



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'environnement,  
des transports, de l'énergie et de la communication DETEC

**Office fédéral de l'environnement OFEV**

Division Eaux

Tel.: +41 58 46 269 69

Fax: +41 58 46 303 71

wasser@bafu.admin.ch

<http://www.bafu.admin.ch>

# Notice

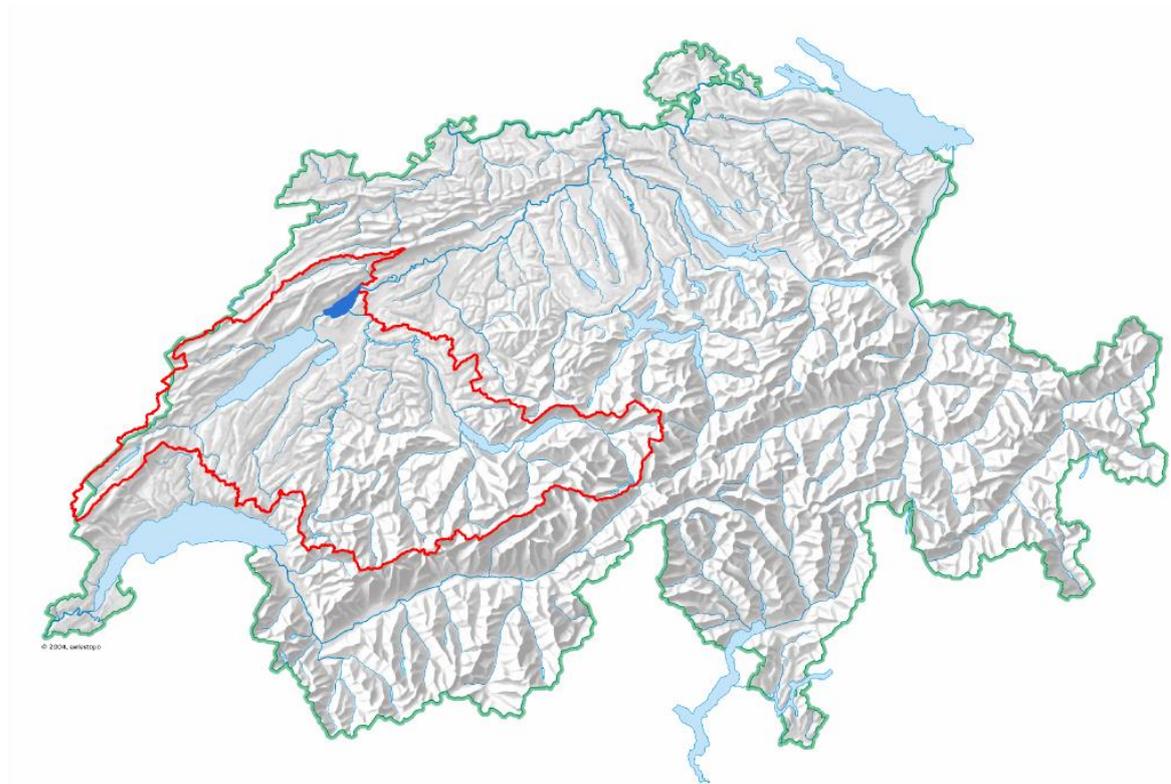
Date

1<sup>er</sup> Juillet 2016

---

## Le lac de Bienne

### Qualité de l'eau du lac



*Emplacement du lac de Bienne (bleu) et son bassin versant (rouge)*

## 1 Naissance, morphologie et caractéristiques

Après le retrait du glacier du Rhône, de l'eau s'est accumulée dans la cuvette formée derrière la moraine frontale, au niveau de Wangen a. A., et a donné naissance au « lac de Soleure », qui s'étendait alors sur 100 km de long, de Wangen a. A. à Payerne et La Sarraz. Environ 4000 ans plus tard, le barrage de Wangen a. A. a cédé, et le lac de Soleure s'est vidé, formant ainsi les lacs de Bienne, Neuchâtel et Morat et à l'Aar de nouveau continu (Nast 2006). Du fait de la faible pente de l'Aar entre Aarberg et Soleure, cette partie de la vallée formait une large bande de terre marécageuse, souvent inondée. À partir du XVII<sup>e</sup> siècle, des dépôts de matériaux charriés ont fait monter le lit du fleuve pendant la petite glaciation du fait des changements climatiques. Ainsi le drainage du Seeland a été de plus en plus entravé. À la suite de crues répétées avec des effets dévastateurs, le Grand Conseil bernois a décidé de procéder à une correction de l'ensemble des eaux. La première correction des eaux du Jura a eu lieu au XIX<sup>e</sup> siècle et la deuxième au XX<sup>e</sup> siècle (Tab. 1).

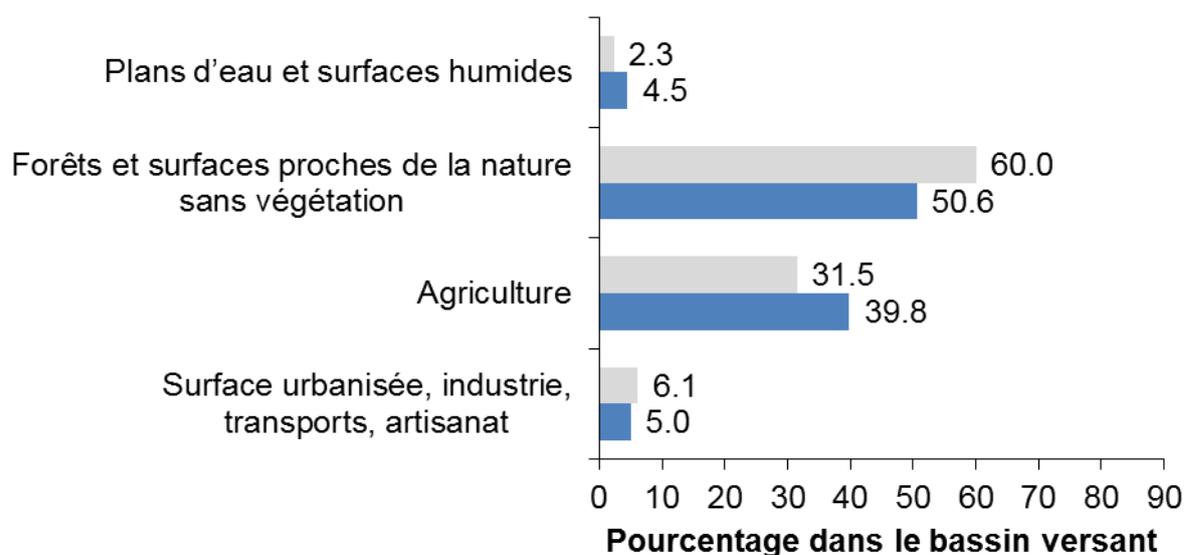


Fig. 1 : Utilisation des sols dans le bassin versant du lac de Bienne (barres bleues) et utilisation des sols comme valeur moyenne des plus grands bassins versants suisses (barres grises ; état : 2006, bases de données : AEE (2010), OFEV (2013))

Avant la première correction des eaux du Jura de 1868 à 1891, les principaux affluents naturels du lac de Bienne étaient la Thièle, venant du lac de Neuchâtel, ainsi que la Douanne et la Suze, dont les embouchures sont situées respectivement près de Petite-Douanne et de Bienne. En 1878, au cours de la correction des eaux du Jura, l'Aar a été dévié vers le lac de Bienne par le canal de Hagneck, multipliant ainsi par quatre la taille de son bassin versant (Tab. 1). Suite à ces mesures, le niveau du lac s'est abaissé de 2,5 m, sa surface a été réduite de 3,3 km<sup>2</sup>, et l'île St-Pierre est devenue une presqu'île. Le débit du lac de Bienne est régulé depuis par un barrage. Lors de la deuxième correction des eaux du Jura, le niveau du lac a encore baissé d'un mètre. Ces deux corrections ont permis de récupérer de précieuses terres cultivables et de limiter les dégâts causés par les crues. Le Grand Marais est utilisé aujourd'hui à des fins agricoles et représente l'une des principales zones de production maraîchère suisse (TTE 2014, Nast 2006).

Les eaux du lac de Bienne, du fait de sa profondeur relativement faible et de son exposition favorable aux vents, sont généralement brassées deux fois par an (Guthruf et al. 2009).

Le bassin versant hydrologique du lac de Bienne s'étend aujourd'hui sur 8196 km<sup>2</sup>, soit environ un cinquième de la superficie du pays. Il est situé en aval des lacs de Neuchâtel et de Morat et, depuis la première correction des eaux du Jura, également des lacs de Thoune et de Brienz. Le bassin versant direct du lac de Bienne est intensément exploité à des fins agricoles, mais il est aussi caractérisé par une importante activité industrielle et une forte densité démographique (Fig. 1). Le lac de Bienne reçoit les eaux usées épurées d'un peu moins d'un million d'habitants (GBL 2013) et sert de réservoir d'eau potable à 55 000 personnes (les3lacs.ch 2014).

Un tableau avec les données détaillées sur la morphologie du lac et les paramètres du bassin versant figure en annexe.

## 2 Évolution de l'état du lac

### 2.1 Teneur et apports en phosphore

Les premières études du lac de Biene réalisées par Schneider (1904) et Louis (1922) révèlent que les eaux du lac étaient naturellement peu polluées.

Les premières concentrations de phosphore mesurées en 1951 s'élevaient déjà à 23 µg/l de phosphate et 33 µg/l de phosphore total (Thomas 1953). Avec la croissance démographique et le déversement des eaux usées, les concentrations de phosphore ont augmenté jusqu'en 1972 atteignant environ 130 µg/l (Fig. 2). En 1975, les apports de phosphore disponibles pour les algues se montaient à 590 t/a (Santschi 1975, Santschi et Schindler 1977). La production primaire se chiffrait à l'époque à 300 – 400 gC/m<sup>2</sup>a (Friedli 1973) et est montée à 460 gC/m<sup>2</sup>a jusque dans les années 1975 à 1977. Le lac de Biene était eutrophe-hypertrophe.

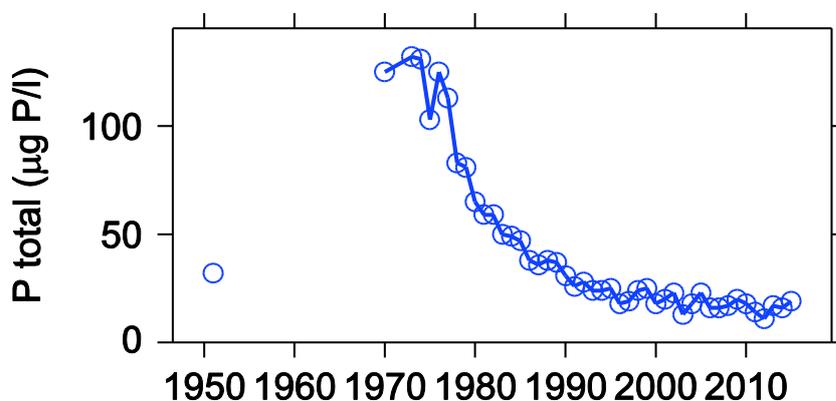


Fig. 2 : Valeurs moyennes annuelles des concentrations en phosphore dans le lac de Biene

Grâce au développement de l'évacuation des eaux urbaines, à l'élimination du phosphore dans les grandes stations d'épuration et à l'interdiction des phosphates dans les détergents (en vigueur depuis 1986) ainsi qu'aux mesures de réduction des pertes de potassium dans l'agriculture, les concentrations de phosphore disponibles pour les algues ont diminué de plus de 90 % (GBL 2012). En 1987/1988, les apports de phosphore disponibles pour les algues représentaient encore 90 t/a (Maurer 1992). Les concentrations de phosphore dans le lac de Biene se situent depuis 2002 autour de 20 µg/l. Ainsi, il est de nouveau dans un état mésotrophe.

Dans le cadre d'études du macrozoobenthos, certaines espèces sensibles ainsi que des espèces présentes dans des conditions eutrophes ont pu être identifiées (Zweifel 2014). Par ailleurs, la diversité des espèces et la production du phytoplancton dans le lac de Biene attestent d'un état plutôt meso-eutrophe (Guthruf et al. 2009). Cette bioproduction relativement élevée en dépit des faibles concentrations de phosphore (environ 20 µg/l) s'explique par le très bref temps de séjour de l'eau d'à peine cinq semaines et l'apport important de nutriments.

Aujourd'hui 98 % des habitants du territoire bernois et 94 % des habitants du territoire fribourgeois sont raccordés à une station d'épuration. Les ménages qui ne sont pas rattachés à une STEP publique possèdent leur propre station d'épuration ou évacuent leurs eaux usées dans des fosses sans écoulement ou des fosses à purin (OED 2014 communiqué écrit, AfU FR 2014).

### 2.2 Teneur en oxygène

Les premières mesures d'oxygène de 1936 faisaient état de bonnes conditions d'oxygénation dans le lac de Biene. À la fin de la période de stagnation, la concentration en oxygène au fond du lac était encore de 7 mg/l, et les prélèvements de sédiments ne révélaient aucun manque d'oxygène (Minder 1936). Mais dès 1957, la situation s'est dégradée, et on ne relevait plus que 3 mg/l au point le plus profond (Nydegger 1957). En 1972, à la fin de la période de stagnation, il n'y avait plus d'oxygène dans les couches inférieures (Friedli 1973).

Ce n'est qu'en 1988 qu'une baisse de la consommation d'oxygène dans les eaux profondes a pu être constatée, mais l'oxygène faisait encore largement défaut (Bangerter 1988, Fig. 3). Les concentrations en oxygène à 70 m de profondeur sont restées inférieures à 4 mg/l pendant trois mois.

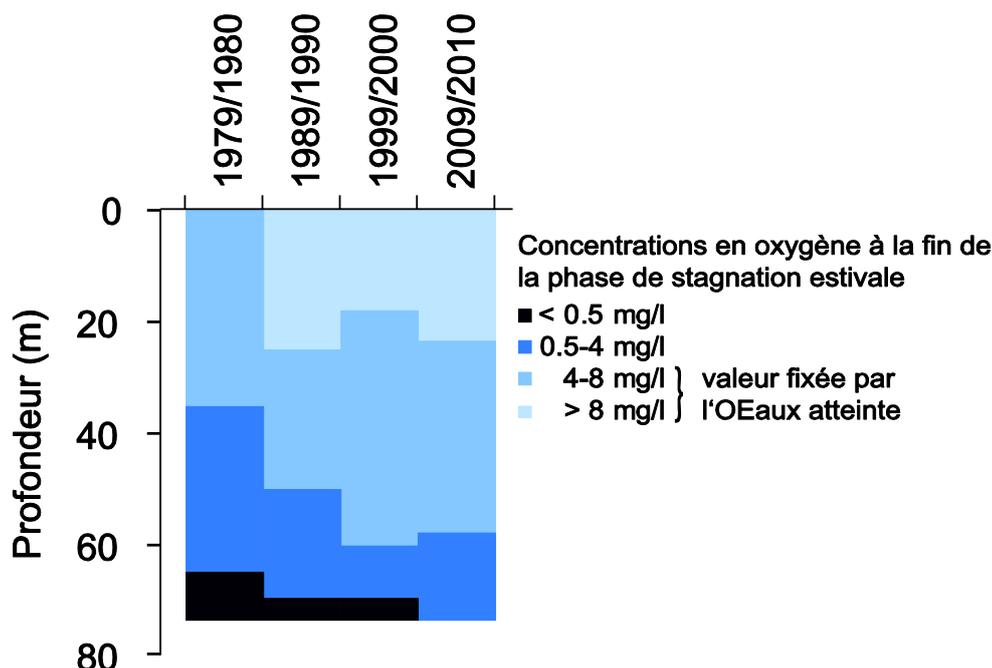


Fig. 3 : Concentrations en oxygène dans le lac de Bienna

Depuis le début des années 2000, la situation s'est améliorée dans les eaux profondes du lac de Bienna. La valeur cible exigée par l'OEaux (Tab. 2) de 4 mg/l n'est régulièrement pas atteinte vers la fin de la période de stagnation. Toutefois l'étendue ainsi que la durée du manque d'oxygène diminuent. Alors que les couches affichant un taux d'oxygène de moins de 4 mg/l en 1997 atteignaient encore une profondeur de 35 à 40 m, et ce, pendant plusieurs mois, depuis 2002 les concentrations en oxygène déficientes n'apparaissent qu'à partir d'une profondeur de 55 à 65 m, et le déficit dure moins longtemps (OED 2014).

### 3 Conclusion

Les mesures de réduction de la charge en phosphore dans le bassin versant du lac de Bienna ont été concluantes. Les concentrations de phosphore disponibles pour les algues ont pu être fortement diminuées depuis les années 1970. Mais l'exigence légale concernant la concentration en oxygène n'est pas respectée (Tab. 2). Du fait de l'apport important de phosphore dû au débit d'eau élevé, les apports du bassin versant ont dû être considérablement réduits pour que le lac de Bienna soit mésotrophe, y compris pour ce qui est du macrozoobenthos.

L'objectif de la protection future des eaux du bassin versant du lac de Bienna est de réduire la charge en phosphore dans le bassin versant.

Le lac de Bienna, dont le bassin versant compte une forte proportion de terres agricoles et une population importante, constitue un réservoir pour les micropolluants. Parallèlement, il sert également de réservoir d'eau potable. La détection précoce de substances problématiques ainsi que la mise en place et le développement d'un suivi adapté représentent donc un autre objectif de la protection des eaux. La réaction du lac et le contrôle des résultats de l'agrandissement prévue des grandes stations d'épuration dans le bassin versant en vue de l'élimination de micropollutions sont donc d'un intérêt tout particulier.

Tab. 1 : Grandes lignes de l'histoire du lac de Biemme (Nast 2006, BVE 2014)

Historique	
1868 – 1891	Première correction des eaux du Jura
À partir de 1868	Construction du canal de Nidau à Büren pour dévier l'Aar du lac de Biemme et diminuer le niveau de 2,5 m
À partir de 1874	Correction de la Broye entre le lac de Morat et le lac de Neuchâtel et de la Thièle entre le lac de Neuchâtel et le lac de Biemme
À partir de 1875	Construction du canal de Hagneck pour détourner l'Aar d'Aarberg au lac de Biemme
1878	Pour la première fois, l'Aar coule dans le lac de Biemme
À partir de 1886	Construction de réseaux de canaux intérieurs pour assécher de vastes étendues de terre
1920	Retenue de l'Aar et formation du Wohlensee
1939	Mise en service du barrage de régulation de Port dans le canal de Nidau à Büren pour agir sur les niveaux des trois lacs
Jusqu'en 1955	Diminution des terres cultivables de 1 à 1,5 m, crues répétées
1958 – 1998	Développement de l'évacuation des eaux urbaines, construction et mise en service de diverses STEP
1962 – 1973	Deuxième correction des eaux du Jura pour réguler les conditions encore défavorables entre le débit entrant et le débit sortant des trois lacs du pied du Jura et compenser le retrait des sols tourbeux dans les environs  Édification de la centrale hydroélectrique de Flumenthal servant de barrage de régulation  Élargissement du lit de l'Aar entre Büren a. A. et Flumenthal  Élargissement et approfondissement des canaux de la Broye, de la Thièle et de Nidau à Büren  Abaissement du niveau du lac d'environ 1 m
Depuis 1998	Travaux d'assainissement et d'agrandissement de diverses STEP dans le bassin versant du lac de Biemme

Tab. 2 : Objectifs de qualité applicables au lac de Biemme

Critère	Objectif	Base
Concentration en O <sub>2</sub>	> 4 mg/l toute l'année dans tout le lac	Annexe 2 OEaux
Concentration en P	< 16 – 20 µg/l	OED 2014 (communiqué écrit)

#### 4 Bibliographie

AfU FR, 2014 : Épuration des eaux. Service de l'environnement du canton de Fribourg.  
[http://www.fr.ch/eau/fr/pub/evacuation\\_epuration\\_eaux/epuration\\_eaux.htm](http://www.fr.ch/eau/fr/pub/evacuation_epuration_eaux/epuration_eaux.htm) (consulté le 02.07.2014).

OED, 2014 : Oxygène données actuelles. Office des eaux et des déchets du canton de Berne (OED)  
<http://www.die3seen.ch/category/chimie/oxygene/?lang=fr> (consulté le 25.06.2014).

OFEV, 2013 : Géodonnées sur la subdivision de la Suisse en bassins versants (Einzugsgebietsgliederung Schweiz, EZGG-CH), Office fédéral de l'environnement, Berne.  
<http://www.bafu.admin.ch/hydrologie/01835/11452/index.html?lang=fr>.

Bangerter B., 1988 : Primärproduktion im Bielersee : Ansatz zur Extrapolation von Kurzzeitmessungen. Thèse de doctorat, Université de Berne.

OFS, 2010 : Recensement des entreprises 2008. Portrait de branche Agriculture. Actualités OFS. Office fédéral de la statistique, Neuchâtel, 20 p. :  
[http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/fr/index/infothek/erhebungen\\_quellen/blank/blank/bzs1z/01.html](http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/fr/index/infothek/erhebungen_quellen/blank/blank/bzs1z/01.html)

OFS, 2011 : Statistique de la population et des ménages 2011 (STATPOP 2011), Office fédéral de la statistique, Neuchâtel.

Loi fédérale sur la protection des eaux (LEaux) du 24 janvier 1991. RS 814.20.

TTE, 2014 : Correction des eaux du Jura. Direction des travaux publics, des transports et de l'énergie du canton de Berne. <http://www.bve.be.ch/bve/fr/index/wasser/wasser/gewaesserunterhalt.html> (consulté le 20.06.2014).

Les3lacs, 2014 : Eau potable. Office des eaux et des déchets du canton de Berne, République et canton de Neuchâtel, Service de l'environnement du canton de Fribourg, canton de Vaud.  
<http://www.die3seen.ch/utilisation/leau-potable/?lang=fr> (consulté le 26.06.2014).

AEE, 2010 : CORINE Land Cover Project, Commission européenne, Copenhague.

Friedli P. 1973 : Limnologische Untersuchungen des Bielersees. Mémoire de licence Université de Berne.

GBL, 2009 : Lacs dans le canton de Berne. Laboratoire de la protection des eaux et du sol du canton de Berne, Berne, 6 p.

GBL, 2013 : État des cours d'eau et des lacs – 2011 et 2012. Emmental-Oberaargau, Laboratoire de la protection des eaux et du sol du canton de Berne (GBL), Berne, 28 p.

Ordonnance sur la protection des eaux (OEaux) du 28 octobre 1998. RS 814.201.

Guthruf K., Maurer V., Pokorni B., Zeh M., 2009 : Le développement du phytoplancton et du plancton de crustacés, Laboratoire de la protection des eaux et du sol du canton de Berne, Berne, 123 p.

Liechti P., 1994 : L'état des lacs en Suisse. Cahier de l'environnement n° 237. Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage, Berne, 163 p.

Louis P., 1922 : Der Einfluss der Aare in den Bielersee. Communiqués de la Société bernoise des sciences naturelles n° 3, 27 p.

Maurer V., 1992 : Die Produktionsbiologie von Bieler- und Neuenburgersee 1987 – 1988. Thèse de doctorat, Université de Berne.

Minder L., 1936 : Untersuchungen am Bielersee. Vierteljahresschrift der Naturforschenden Gesellschaft Zürich, 81, 107 – 176.

Müller K. 1982 : Die Bielerseesedimente 1878 – 1978. Thèse de doctorat, Université de Berne.

Nast M., 2006 : überflutet – überlebt – überlistet: Die Geschichte der Juragewässerkorrekturen, Verein Schlossmuseum Nidau, Bienne.

Nydegger P., 1957 : Vergleichende limnologische Untersuchungen an sieben Schweizerseen. Beiträge zur Geologie der Schweiz – Hydrologie Nr. 9, Kümmerly und Frey, Berne.

Santschi P., 1975 : Chemische Prozesse im Bielersee. Thèse de doctorat, Université de Berne.

Santschi P., Schindler P. W., 1977 : Chemical and geochemical studies of Lake Biel: A mass balance for Lake Biel and its implications for the rates of erosion of the drainage area. Schweizer Zeitschrift für Hydrologie 39, 182 – 200.

Schneider J., 1904 : Untersuchungen über die Tiefsee-Fauna des Bielersees. Communiqués de la Société bernoise des sciences naturelles, 165 – 195.

Zweifel N., 2014 : Makrozoobenthos in Berner Seen. Rapport de stage destiné à l'Office des eaux et des déchets du canton, Berne, 34 p.

## **5 Renseignements**

[wasser@bafu.admin.ch](mailto:wasser@bafu.admin.ch)

## **6 Internet**

<http://www.bafu.admin.ch/wasser/13465/13483/14095/index.html>

## 7 Annexe : Caractéristiques du lac de Biene et de son bassin versant

### *Morphologie du lac*

Surface .....	37,8 km <sup>2</sup>
Volume .....	1,12 km <sup>3</sup>
Niveau du lac au-dessus du niveau de la mer .....	429,0 m
Longueur des rives .....	56,4 km
Longueur maximale .....	15,5 km
Largeur maximale .....	3,4 km
Profondeur maximale .....	74 m
Profondeur moyenne .....	30 m
Débit moyen .....	250 m <sup>3</sup> /s
Temps de séjour théorique .....	0,1 a
Surface du lac à l'étranger .....	0 %

### *Géographie physique du bassin versant*

Altitude moyenne .....	1143 m
Altitude maximale .....	4262 m

### *Occupation et utilisation des sols dans le bassin versant (état : 2006, AEE 2010, OFEV 2013)*

Surface totale sans le lac .....	8196 km <sup>2</sup>
Surface du BV en Suisse .....	98,9 %
Surface urbanisée, agglomérations, parcs .....	4,7 %
Industrie, transports, artisanat .....	0,3 %
Terres cultivables .....	26,6 %
Pâturages permanents .....	11,9 %
Cultures permanentes, vignes, vergers .....	1,3 %
Forêts, broussailles .....	40,5 %
Surfaces proches de la nature sans végétation .....	10,1 %
Plans d'eau et surfaces humides <sup>1</sup> .....	4,5 %

### *Population (état : 2011, OFS 2011)*

Nombre d'habitants dans le BV (milliers) .....	1095,5
--	--------

### *Agriculture (relevé des structures agricoles, OFS 2010)*

Plaines .....	25,3 %
Collines .....	7,4 %
Montagne I .....	8,4 %
Montagne II .....	9,7 %
Montagne III .....	5,1 %
Montagne IV .....	2,4 %
Estivage .....	37,0 %
Unités de gros bétail dans le bassin versant (sans le lac) .....	0,072 ha <sup>-1</sup>

---

<sup>1</sup> sans le lac de Biene