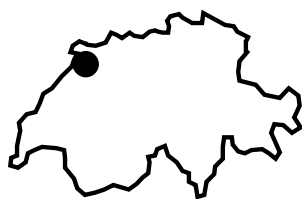


11 Fascicules de présentation des étangs et petits lacs de Suisse

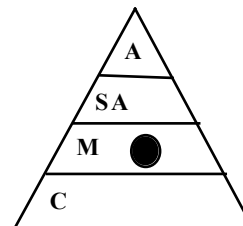
Un des produits de l'étude sur la diversité biologique des plans d'eau de Suisse est constitué par des fascicules réunissant des données de base et les résultats détaillés de l'étude de chaque étang. Les caractéristiques mésologiques et biologiques du plan d'eau sont présentées, ainsi que les conclusions découlant de l'analyse comparative de l'ensemble des étangs et de l'application des modèles prédictifs. Ces derniers conduisent à formuler des propositions susceptibles d'orienter la gestion des étangs étudiés dans l'optique de la conservation de la biodiversité. Ces fascicules et le manuel d'explications et de légendes qui les accompagne sont essentiellement destinés aux services cantonaux et communaux concernés, ainsi qu'aux institutions qui sont en charge de la conservation et de la gestion de ces milieux.

Les fascicules correspondant aux quatre-vingt étangs étudiés sont également réunis dans le volume II de ce rapport, déposé à l'OFEFP. A titre d'exemple un fascicule est présenté ci-après (étang BE0254), suivi du manuel d'explication qui accompagne chacun d'entre eux lorsqu'ils sont livrés indépendamment de ce rapport.

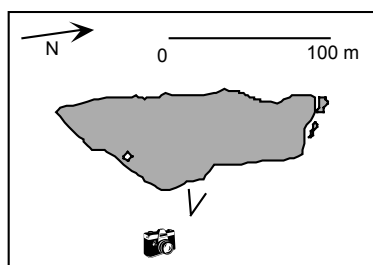
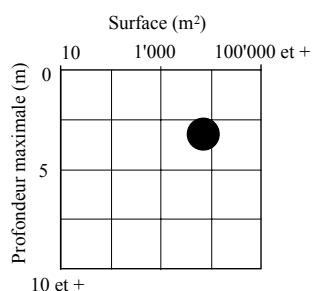
SITUATION GEOGRAPHIQUE ET STATUT

**Marnière**

Commune :
Tramelan (BE)
(OFS : 446)
Coordonnées :
231.100 / 573.450



Altitude : 1030m



Région biogéogr. :
Jura
Région phytogéogr. :
Jura ouest
Région zoogéogr. :
12 (Franches-Montagnes)



LEBA, juillet 1996

Origine : artificielle

Age: > 100 ans

Affectation des sols au Plan Directeur :

zone agricole

Propriétaire : commune (Tramelan)

Gestionnaire : Société de pêche de la Marnière

Statut de protection :

réserve naturelle communale (un nouveau statut communal est en cours d'élaboration)

Inventaires fédéraux :

IBN (Inventaire des sites de reproduction de batraciens d'importance nationale)

Pour légendes et explications, se référer au manuel d'utilisation



UNIVERSITÉ DE GENÈVE
LABORATOIRE D'ÉCOLOGIE ET DE BIOLOGIE
AQUATIQUE
18, CH. DES CLOCHETTES 1206 GENEVE
TÉL. : 022 705 71 01

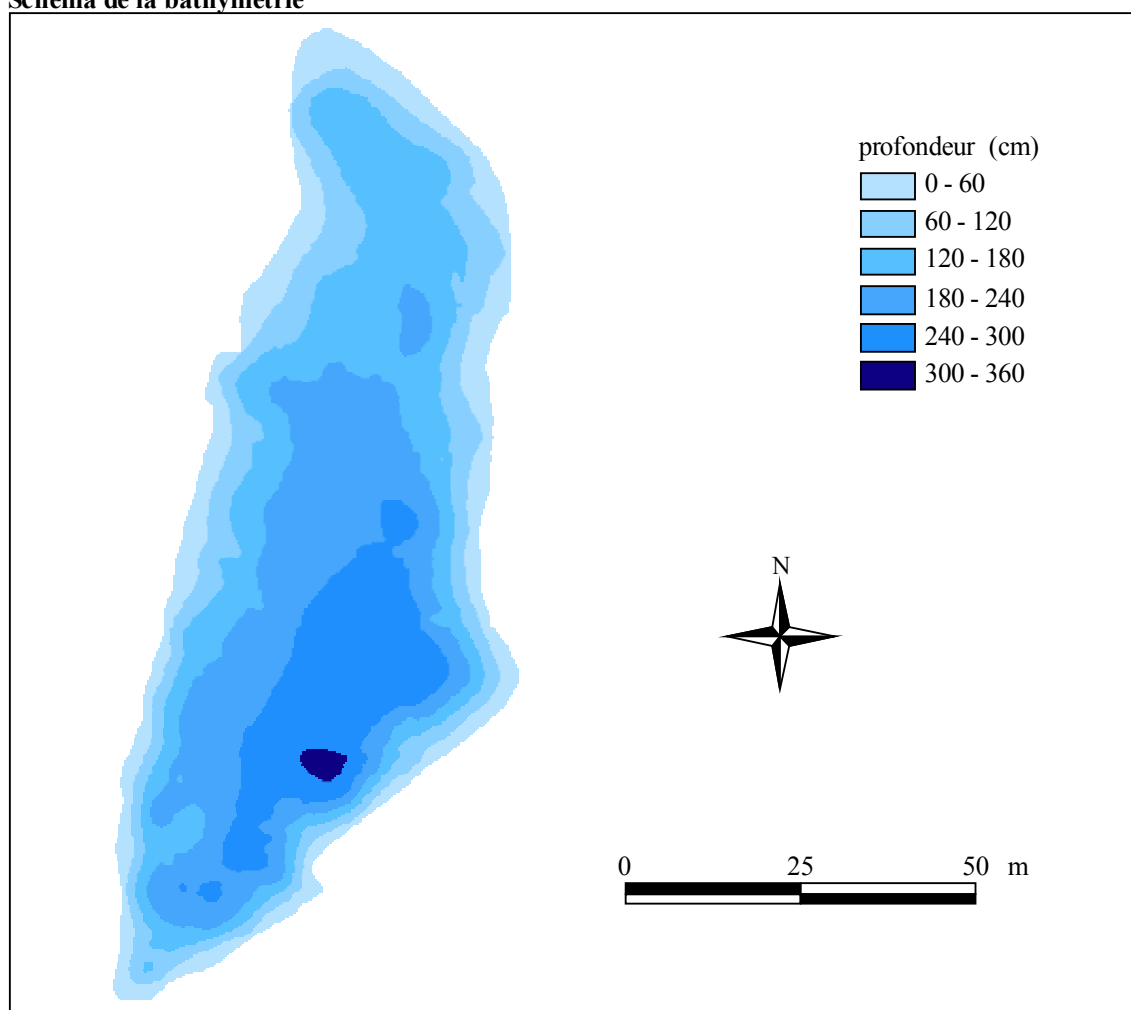


OFFICE FÉDÉRAL DE L'ENVIRONNEMENT,
DES FORÊTS ET DU PAYSAGE
1996-99

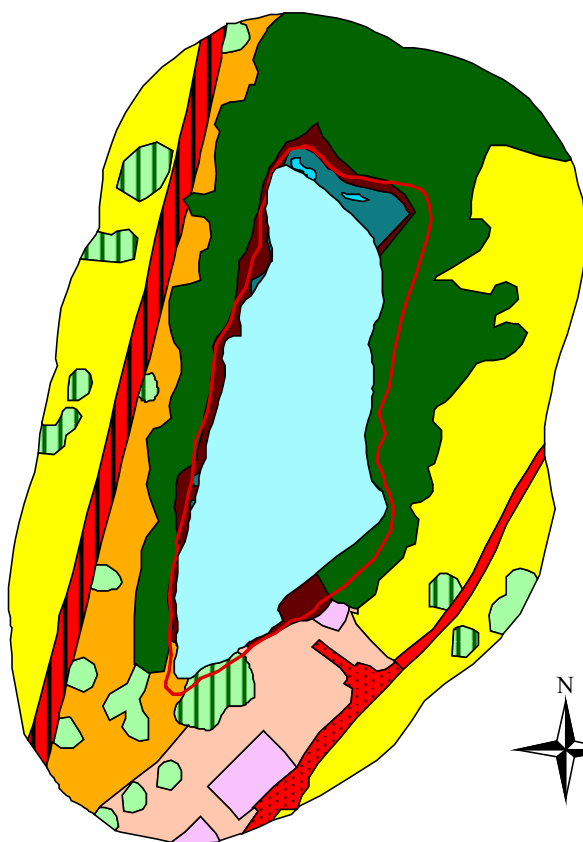
MORPHOMÉTRIE

Surface du plan d'eau :	6567 m ²
Longueur des rives :	385 m
Développement des rives :	1.34
Ombrage moyen du plan d'eau :	1 à 5 %
Ombrage moyen des rives :	51 à 75 %
Profondeur maximale :	310 cm
Profondeur moyenne :	180 cm (± 65)
Affluents :	2
Emissaire :	1

Schéma de la bathymétrie



ENVIRONNEMENT IMMÉDIAT (sur 50 mètres)



relevés du 8.7.96



© Photographie de l'Office fédéral de topographie (13.7.96)



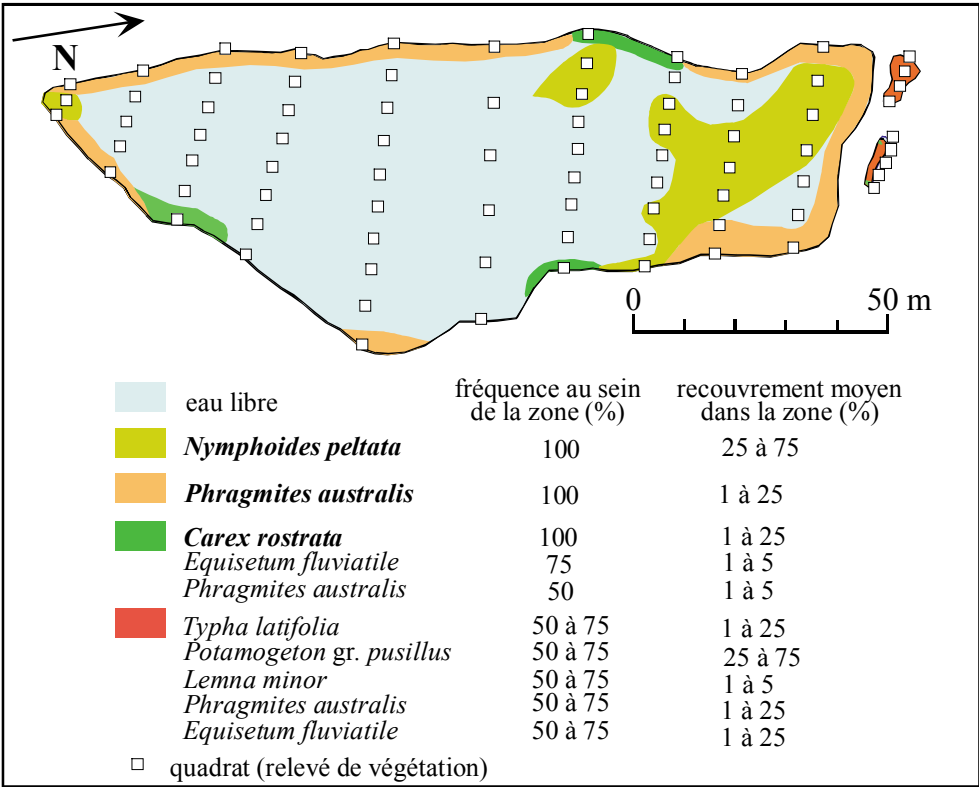
- Plan d'eau
- Eaux calmes 1.1
- Roselière lacustre 2.1.2.1
- Gazon artificiel, terrains de sport, milieu urbain, etc. 4.0.2
- Ensemencement après terrassement, basse altitude (talus de route, etc.) 4.0.3
- Pâturage de basse et moyenne altitude 4.5.3
- Plantation de feuillus 6.0.1
- Plantation de feuillus, Plantation de conifères 6.0.1+6.0.2
- Plantation de conifères 6.0.2
- Terrains piétinés et rudéraux 7.1
- Bâtiment habité 9.2.1
- Route revêtue 9.3.2
- Route 9.3.2.1
- Chemin de terre battue sans végétation 9.3.3
- Chemin pédestre 9.3.99

(Numérotation selon la typologie des milieux naturels de Suisse (Delarze et al., 1998))

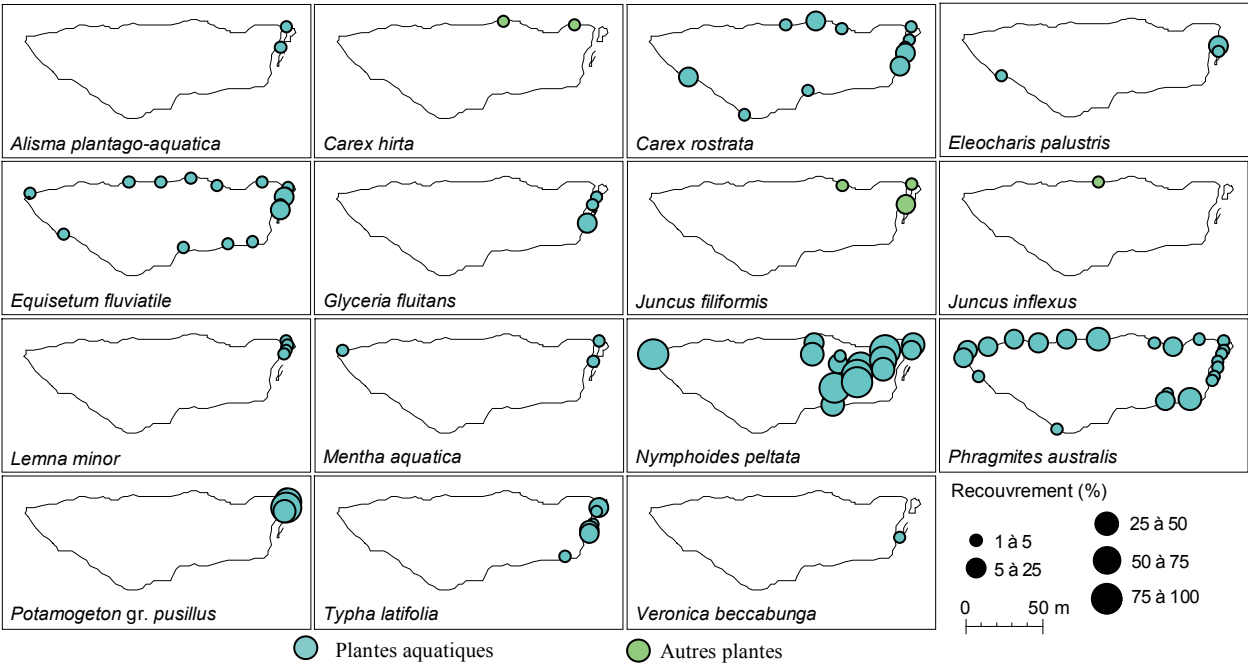


VÉGÉTATION (9.7.1996)

Zonation végétale



Distribution et abondance des espèces (selon relevés par quadrat)



VÉGÉTATION (9.7.1996)

☐ Liste des espèces

	Fréquence % (quadrats)	Hydrophilie				Menace			Protection	
		H	1	2	3	EU	CH	1.1	CH	PC
Plantes aquatiques										
<i>Alisma plantago-aquatica</i> L. Flûteau commun, Plantain-d'eau	3	5	i	1	0	U	U	U	-	-
<i>Caltha palustris</i> L. Caltha des marais, Populage	0	5	-	0	0	U	U	U	-	-
<i>Carex rostrata</i> Stokes Laiche à utricules contractés en bec	14	5	i	1	0	U	U	U	-	-
<i>Eleocharis palustris</i> (L.) Roem. & Schult. Héléocharis des marais	4	5	i	1	0	U	U	U	-	-
<i>Equisetum fluviatile</i> L. Prêle des eaux courantes	19	5	i	1	0	U	U	U	-	-
<i>Glyceria fluitans</i> (L.) R. Br. Brouille, Glycérie flottante	4	5	i	1	1	U	U	U	-	-
<i>Juncus filiformis</i> L. Jonc filiforme	4	5	-	1	0	U	U	PP	-	-
<i>Juncus inflexus</i> L. Jonc courbé, Jonc des jardiniers	1.3	5	-	1	0	U	U	U	-	-
<i>Lemna minor</i> L. Petite lentille d'eau	5	5	s	0	0	U	U	U	-	-
<i>Mentha aquatica</i> L. Menthe aquatique	4	5	-	1	0	U	U	U	-	-
<i>Nymphoides peltata</i> (S. G. Gmel.) Kuntze Nymphoïdès pelté, Petit nénufar	19	5	v	0	0	U	(R)	PP	-	-
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Steud. Canne à balais, Roseau commun	28	5	i	1	0	U	U	U	-	-
<i>Potamogeton</i> gr. <i>pusillus</i> Potamot groupe pusillus	5	5	u	0	0	U	U	V	-	-
<i>Typha latifolia</i> L. Massette à larges feuilles	8	5	i	1	0	U	U	U	-	T
<i>Veronica beccabunga</i> L. Cresson-de-cheval, Véronique beccabonga	1.3	5	-	1	1	U	U	U	-	-
Autres plantes										
<i>Carex hirta</i> L. Laiche hérissée	3	3	-	1	0	U	U	U	-	-

Légende dans le "manuel d'utilisation"

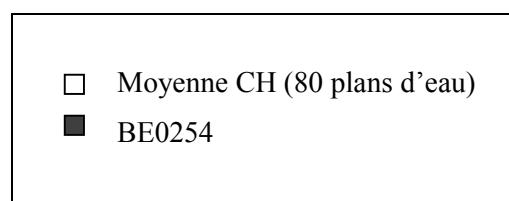
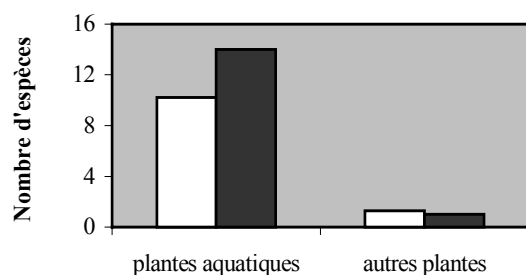
total : 0 1

☐ Nombre d'espèces en danger: 1☐ Richesse spécifique du plan d'eau (dans les quadrats)

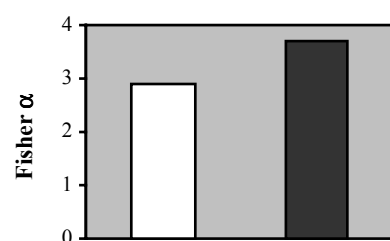
UNIVERSITÉ DE GENÈVE
LABORATOIRE D'ÉCOLOGIE ET DE BIOLOGIE
AQUATIQUE
18, CH. DES CLOCHETTES 1206 GENEVE
TÉL. : 022 705 71 01



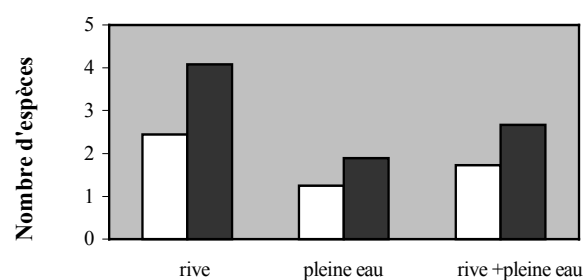
OFFICE FÉDÉRAL DE L'ENVIRONNEMENT,
DES FORÊTS ET DU PAYSAGE
1996-99



□ Indice de diversité (Fisher α)

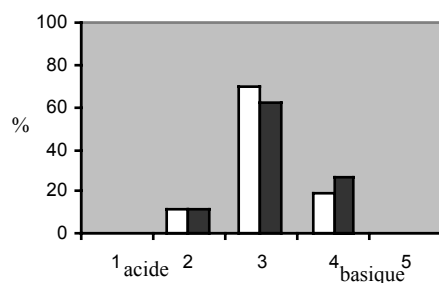


□ Mo

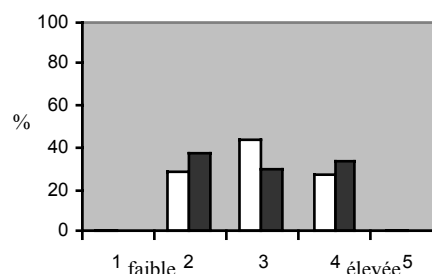


□ Caractéristiques écologiques des espèces présentes (selon Landolt, 1977)

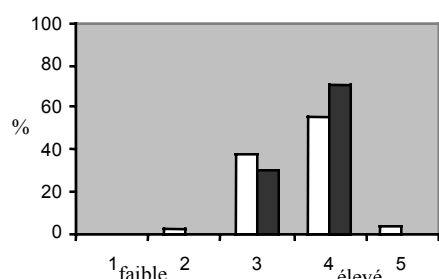
% du nombre total d'espèces en ordonnée, classes 1-5 en abscisse.



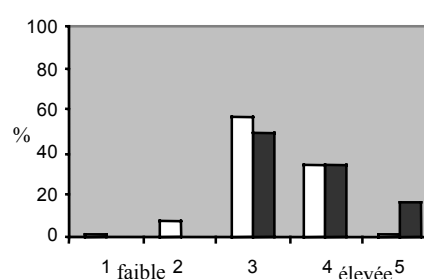
indice d'acidité du sol



teneur en nutriments du sol



éclairage



température

FAUNE : INVERTÉBRÉS AQUATIQUES

❑ Principaux habitats du plan d'eau

- Hydrophytes à feuilles flottantes (*Nymphoïdes peltata*)
- Grands hélophytes (*Phragmites australis*)
- Petits hélophytes de l'interface eau-terre

❑ Liste des espèces

	Menace (statut)		Estimation de l'abondance					
	CH	EU	larves	exuvies	im- matures	adultes	accouple- ments	pontes
 ODONATES (LIBELLULES) (cumul des relevés des 8.7.96, 13.7.96, 19.7.96, 8.8.96 et 5.9.96)								
<i>Coenagrion hastulatum</i> Charpentier Agrion hasté	3	4				+++		
<i>Coenagrion puella</i> Linnaeus Agrion jouvencelle	5	5	+++			++++		
<i>Enallagma cyathigerum</i> Charpentier Agrion porte-coupe	5	5				++++		
<i>Ischnura elegans</i> Van der Linden Agrion élégant	5	5	1		+++	++++	+	
<i>Pyrrosoma nymphula</i> Sulzer Petite nymphe au corps de feu	5	5				+++		
<i>Aeshna cyanea</i> Mueller Aesche bleue	5	5				+++		+
<i>Aeshna grandis</i> Linnaeus Grande Aesche	5	5	1	1		++		+
<i>Aeshna juncea</i> Linnaeus Aesche des joncs	5	5				+	+	
<i>Aeshna</i> sp.			++					
<i>Anax imperator</i> Leach Anax empereur	5	5				+		
<i>Somatochlora metallica</i> Van der Linden Cordulie métallique	5	5	+			+++		
<i>Libellula depressa</i> Linnaeus Libellule déprimée	5	5	+		1			
<i>Libellula quadrimaculata</i> Linnaeus Libellule à quatre taches	5	5				1		
<i>Orthetrum cancellatum</i> (Linnaeus) Orthétrum réticulé	5	5				+		
* <i>Sympetrum sanguineum</i> Mueller Sympétrum rouge sang	5	5	+++					
<i>Sympetrum vulgatum</i> Linnaeus) Sympétrum vulgaire	5	5				+		

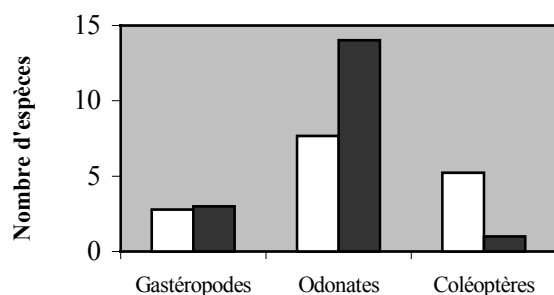
* espèce non prise en compte dans l'index de richesse spécifique

	menace (statut) CH	Estimation de l'abondance	
		coquilles vides	coquilles pleines
 GASTEROPODES (le 8.7.96)			
<i>Gyraulus laevis</i> (Alder)	1		++
Planorbe lisse			
<i>Hippeutis complanatus</i> (Linnaeus)	3		+++
Planorbe aplatie			
<i>Radix peregra</i> (Müller)	5		++
Limnée voyageuse			
 SPHAERIIDAE (le 8.7.96)			
<i>Pisidium casertanum</i> (Poli)	5		+
Pisidie commune			
 COLEOPTERES (le 8.7.96)		larves	adultes
<i>Hydrobius fuscipes</i> (Linnaeus)	nd		1

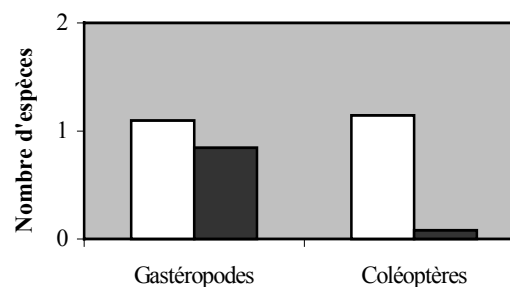
nd : non défini

☐ Nombre d'espèces d'invertébrés en danger: 3

☐ Richesse spécifique totale du plan d'eau
(selon méthode standardisée):



☐ Moyenne des richesses spécifiques par relevé:



☐ moyenne CH (80 plans d'eau)

■ BE0254

FAUNE : AUTRES OBSERVATIONS

(Liste qualitative et non-exhaustive de groupes taxonomiques observés mais non inclus dans l'application de la méthode PLOCH)

	présence / absence	source des données
BRYOZOAIRES	-	
HYDRES	-	
MOLLUSQUES BIVALVES		
Unionidés	-	
Sphaeriidés	+	1
Dreissenidés	-	
TRICLADES	-	
HIRUDINÉES	+	1
CRUSTACÉS		
Aselles	-	
Gammares	-	
Décapodes	-	
HYDRACARIENS	-	
ÉPHÉMÉROPTÈRES	+	1
PLÉCOPTÈRES	-	
ODONATES (larves)		
Zygoptères	+	1
Anisoptères	+	1
HÉTÉROPTÈRES	+	1
MÉGALOPTÈRES	+	1
LÉPIDOPTÈRES	-	
TRICHOPTÈRES	+	1
BATRACIENS		
<i>Alytes obstetricans</i> (Crapaud accoucheur)*	+	3
<i>Bufo bufo</i> (Crapaud commun)*	+	3
<i>Rana esculenta</i> (Grenouille verte)*	+	3
<i>Triturus alpestris</i> (Triton alpestre)*	+	3
<i>Triturus helveticus</i> (Triton palmé)*	+	3
POISSONS	+	2+4

* : espèce menacée (liste rouge Suisse)

1 : prélèvements du 9.7.1996

2 : observations du 9.7.1996

3 : base de données du CSCF

4 : observations des gestionnaires



PHYSICO-CHEMIE DE L'EAU

Mesures et analyses

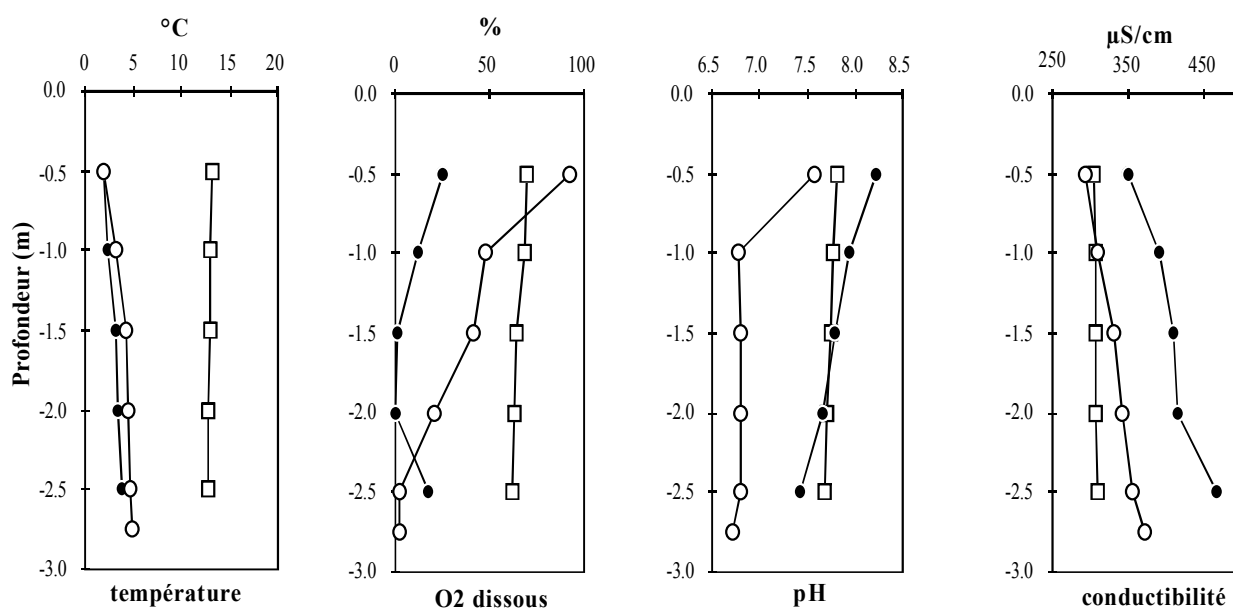
	Unités	9.7.1996		25.1.1997 ⁽¹⁾		27.1.1998 ⁽²⁾	
		Surface (-0.50 m)	Fond (-2.50 m)	Surface (-0.50 m)	Fond (-2.50 m)	Surface (-0.50 m)	Fond (-2.75 m)
température	°C	13.1	12.7	2.0	3.9	2.0	4.9
pH		7.8	7.7	8.2	7.4	7.6	6.7
conductibilité (à 25°C)	µS/cm	304	309	350	467	294	371
oxygène dissous	mg/l	6.54	5.91	3.17	0.03	11.20	0.24
saturation en oxygène	%	70	62	25	17	92	1.8
ammoniaque (NH ₄ ⁺)	mg/l N	0.030		0.210		0.150	
nitrites (NO ₂ ⁻)	mg/l N	0.003		0.007		0.001	
nitrates (NO ₃ ⁻)	mg/l N	0.200		0.300		0.200	
phosphate (PO ₄ ⁻⁻⁻)	mg/l P	0.010		0.010		0.020	
phosphore total	mg/l P					0.111	
dureté totale	mg/l CaCO ₃	154		169		135	
dureté calcique	mg/l CaCO ₃	141		165		125	
dureté magnésique	mg/l CaCO ₃	13		4		10	
transparence (Snellen)	cm	12		56		13	

1) couverture de glace (20 cm)

2) couverture de glace (35 cm)

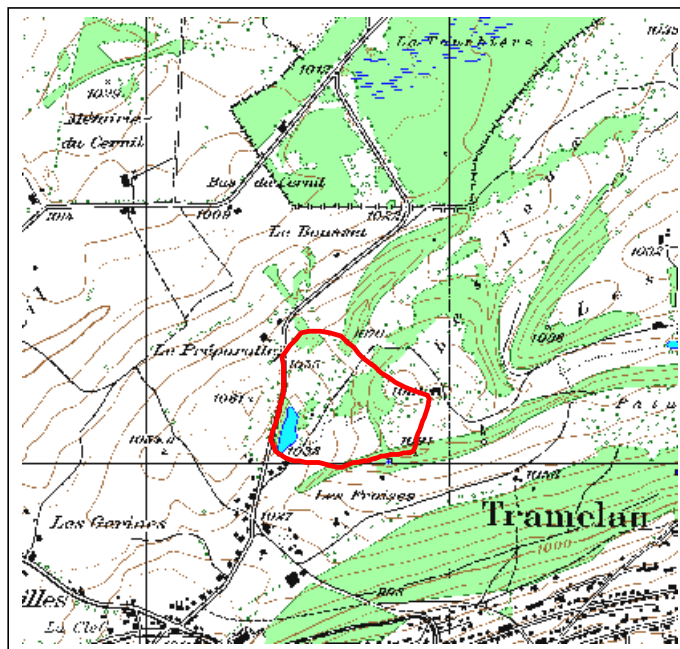
Profils de température, d'oxygène dissous, de pH et de conductibilité :

□ : été (9.7.1996) ● : hiver (25.1.1997) ○ : hiver (27.1.1998)



BASSIN VERSANT

□ Schéma du bassin versant

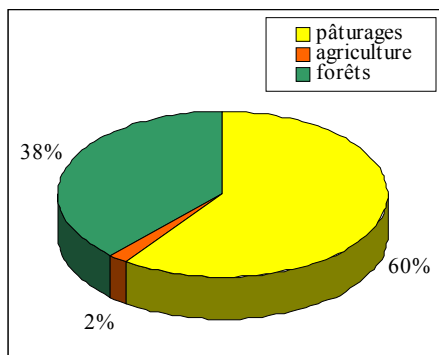


Fond de carte numérique CP25 au 1:25000, reproduit avec l'autorisation de l'Office fédéral de topographie (BA002171)

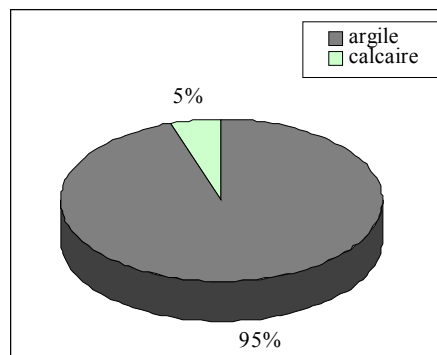
□ Caractéristiques du bassin versant:

Superficie:	162100 m ²
Altitude maximale:	1090 m
Pente moyenne:	7 degrés
Longueur des rivières:	0 m
Intensité de drainage:	0 m de rivière / m ² de bassin versant
Densité de population:	0 hab. / km ²

□ Occupation du sol:



□ Géologie:



USAGES - GESTION

☐ **Affectation / Usages** -pêche

☐ **Menaces**

- piétinement excessif de la végétation palustre
- apports excessifs en nutriments
- problème d'étanchéité au niveau de l'exutoire

☐ **Mesures de gestion**

en cours: (gestion par la Société de pêche de la Marnière)

empoissonnement, pêche, amendement, traitement (pesticides), vidange et curage

Mesures proposées	Résultats attendus / Objectifs visés
Maintenir les zones d'atterrissement riches en végétation submergée, flottante et émergente = zones de profondeur modérée (< 1.5 m). En particulier, préserver le Nord du plan d'eau (sur 50 m) et les herbiers de « petit nénuphar ».	Maintien et élévation de la valeur de conservation et des richesses des peuplements en Gastéropodes et en Coléoptères. Cette mesure devrait également favoriser les conditions de vie du Gastéropode menacé d'extinction <i>Gyraulus laevis</i> .
L'étang peut être recreusé partiellement pour maintenir des zones à un stade pionnier. Favoriser la présence de zones de faible profondeur colonisables par la végétation submergée ou flottante.	Maintien voire augmentation de la valeur des peuplements d'Amphibiens et de végétaux. Cette mesure devrait également favoriser les conditions de vie de <i>Gyraulus laevis</i> .
L'étang peut rester à un stade eutrophe, mais ne devrait pas devenir hypertrophe. Dans ce but, éviter un excès de nutriments : par exemple réduire les apports directs (nourriture pour poissons).	Maintien et amélioration de la valeur de conservation de la communauté des Odonates. Cette mesure devrait également être profitable à la richesse spécifique de la flore et des Coléoptères, et amélioration des conditions de vie de <i>Gyraulus laevis</i> .
Creuser un nouvel étang à vocation batracologique dans la roselière au nord (cf. mesures proposées dans l'inv. des sites de reprod. des batraciens).	Augmentation des effectifs des populations d'Amphibiens. Cette mesure devrait également être profitable aux autres communautés.
Augmenter l'ensoleillement en abattant quelques arbres à proximité de ce nouvel étang (cf. mesures proposées par l'OFEFP, 1994).	Augmentation des effectifs des populations d'Amphibiens. Cette mesure devrait être également bénéfique aux Odonates.
Réaliser un suivi des communautés d'Odonates, de Gastéropodes et d'Amphibiens ; par exemple réaliser un inventaire semi-quantitatif tous les 2 ans.	Evaluation des fluctuations des effectifs des espèces menacées.
Eviter un piétinement excessif des rives qui détruirait la végétation palustre. Il faut toutefois relever qu'un piétinement de faible ou moyenne intensité n'est pas forcément négatif et peut même être profitable à certaines espèces végétales.	Amélioration des conditions de vie des plantes palustres.
Remarque : Le problème de l'étanchéité de l'exutoire ne constitue pas une menace pour la biodiversité. Au contraire, des variations du niveau de l'eau d'une amplitude importante offrent souvent des conditions de milieu très bénéfiques à de nombreuses espèces menacées.	

BIBLIOGRAPHIE

- Inventaire des sites de reproduction de batraciens d'importance nationale. OFEFP. 1994
- Petits plans d'eau du canton de Berne. Guthruf J., Guthruf-Seiler K & M. Zeh. Office de la protection des eaux et de la gestion des déchets du canton de Berne, Laboratoire pour la protection des eaux et du sol. 1999.
- Ordonnance sur la protection des sites de reproduction de batraciens d'importance nationale. 15.6.2001.



RESUME

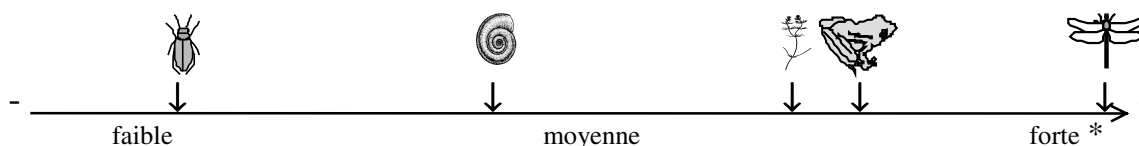
La *Marnière* est un étang montagnard de surface et de profondeur moyennes. Ses rives ombragées présentent un caractère naturel avec quelques secteurs artificiels. Elles sont de pente généralement forte et d'un développement moyen. Elles sont en grande partie colonisées par *Phragmites australis*.

Environnement immédiat : L'étang est cerné par un cordon boisé plus ou moins dense (feuillus et conifères).

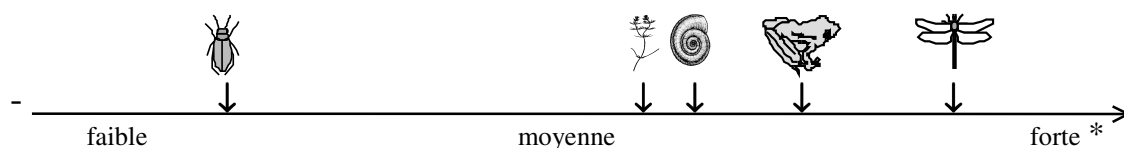
Les environs de ce cordon sont occupés par des habitations (au sud), une route et un pâturage (à l'ouest et à l'est) et des feuillus et conifères (au nord).

Végétation-Faune : La qualité du plan d'eau est bonne, du point de vue de la conservation des espèces et surtout de celui de la diversité avec d'importantes richesses en plantes aquatiques (14 espèces), en Odonates (14 espèces) et en Batraciens (6 espèces). En revanche, le peuplement de Gastéropodes est moyennement riche et celui de Coléoptères particulièrement pauvre. Neuf espèces sont classées sur les listes rouges suisses : une plante aquatique (*Nymphoides peltata*), deux espèces de Gastéropodes (*Hippeutis complanatus* et *Gyraulus laevis* menacée d'extinction), une espèce d'Odonate (*Coenagrion hastulatum*) et 5 espèces de Batraciens (*Triturus alpestris*, *Triturus helveticus*, *Alytes obstetricans*, *Bufo bufo*, *Rana esculenta*).

Richesse totale

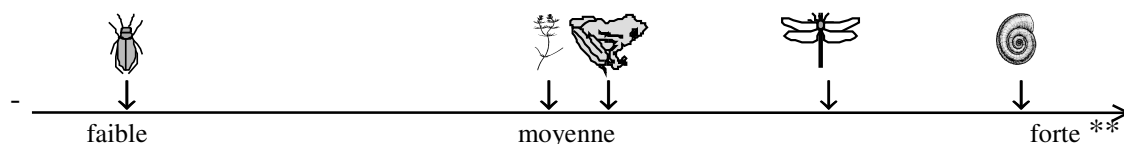


Valeur de conservation 1 (ensemble des espèces)



* échelle calculée pour chaque groupe biologique et pour chaque plan d'eau à partir d'une modélisation intégrant des pondérations liées aux caractéristiques biogéographiques, morphométriques et physico-chimiques (données de 80 plans d'eau)

Valeur de conservation 2 (moyenne par espèce)



** échelle calculée d'après le classement des 80 plans d'eau

Physico-chimie : La conductibilité et la dureté sont moyennement élevées. Le pH est neutre et la transparence des eaux est faible en été. Moyennement riche en oxygène, l'eau plus ou moins anoxique en profondeur (hiver). Relativement moyenne en azote minéral, la concentration des eaux en phosphore est en revanche. En l'absence d'oxygène, les teneurs en azote ammoniacal, relativement élevées, sont peu propices à la survie de certains organismes sensibles (poissons notamment).



Usages-gestion : Les recommandations pour la gestion du plan d'eau sont présentées sur la page précédente

" MANUEL D'UTILISATION "

PRESENTATION DES FASCICULES DES PLANS D'EAU

Chaque fascicule présente une caractérisation simple des conditions du milieu et de son environnement immédiat ainsi qu'une mesure de la diversité floristique et faunistique de chaque plan d'eau. Il présente également une estimation de la valeur écologique de chaque étang en terme de biodiversité et des propositions de gestion ciblées sur leurs potentialités et les problèmes qui leur sont propres.

Chaque fascicule comprend onze rubriques :

1. SITUATION GEOGRAPHIQUE ET STATUT
2. MORPHOMETRIE
3. ENVIRONNEMENT IMMEDIAT
4. VEGETATION
5. FAUNE : INVERTEBRES AQUATIQUES
6. FAUNE : AUTRES OBSERVATIONS
7. PHYSICO-CHIMIE DE L'EAU
8. BASSIN VERSANT
9. USAGES - GESTION
10. BIBLIOGRAPHIE
11. RESUME

SITUATION GEOGRAPHIQUE ET STATUT

- Données administratives et géographiques
- Document photographique.

Cette première page constitue en quelque sorte la carte d'identité du plan d'eau. Elle donne au gestionnaire des renseignements d'ordre administratif ainsi que sur le lieu et l'aspect du site.

LEGENDE

OFS : Office Fédéral de Statistique (no de la commune).

Les coordonnées géographiques (latitude et longitude) sont relevées sur les cartes topographiques nationales au 1:25'000.

C : collinéen; **M** : montagnard; **SA** : subalpin ; **A** : alpin (étages altitudinaux)

 < : angle de prise de vue de la photographie de l'étang

Régions biogéographiques : Alpes centrales occidentales, Alpes centrales orientales, Jura, Plateau, versant nord des Alpes, versant sud des Alpes (Gonseth et al., 2001).

Régions phytogéographiques (selon Landolt, 1991) : **1.1**: Jura ouest, **1.2**: Jura nord, **1.3**: Suisse nord-est, **2.1**: Plateau ouest, **2.2**: Plateau est, **3.1**: Nord des Alpes ouest, **3.2**: Nord des Alpes est, **4.1**: Alpes centrales ouest, **4.2**: Alpes centrales est, **5**: Sud des Alpes

Régions zoogéographiques (selon Sauter, 1968 ; Dufour, 1986 ; Geiger, 1986) : **11**: JKN Jura plissé; **12**: JPF Franches-Montagnes; **13**: JTO Jura tabulaire, Bâle; **24**: MIA Aar bassin supérieur; **25**: MIG bassin lémanique; **21**: MEA Aar bassin inférieur; **22**: MEN Napf; **23**: MET Töss; **26**: MIR région Rhin-Thur; **27**: MIZ Suisse centrale; **4**: ANB Alpes occidentales + Berne; **5**: ANG Alpes Glaris; **6**: ANI Alpes centrales; **7**: ANT Säntis; **3**: AIW Valais; **1**: AIB Grisons Nord + centre; **2**: AIE Engadine; **8**: ASN Alpes sud; **31**: RPE Plaine du Pô

MORPHOMETRIE

- Caractéristiques du plan d'eau
- Carte bathymétrique

LEGENDE

Développement des rives : indique le degré de sinuosité des rives par rapport à la surface du plan d'eau, sachant que le développement minimal correspond au pourtour d'un disque de même surface et est égal à 1. Le calcul du développement des rives est effectué selon la formule :

$$\text{développement} = \frac{L}{2\sqrt{\pi A}} \quad \text{avec} \quad \begin{array}{l} A = \text{aire du plan d'eau (m}^2\text{)} \\ L = \text{longueur des rives (m)} \end{array}$$

A titre d'exemple, sur les 80 étangs prospectés, le développement des rives oscille entre 1 et 3.3, avec une moyenne de 1.5 et une médiane de 1.3.

Ombrage : projection verticale au sol des frondaisons de la végétation ligneuse

ENVIRONNEMENT IMMEDIAT

- Photographie aérienne du plan d'eau et de son environnement (sur une distance d'environ 50 mètres)
- Cartographie des milieux environnants selon la typologie développée par Delarze *et al.* (1998)

Une photographie aérienne en couleur à l'échelle approximative de 1:2'000 a été effectuée pour cette étude par l'Office Fédéral de Topographie afin de pouvoir visualiser l'environnement dans lequel se situe le plan d'eau et cartographier les principaux types de milieux et les formations végétales qui l'entourent, ainsi que l'importance de la pression humaine qui s'exerce sur le site.

LEGENDE

OFT : Office Fédéral de Topographie

Les types de milieux de Suisse entrent dans les grandes catégories suivantes (Delarze *et al.*, 1998) :

- | | |
|---|--|
| <p>1. Eaux libres</p> <ul style="list-style-type: none"> 1.1 eaux calmes 1.2 eaux courantes 1.3 sources et suintements 1.4 eaux souterraines <p>2. Végétation des rivages et des lieux humides</p> <ul style="list-style-type: none"> 2.0 rivage sans végétation 2.1 rivage avec végétation 2.2 bas marais 2.3 prairies humides 2.4 tourbières 2.5 végétation annuelle temporairement inondée <p>3. Glaciers, rochers, éboulis, graviers</p> <ul style="list-style-type: none"> 3.1 glaciers, névés 3.2 alluvions et moraines 3.3 éboulis 3.4 parois rocheuses 3.5 grottes et cavernes obscures <p>4. Pelouses, prairies</p> <ul style="list-style-type: none"> 4.0 gazons et prairies artificielles 4.1 dalles rocheuses et lapiez 4.2 pelouses sèches thermophiles 4.3 pelouses et pâturages maigres d'altitude 4.4 combes à neige 4.5 prairies grasses 4.6 friches à graminées | <p>5. Lisières, mégaphorbiaies, broussailles</p> <ul style="list-style-type: none"> 5.1 lisières herbacées (ourlets) 5.2 mégaphorbiaies, coupes forestières 5.3 formations buissonnantes : manteau, fourrés, haies 5.4 landes <p>6. Forêts</p> <ul style="list-style-type: none"> 6.0 plantations, arbres isolés 6.1 forêts inondables 6.2 hêtraies 6.3 autres forêts de feuillus 6.4 pinèdes thermophiles 6.5 forêts de tourbière 6.6 forêts de conifères d'altitude <p>7. Végétation pionnière des endroits perturbés par l'homme (milieu rudéral)</p> <ul style="list-style-type: none"> 7.1 terrains piétinés et rudéraux 7.2 milieux rocheux anthropogènes <p>8. Plantations, champs, cultures</p> <ul style="list-style-type: none"> 8.1 cultures de plantes ligneuses 8.2 cultures de plantes herbacées <p>9. Milieux construits</p> <ul style="list-style-type: none"> 9.1 décharges, dépôts 9.2 bâtiments 9.3 surfaces revêtues 9.4 voies ferrées |
|---|--|

Certains types de milieux n'ont pas de correspondance chiffrée mais appartiennent à la catégorie « objets particuliers » ; d'autres ne figurent pas dans la typologie « Delarze *et al.* ». Ces milieux sont mentionnés ci-dessous avec le numéro qui leur a été attribué dans le cadre de cette étude.

1.97	ruisseau	1.98	ruisselet	1.99	fossé (eau stagnante)	3.99	gravière
4.0.99	talus de route	7.1.99	aire (piétinée) de pique-nique				
9.3.99	chemin pédestre	9.97	banquette	9.98	pylône	9.99	terrain vague

VEGETATION

- Cartographie de la végétation aquatique
- Distribution des espèces avec indication de leur abondance relative
- Liste floristique avec indication de la fréquence à laquelle chaque espèce a été observée dans l'étang, des degrés d'humidité et de menace (européen, national et régional), ainsi que du statut de protection aux échelons national et cantonal de chaque espèce
- Nombre d'espèces menacées en Suisse
- Richesse et diversité floristiques
- Caractéristiques écologiques de la flore

Des relevés de végétation sont effectués selon une méthode standardisée (méthode « PLOCH », présentée dans Oertli *et al.*, 2000). Ils ont été réalisés dans des quadrats de 0.5 m de côté placés tous les 5 m le long de transects espacés de 10 m (5m dans le cas de petits étangs, et 20 m dans celui de grands étangs), tel que figuré par les petits carrés blancs reportés sur la première figure.

Complétés par une prospection de l'ensemble du plan d'eau (en plongée si nécessaire) et de ses rives, ces relevés permettent de dresser une liste floristique des plantes aquatiques observées dans l'étang et des principales plantes palustres situées sur les berges mêmes du plan d'eau.

A partir des relevés et d'observations de terrain complémentaires, les zones formées par les principaux groupements végétaux sont reconstituées avec mention de la fréquence des espèces au sein de la zone et du taux de recouvrement des fonds ou de la surface de l'eau. Sont également déduites la distribution des espèces et leur abondance en termes de recouvrement dans les relevés.

Le tableau présente la liste floristique de l'étang à partir de laquelle on calcule la richesse et le nombre d'espèces rares et menacées.

Le nombre moyen d'espèces par relevé dans l'étang est comparé à la moyenne effectuée sur l'ensemble des relevés des 80 étangs étudiés. Une distinction est faite entre les relevés effectués au bord (interface « eau-terre ») et ceux en pleine eau. Le calcul d'un indice de diversité révèle l'équilibre quantitatif entre ces espèces.

Tous ces résultats sont les éléments clés de la qualification écologique de l'étang, tant par rapport à la biodiversité elle-même qu'en relation avec les potentialités d'hébergement pour la faune.

La présence et le nombre d'espèces rares ou menacées sont également hautement révélateurs de l'intérêt du plan d'eau et pèsent d'un grand poids sur les efforts de conservation à consentir dans le cadre de la gestion de l'étang.

Enfin, les préférences écologiques des espèces présentes sont mises en évidence vis à vis de quatre facteurs du milieu particulièrement importants pour les plantes, à savoir la lumière, la concentration en nutriments, l'altitude (donc la température) et le degré d'acidité du milieu d'implantation selon Landolt (1977). Les valeurs mesurées permettent de caractériser l'étang par comparaison avec les moyennes obtenues sur l'ensemble des plans d'eau étudiés.

LEGENDE

Zonation végétale : répartition dans l'étang des différents groupements végétaux, caractérisés par leur composition floristique et l'abondance relative (fréquence et recouvrement) des espèces

F : fréquence de l'espèce (en %) au sein de la zone constituée par le groupement végétal considéré. Cela correspond au rapport du nombre de quadrats contenant l'espèce sur le nombre total de quadrats situés dans la zone.

R : Recouvrement : proportion de la surface (en fourchettes de %) de la zone - constituée par le groupement végétal considéré - occupée par l'espèce ; par exemple 5-25 signifie que l'espèce considérée occupe 5 à 25 % de la surface de la zone.

Distribution et abondance des espèces : Les disques de couleur (bleue pour les plantes aquatiques et verte pour les plantes palustres) indiquent la présence et le recouvrement par espèce en % de la surface de chaque quadrat.

Liste des espèces : composition floristique du plan d'eau. Les noms des espèces et des auteurs suivent la nomenclature de Aeschmann & Heitz (1996).

fréquence : la fréquence de l'espèce dans le plan d'eau est déterminée par le nombre de quadrats dans lequel l'espèce a été recensée; les espèces recensées hors quadrat ont la fréquence 0.

Hydrophilie : *H* : valeur indicatrice d'humidité (Landolt, 1977). **1**: sol très sec; **2**: sol sec; **3**: sol modérément sec à humide; **4**: sol humide (plantes palustres); **5**: sol inondé (*colonne 1* : **i, s, v, u**)

colonne 1 : **i**: plantes émergentes; **v**: plantes enracinées à feuilles flottantes; **s**: plantes libres flottantes; **u**: plantes submergées;

colonne 2 : **1**: sol à humidité changeante (fortes variations du niveau d'eau); **0** : sol à humidité constante (variations du niveau d'eau nulles ou faibles)

colonne 3 : **1**: eaux courantes ou ruisselantes; **0** : eaux stagnantes

Menace : le degré de menace est issu de la Liste rouge des plantes vasculaires menacées de Suisse (Landolt, 1991 ; banque de données du CRSF - Centre du Réseau Suisse de Floristique - au 1.1.99) : Degré de rareté ou de menace pesant sur la pérennité de l'espèce aux niveaux : européen = **EU** ; national = **CH** ; régional = régions phytogéographiques (Landolt, 1977), voir ci-dessus la légende de la page 1. **U** = non menacée; **A** = attrayante; **R** = rare; **V** = menacée; **E** = fortement menacée; **Ex** = éteinte; (**Ex**) = éteinte, mais à peine introduite; (**R**) = rare mais instable ou nouvellement introduite; **r** = très menacée et présente dans un seul secteur; **PP** = espèce non présente; **nd** = statut non déterminé.

Protection : **CH** = protection nationale : T = totale; p = partielle; **PC** = protection cantonale : T = totale; p = partielle.

Richesse totale du plan d'eau : richesse en espèces recensées dans les quadrats selon des modes de repérage standardisés. C'est la richesse permettant la comparaison inter-étangs, prise en compte dans les traitements statistiques. Les plantes recensées hors des quadrats sont intégrées dans la liste floristique avec mention de la fréquence 0 et ne sont pas prises en compte dans le calcul de cette richesse.

Moyenne des richesses par relevé : nombre moyen d'espèces par quadrat (fréquence 0).

Moyenne CH : moyennes calculées à partir de l'ensemble des relevés des 80 étangs étudiés.

Indice de diversité (Fisher α) : l'indice de diversité α découle de l'application du modèle des séries logarithmiques de Fisher (Fisher *et al.*, 1943) qui décrit mathématiquement la relation entre le nombre d'espèces et le nombre d'individus de ces espèces, c'est-à-dire les distributions d'abondances des espèces.

$$\alpha = N(1-x) / x \quad \text{où } 0.9 > x < 1.0 \text{ et } N = \text{nombre total d'individus}$$

Sur les 80 étangs prospectés, l'indice de diversité α oscille entre 0.38 et 6.22 avec une moyenne de 2.37 (médiane = 2.06).

Caractéristiques écologiques des espèces (selon Landolt, 1977) : préférences écologiques des espèces vis à vis de certains facteurs abiotiques.

Valeur indicatrice d'acidité : **1** : sols très acides (pH 3-4.5); **2** : sols acides (pH 3.5-5.5); **3** : sols peu acides, occasionnellement sols neutres ou peu alcalins (pH 4.5-7.5); **4** : sols alcalins (pH 5.5-8); **5** : sols très alcalins, en général calcaires (pH > 6.5)

Valeur indicatrice de luminosité : **1** : stations très ombragées (< 3 % de l'intensité de lumière relative); **2** : stations ombragées (3 % à 10 % de l'intensité de lumière relative); **3** : pénombre (> 10 % de l'intensité de lumière relative); **4** : stations en pleine lumière, temporairement à l'ombre; **5** : stations en pleine lumière.

Valeur indicatrice de substances nutritives : **1** : sols maigres, très pauvres en substances nutritives; **2** : sols maigres, pauvres en substances nutritives; **3** : sols peu ou pas fertilisés, modérément riches en substances nutritives; **4** : sols riches en substances nutritives; **5** : sols fertilisés, à teneur excessive en substances nutritives, surtout en azote; dans l'eau, plantes indicatrices de pollution.

Valeur indicatrice de température : **1** : zone alpine et arctique, stations fraîches en basse altitude; **2** : zone subalpine et boréale, stations ensoleillées en zone alpine, stations fraîches en basse altitude; **3** : zone montagnarde, souvent collinéenne et subalpine (spectre large); **4** : zone collinéenne, stations ensoleillées en altitude; **5** : stations chaudes, régions du sud de l'Europe.

FAUNE : INVERTEBRES AQUATIQUES

- Habitats
- Liste des Odonates, Gastéropodes, Sphaeriidés, Coléoptères, avec indication des degrés de menace figurant sur les listes rouges (Listes rouges des espèces animales menacées de Suisse, Duelli, 1994 ; et

banque de données du CSCF - Centre Suisse de Cartographie de la Faune au 1.1.98), avec estimation de l'abondance des différents stades de développement des Odonates et Coléoptères ou des coquilles vides ou pleines pour les Mollusques et avec mention d'observations d'accouplement ou de pontes d'Odonates.

- Nombre d'espèces menacées en Suisse
- Richesse faunistique

Les animaux sont recensés par des méthodes standardisées (méthodes « PLOCH », présentées dans Oertli *et al.*, 2000). Les invertébrés aquatiques sont récoltés au moyen d'un filet emmanché (pendant 30 secondes par échantillon) dans les principaux habitats de l'étang. Les Odonates adultes sont recensés par deux campagnes d'observations (début et fin de l'été) ; sur la liste présentée peuvent figurer également d'autres données communiquées par le CSCF ou les gestionnaires.

Trois groupes d'invertébrés ont été sélectionnés pour servir d'indicateurs de la diversité faunistique des plans d'eau (Odonates adultes, Gastéropodes et Coléoptères aquatiques). Leur richesse en espèces et leur abondance sont des indicateurs de qualité et d'intérêt de l'étang considéré, auquel s'ajoute, comme pour la flore, la notion prioritaire de rareté ou de menace.

La richesse de chaque groupe faunistique et le nombre moyen d'espèces par relevé dans l'étang sont comparés aux moyennes calculées sur l'ensemble des relevés des 80 étangs étudiés.

Tous ces résultats sont les éléments clés de la qualification écologique de l'étang. La présence et le nombre d'espèces rares ou menacées sont également hautement révélateurs de l'intérêt du plan d'eau et pèsent d'un grand poids sur les efforts de conservation à consentir dans le cadre de la gestion de l'étang.

LEGENDE

Habitat : est considéré comme habitat potentiel pour les macroinvertébrés tout support identifié ici par certaines de ses caractéristiques abiotiques (type de substrat) et biotiques (physionomie des plantes et des groupements qu'elles forment). Seuls les habitats les mieux représentés (plus de 1% de la surface de tous les habitats réunis) sont pris en considération pour l'échantillonnage, excepté les sédiments meubles comme la vase par exemple.

Liste des espèces :

Menace (statut) : appartenance aux listes rouges : **CH** : niveau national ; **EU** : niveau européen. **0** : espèce éteinte ou disparue; **1** : espèce en danger d'extinction; **2** : espèce très menacée; **3** : espèce menacée; **4** : espèce potentiellement menacée; **4a** : espèce rare; **4b** : incertitudes taxinomiques ou imprécisions sur les populations; **4c** : brassages génétiques avec des individus introduits ou provenant d'élevages; **4d** : présence en Suisse largement tributaire des activités humaines; **5** : espèce non menacée; - : espèce non autochtone; **n** : espèce non menacée; **nd** : statut inconnu.

Abondance : - : 0; **1** : un seul individu; + : abondance faible (2 à 5 individus); ++ : abondance moyenne (6 à 10 individus); +++ : abondance élevée (10 à 50 individus); ++++ : abondance très élevée (plus de 50 individus).

" *espèces non prise en compte dans l'index de richesse spécifique " : recensement provenant d'observations supplémentaires à l'échantillonnage standardisé.

Richesse totale du plan d'eau : richesse en espèces recensées dans l'ensemble des échantillons prélevés dans l'étang selon la méthode standardisée ou, pour les Odonates adultes, sur les parcelles et pendant les périodes d'observation déterminées de manière standardisée. Evaluation quantitative par dénombrement des individus dans les prélèvements standardisés (somme des échantillons) ou in situ (Odonates adultes). C'est la richesse permettant la comparaison inter-étangs, prise en compte dans les traitements statistiques. Les animaux recensés de manière non standardisée sont intégrés dans la liste faunistique mais ne sont pas pris en compte dans le calcul de cette richesse.

Moyenne des richesses par relevé : nombre moyen d'espèces par prélèvement.

FAUNE : AUTRES OBSERVATIONS

- Liste faunistique des groupes non étudiés observés dans les prélèvements et hors des prélèvements ou provenant de sources d'information extérieures à l'étude.

Les invertébrés autres que Gastéropodes, Sphaeriidés, Coléoptères et Odonates, non recherchés mais récoltés dans les échantillons de faune, sont conservés et passés en revue lors du tri, ce qui permet d'en donner une liste (déterminations au niveau des familles). Celle-ci ne prétend toutefois aucunement être exhaustive et reste purement qualitative (présence/absence).

De même, figurent sur cette liste les observations de Poissons et Batraciens présents dans les échantillons d'invertébrés ou provenant des bases de données du CSCF et de listes fournies par les gestionnaires.

PHYSICO-CHIMIE DE L'EAU

- Tableau de résultats des mesures et analyses des différents paramètres
- Profils de certains paramètres en fonction de la profondeur

Ont été effectuées :

- a) une campagne hivernale d'analyses chimiques sur des échantillons d'eau prélevés au point le plus profond du plan d'eau (sous la surface et au fond)
- b) une campagne estivale analogue (sur un choix restreint d'étangs)
- c) deux campagnes (hivernale et estivale) de mesures de température, concentration en oxygène dissous, pH et conductibilité en fonction de la profondeur, permettant la réalisation de profils.

Ces résultats font sommairement état de la physico-chimie de base des eaux et donnent quelques éléments permettant de caractériser globalement l'écosystème. En revanche, ils ne permettent en aucun cas d'en déduire les modalités et l'état du fonctionnement même de l'écosystème, en raison de la grande variabilité spatio-temporelle de certains paramètres fortement influencés par les processus biologiques (photosynthèse, respiration, décomposition).

Parmi les paramètres pris en considération, certains (tel que le pH, par exemple) sont très variables d'une saison à l'autre, voire quotidiennement, et ne reflètent donc les conditions du site que de manière indicative (une mesure unique d'un pH nettement acide suffit toutefois à révéler un plan d'eau acide). D'autres en revanche sont plus fiables et il est reconnu que pour détecter le degré d'eutrophisation des eaux, par exemple, une mesure hivernale de la concentration en nutriments, notamment en phosphore, constitue un bon élément de diagnostic.

LEGENDE

		valeurs observées (80 étangs)			
		min	max	moyenne	médiane
Analyses et mesures					
pH	degré d'acidité de l'eau : < 7 : acide; 7 : neutre; > 7 : alcalin	5.0	9.8	7.1	7.2
Conductibilité	mesure indirecte de la teneur en sels minéraux (Scm^{-1})	6.2	1367	371	396
Saturation en oxygène	taux de saturation en oxygène dissous (% sat.)	0	158	56	54
Ammoniaque	concentration en ions ammonium NH_4^+ (azote, mgN/l)	0	3.58	0.21	0.08
Nitrites	concentration en ions nitrite NO_2^- (azote, mgN/l)	0	0.112	0.010	0.004
Nitrates	concentration en ions nitrate NO_3^- (azote, mgN/l)	0	7.7	0.742	0.195
Phosphates	concentration en ions phosphate PO_4^{3-} (phosphore, mgP/l)	0	0.44	0.02	0.007
Phosphore total	concentration en phosphore comprenant la somme des formes minérales et organiques du phosphore (mgP/l)	0.002	0.611	0.063	0.028
Dureté totale *	teneur en sels de calcium et de magnésium (mg/l CaCO_3)	0.8	884	188	187
Dureté calcique	teneur en sels de calcium (mg/l CaCO_3)	0.7	680	157	162
Transparence	hauteur d'eau à travers laquelle des caractères d'imprimerie d'une taille fixe sont encore lisibles dans un tube de Snellen, gradué de 0 cm (transparence nulle) à 60 cm (eau très transparente)	4	60	42	51

* Une eau dure a une teneur élevée en sels de calcium. Les classes de dureté de l'eau sont (exprimées en mg/l de CaCO_3 : eau douce (1-60), moyennement dure (61-120), dure (121-180), très dure (>180).

BASSIN VERSANT

- Plan du bassin versant topographique de l'étang sur un fond de carte numérique au 1:25'000 ou au 1:50'000 (OFT)
- Caractéristiques géographiques du bassin versant
- Proportions des différentes occupations du sol et de la nature géologique du bassin versant

Le bassin versant topographique est le territoire collectant les eaux qui alimentent le plan d'eau par écoulement de surface. Il est délimité par une ligne de crête figurée par le trait rouge tracé sur le fond de carte.

Les caractéristiques du bassin versant sont décrites dans un Système d'Information Géoréférencé (SIG) à partir des données GEOSTAT de l'Office Fédéral de la Statistique et des cartes-pixel de l'Office Fédéral de Topographie. Des modèles numériques de terrain permettent de reconnaître les caractéristiques du bassin versant susceptibles d'influencer la physico-chimie des eaux, donc la diversité biologique du plan d'eau : topographie, hydrographie, géologie et pression humaine (population, occupation des sols).

Occupation des sols : catégories : forêt, agriculture, pâturage, friche et sol nu

Géologie : catégories : dépôts quaternaires, argiles, marnes, calcaires, roches cristallines

USAGES - GESTION

- Affectation / usages du plan d'eau
- Menaces liées aux activités dans et autour du plan d'eau
- Mesures de gestion en cours et préconisées

Sur la base des résultats présentés, on dispose d'un état de référence du plan d'eau étudié. Il est alors possible, en marge des éventuelles mesures de conservation et de gestion active déjà en cours, de proposer un certain nombre d'interventions complémentaires à appliquer pour tenter de garantir d'une part, la sauvegarde d'espèces menacées (par l'intermédiaire de celle des biotopes les abritant), d'autre part le maintien des conditions de vie optimales pour assurer une biodiversité conforme aux caractéristiques du site considéré.

L'objectif général des mesures de gestion préconisées ici est de favoriser, partout où cela est possible et de manière durable, les conditions favorables à la conservation de la diversité biologique dans les étangs et petits lacs de Suisse. Notons que des intérêts autres que ceux ayant trait à la protection de la diversité biologique, sociaux et économiques notamment, devront être pris en considération par les gestionnaires et les responsables politiques dans le choix des mesures de gestion à appliquer dans une optique de développement durable.

Les mesures de gestion proposées sont issues de la recherche des variables influençant les valeurs actuelles de richesse et conservation susceptibles de maintenir ou rehausser la valeur du plan d'eau (richesse spécifique et pérennité des espèces menacées présentes par amélioration de leurs conditions d'habitat pour augmenter leur effectif) (voir Oertli *et al.*, 2000).

A ces mesures prioritaires s'ajoutent (i) des mesures complémentaires déterminées de manière empirique, provenant en partie de la littérature (Biggs *et al.*, 1994; Drake *et al.*, 1998; Williams *et al.*, 1997; Williams *et al.*, 1999), (ii) des mesures issues de l'inventaire des sites de reproduction de Batraciens d'importance nationale (Borgula *et al.*, 1994) et (iii) celles proposées par les gestionnaires eux-mêmes.

BIBLIOGRAPHIE

Une bibliographie sommaire des ouvrages et publications recensés ou consultés est présentée.

RESUME

Un court texte présente les points forts du plan d'eau et les grands axes sur lesquels doivent porter les efforts de conservation et de gestion en ce qui concerne l'environnement immédiat, la végétation, la faune et la physico-chimie des eaux.

Pour chacun des groupes d'organismes vivants considérés, figurent des représentations synthétiques de la valeur du plan d'eau en termes de richesse en espèces d'une part, de conservation d'autre part, c'est-à-dire du nombre d'espèces figurant sur les listes rouges et leur degré de menace. Cette valeur de conservation est basée (1) sur la richesse spécifique pondérée par le degré de menace de chacune des espèces recensées dans l'étang considéré, (2) sur le degré de menace moyen des espèces présentes, quel qu'en soit le nombre. La référence permettant de qualifier ces richesses et valeurs de conservation de faible, moyenne ou forte se base sur les résultats de l'ensemble des étangs étudiés.

Enfin, le niveau trophique des eaux est évalué sur la base de la concentration en éléments nutritifs (azote et phosphore) selon les normes OCDE (1982) et de la composition floristique (valeur bioindicatrice de trophie des plantes selon Landolt, 1977).

REFERENCES CITEES DANS CE MANUEL

- Aeschimann, D. and C. Heitz. 1996. *Index synonymique de la Flore de Suisse et territoires limitrophes (ISFS)*. Documenta Floristicae Helvetiae **1**. Genève: CRSF / ZDSF. 318 pp.
- Biggs, J., A. Corfield, D. Walker, M. Whitfield and P. Williams. 1994. New approaches to the management of ponds. *British Wildlife* **5**, 273-287.
- Borgula, A., P. Fallot and J. Ryser. 1994. *Inventaire des sites de reproduction de batraciens d'importance nationale*. Berne: Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP). 74 pp.
- Delarze, R., Y. Gonseth and P. Galland. 1998. *Guide des Milieux naturels de Suisse - Ecologie - Menaces - Espèces caractéristiques*. Lausanne, Paris: Delachaux et Niestlé. 402 pp.
- Drake, M., P. Williams, J. Biggs and M. Whitfield. 1998. *Managing ponds for wildlife*. Peterborough: English Nature. 24 pp.
- Duelli, P. 1994. *Listes rouges des espèces animales menacées de Suisse*. Berne: Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP). 97 pp.
- Dufour, C. 1986. Les Tipulidae de Suisse (Diptera, Nematocera). *Documenta Faunistica Helvetiae* **2**, 1-187.
- Fisher, R. A., A. S. Corbet and C. B. Williams. 1943. The relation between the number of species and the number of individuals in a random sample of an animal population. *Journal of Animal Ecology* **12**, 42-58.
- Geiger, W. 1986. Diptera, Limoniidae. *Insecta Helvetica* **5**, 1-160.
- Gonseth, Y., B. Sansonnens, T. Wohlgemuth and A. Buttler. 2001. Die biogeographischen Regionen der Schweiz. Umweltmaterialien Nr. 147. Bern: OFEFP. 48 pp.
- Landolt, E. 1977. Ökologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora. *Veröffentl. Geobot. Inst. ETH, Stift. Rübel* **64**, 1-208.
- Landolt, E. 1991. *Plantes vasculaires menacées en Suisse : listes rouges nationale et régionales*. Berne: Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP). 183 pp.
- OCDE. 1982. Eutrophisation des eaux. Méthodes de surveillance, d'évaluation et de lutte. Paris: OCDE. pp. 174.
- Oertli, B., D. Auderset Joye, E. Castella, R. Juge and J.-B. Lachavanne. 2000. Diversité biologique et typologie écologique des étangs et petits lacs de Suisse. Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP), Laboratoire d'Ecologie et de Biologie aquatique de l'Université de Genève. 434 pp.
- Sauter, W. 1968. Zur Zoogeographie der Schweiz am Beispiel des Lepidopteren. *Mitt. schweiz. entomol. Ges.* **48**, 205-206.
- Williams, P., J. Biggs, A. Corfield, G. Fox, D. Walker and M. Whitfield. 1997. Designing new ponds for wildlife. *British Wildlife* **8(3)**, 137-150.
- Williams, P., J. Biggs, M. Whitfield, A. Thorne, S. Bryant, G. Fox and P. Nicolet. 1999. *The pond book: a guide to the management and creation of ponds*. Oxford: Ponds Conservation Trust. 105 pp.