
9020 Klagenfurt am Wörthersee
Sekretariat: (+43)(0) 5 0536 578 21
roswitha.fresner@ktn.gv.at

Rapport complet disponible sur

http://www.kis.ktn.gv.at/265628_DE--pub_2012_silmas_sfi_121010



Lake Bohinj

Localisation et origine

Le lac Bohinj est le plus grand lac naturel de Slovénie. Il a été formé par des forces tectoniques et glaciaires il y a 10 000 ans. Il est situé à 526 mètres au-dessus du niveau de la mer, couvre 3,28 km² et contient 92,5 millions de m³ d'eau. Sa profondeur maximale est de 45 m. Le temps de séjour des eaux dans le lac est de 4 mois.

Le principal affluent du lac Bohinj, la Savica, a un débit moyen compris entre 4,6 et 5,6 m³.s-1. Les autres affluents sont des torrents et des sources souterraines. Le défluent du lac, la Jezernica, dont le débit moyen est compris entre 6,6 et 9,9 m³.s-1, conflue avec la Mostnica, une rivière qui provient de la vallée Voje. À partir de cette confluence, la rivière prend le nom de Sava Bohinjka.

Le lac Bohinj est situé au cœur du parc national de Triglav, terrain classé en zone de protection de la nature où la priorité est à la conservation de la nature. Le bassin versant du lac couvre environ 100 km² de zones montagneuses à faible densité de population.

Bien qu'il ait été jugé « excellent » entre 2006 et 2009, l'état écologique du lac Bohinj s'est dégradé et est passé à « bon » en 2010. La cause de cette dégradation était une diversité d'invertébrés benthiques plus faible en raison de modifications hydromorphologiques de la zone littorale, des modifications dues à différentes pressions anthropiques et naturelles pesant constamment sur le lac Bohinj (ARSO, 2010). En 2011, l'état écologique du lac a à nouveau été jugé « excellent ».

Résultats

Les berges du lac Bohinj s'étendent sur environ 11,35 km. Leur IFB a été calculé en partie depuis la terre ferme et en partie depuis le lac (figure 44).

Pour effectuer ce calcul, les berges ont été divisées en 11 tronçons distincts. Les résultats obtenus vont de « excellent » à « moyen », aucun tronçon ne tombant dans la catégorie « mauvais » ou « médiocre ». Quatre tronçons se situent dans la catégorie « excellent », un dans la catégorie « bon » et six dans la catégorie « moyen ». Ces estimations permettent de faire le point sur les usages des berges par l'homme.

Résultat IFB	Nbre de tronçons identifiés	Longueur totale en m	Pourcentages
Excellent	4	6704	59%
Bon	1	500	4%
Moyen	6	4146	37%
Médiocre	0	0	0%
Mauvais	0	0	0%
TOTAL	11	11350	100%

Tableau 8 > Longueur totale et pourcentage de la longueur des tronçons pour chaque catégorie IFB du lac Bohinj.



Figure 44 > Carte des résultats IFB pour le lac Bohinj.

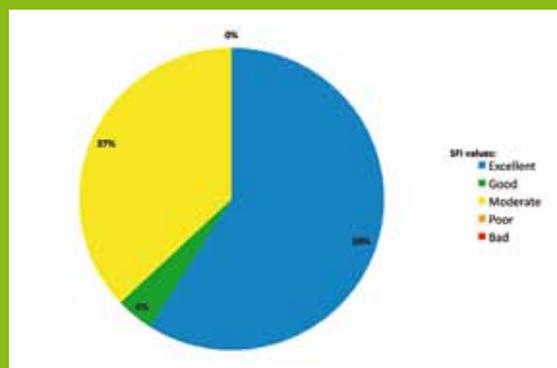


Figure 45 > Longueurs relatives des tronçons pour chaque catégorie IFB du lac Bohinj.

La rive nord, où la pression anthropique est très faible, a été placée dans la catégorie « Excellent ». Cette rive jouit de conditions naturelles, est couverte par une forêt qui s'étend jusqu'aux pentes du Pršivec et n'est accessible que par un sentier (figure 46).



Figure 46 > La rive nord jouit de conditions naturelles et est couverte de forêt.

La partie nord-est du lac, où, par le passé, la pression anthropique était considérable, a été placée dans la catégorie « moyen ». La forêt a été défrichée pour faire place à des pâturages qui, par la suite, ont été abandonnés. Malgré la succession des espèces, des prairies sont encore ouvertes, ce qui affecte la fonction d'épuration assurée par les berges. Aucune autre activité humaine ne vient grossir les apports de nutriments dans le lac (figure 47).



Figure 47 > Pâturages abandonnés (partie nord-est du lac).

La rive est, où se trouvent un espace de baignade, un village (Ribev Laz) (figures 48 et 49), plusieurs édifices, une petite jetée, des terres agricoles et des routes locales, a également été placée dans la catégorie « moyen ». Les activités touristiques sont concentrées dans cette zone et une partie des berges est stabilisée par des blocs de béton. La topographie est plane et seule une petite partie de cette zone est couverte de forêt. La fonction d'épuration assurée par les berges est réduite.



Figures 48, 49 > La rive est est soumise à une pression anthropique induite par la concentration d'activités touristiques.

Une route asphaltée, sur laquelle la circulation est relativement importante en été, longe toute la rive sud. Cette dernière est en légère pente montante et en grande partie couverte par une forêt qui n'est interrompue que par quelques édifices. Tous les tronçons de la rive sud se situent dans la catégorie « bon » ou « excellent ». La fonction d'épuration assurée par les berges est satisfaisante, mais celles-ci voient leur largeur réduite par la route.

La rive ouest (Ukanc) a été placée dans la catégorie « moyen » en raison de ses infrastructures touristiques (terrain de camping) et de son espace de baignade (figure 50). Des bungalows, un hôtel et des terres agricoles sont également situés à proximité immédiate du rivage. La fonction d'épuration assurée par les berges est réduite.



Figure 50 > Espace de baignade (partie ouest du lac).

Une partie de la section ouest est couverte par une forêt parfois inondée au bord de la Savica (figure 51). Cette section a été placée dans la catégorie « excellent » en raison des grandes quantités de nutriments puisés dans l'eau par la végétation forestière.



Figure 51 > Forêt inondée avec roselières au bord de la Savica.

Recommandations de gestion

Globalement, le lac Bohinj est en excellent état écologique, plus de la moitié du rivage tombant dans la catégorie « excellent », ce qui est rare pour un lac alpin. Toutefois, des différences existent entre les parties du rivage soumises à une pression anthropique et les parties semi-naturelles. La plupart des habitations sont raccordées au réseau d'assainissement et les terres agricoles sont principalement utilisées comme pâturages extensifs ou prairies. L'apport de nutriments dans le lac est donc faible.

Une pression supplémentaire est exercée par la pratique de la baignade dans des zones non autorisées. Si le tourisme et la dégradation des berges n'augmentent pas, le rivage du lac Bohinj devrait rester en excellent état. Les autorités de gestion devraient porter une attention particulière aux activités pratiquées sur les rives est et ouest, où les fonctions d'épuration sont déjà réduites.

Auteurs

Tina Leskošek
National Institute of Biology
Večna pot 111
1000 Ljubljana
Slovenia
+386 (0)59 232 700
tina.leskosek@nib.si

Dr. Irena Bertoncelj
National institut of biology
Večna pot 111
1000 Ljubljana
Slovenia
+386 (0)59 232 700
Irena.Bertoncelj@nib.si

Uroš Žibrat
Nazorjeva 22
2000 Maribor
Slovenia
uros@biologija.org

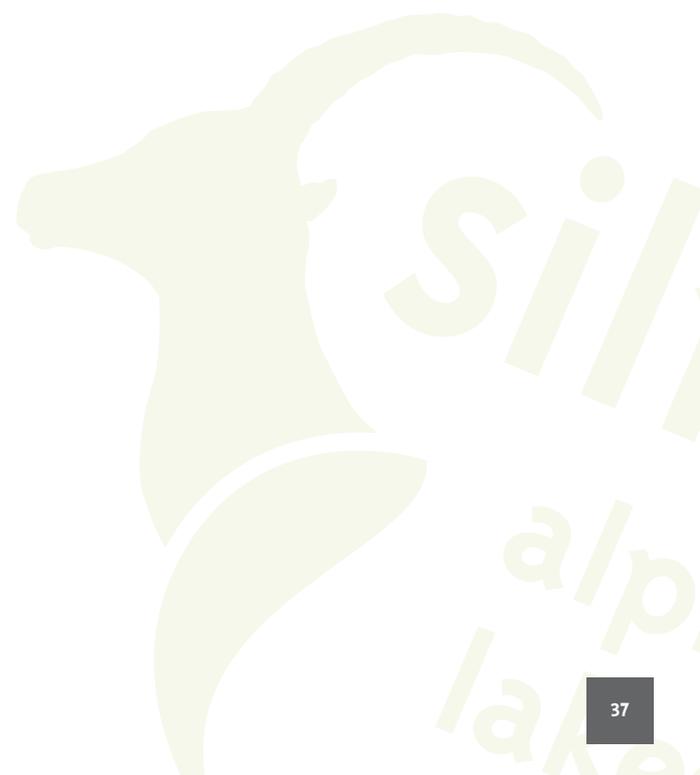
Pour de plus amples renseignements

Tina Leskošek
Nacionalni inštitut za biologijo
Večna pot 111
1000 Ljubljana
+386 (0)59 232 700
tina.leskosek@nib.si

Documents de référence

Kakovost jezer v Sloveniji v letu 2010
(ARSO, 2010, http://www.arso.gov.si/vode/jezera/JEZERA_kratko_2010_MDT.pdf)

Ocena stanja jezer v Sloveniji v letu 2011
(ARSO, 2011, http://www.arso.gov.si/vode/jezera/Poro%C4%8Dilo%20JEZERA%20_2011.pdf)





silmas

alpine
lakes
network



Rhône-Alpes Région

