

Caractérisation des habitats riverains et littoraux du lac de Morat

SUIVI RIVELAC



Photo de couverture : Laboratoire du SESA

Brigitte Lods-Crozet et Pierre-Alain Chevalley
Département de la Sécurité et de l'Environnement
Service des Eaux, Sols et Assainissement (SESA)
Laboratoire, Section Hydrobiologie
Chemin des Boveresses 155 – CH 1066 EPALINGES
Tél. +41 (21) 316 71 81 – Fax +41 (21) 316 71 82 - www.vd.ch/eau

Octobre 2012

SOMMAIRE

1.	INTRODUCTION	4
2.	CARACTERISATION DES RIVES ET DU LITTORAL	4
•	2.1. Méthodologie	5
	2.1.1. <i>Typologie des interfaces eau-terre</i>	5
	2.1.2. <i>Le « Lake Habitat Survey » (LHS)</i>	5
•	2.2. Résultats	6
	2.2.1. <i>Typologie des interfaces eau-terre</i>	6
	2.2.2. <i>Le « Lake Habitat Survey »</i>	7
3.	LES PLANTES AQUATIQUES	11
•	3.1. Méthodologie	11
•	3.2. Diversité des plantes aquatiques	11
4.	LA FAUNE BENTHIQUE LITTORALE.....	12
•	4.1. Méthodologie	12
•	4.2. Composition de la faune benthique littorale	13
•	4.3. Richesse et densité de la faune benthique dans les 2 transects	15
5.	CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	17
6.	BIBLIOGRAPHIE.....	18

1. INTRODUCTION

La caractérisation des habitats riverains et littoraux s'inscrit dans les objectifs de la LEaux (Loi fédérale sur la protection des eaux) et de son ordonnance d'application l'OEaux, en définissant les objectifs écologiques pour les eaux superficielles et les exigences requises pour la qualité des eaux. La LPN (Loi fédérale sur la protection de la nature) protège la végétation riveraine naturelle (art. 21). L'évaluation hydromorphologique des rives au sens large (milieu riverain terrestre, interface eau-terre, zone littorale), du régime des eaux et des biocénoses (flore et faune) sert de base pour la caractérisation de ces milieux lacustres.

Plus récemment, la modification de la LEaux et de son ordonnance OEaux, entrée en vigueur en 2011, définit un espace réservé aux étendues d'eau (art. 41b, c, d OEaux) d'au moins 15 m depuis la rive côté terre. Les cantons sont chargés de planifier les revitalisations et d'examiner que les plans directeurs et les plans d'affectation prennent en compte cette planification.

Afin de documenter l'état hydromorphologique des rives, leur potentiel écologique et leur importance pour le paysage, plusieurs approches ont été testées en 2011. Ces approches émergent de différentes méthodes, car actuellement aucune n'existe à l'échelle suisse. Un système modulaire gradué Lacs (SMG-Lacs) est en développement avec pour premier module, une évaluation de l'hydromorphologie des rives des lacs.

2. CARACTERISATION DES RIVES ET DU LITTORAL

Suite aux deux corrections des eaux du Jura entre 1868 et 1973, le niveau moyen du lac a été abaissé de l'ordre de 6 m (435 à 429 m) et sa surface réduite de 17 %. Ces interventions ont aussi réduit l'amplitude de niveau d'eau de 2.0 m à 0.50 m.

Les zones riveraines et littorales se sont donc étendues principalement dans les secteurs nord-est et sud-ouest en permettant la création de larges zones d'atterrissement de plusieurs centaines de mètres de large (Annexe 1). Ces zones sont comprises dans un périmètre protégé par l'OROEM (Ordonnance sur les réserves d'oiseaux d'eau et de migrateurs d'importance nationale et internationale). Au nord-est, le Chablais fribourgeois constitue un milieu humide remarquable (classé à l'inventaire des zones alluviales d'importance nationale n°307 et à celui des bas-marais n°657, 3701). Au sud-ouest, une importante partie des terres a été aménagée et seules les embouchures de la Broye et du Chandon font partie de l'inventaire des zones alluviales d'importance nationale (n°304, 305).

Ces zones sont reprises au niveau du réseau écologique national (REN) avec, en plus, les zones riveraines de la presqu'île de Greng et de Meyriez (Annexe 2). Côté vaudois, avec le concept directeur du réseau écologique cantonal vaudois (REC-VD) (Delarze & Morard 2011), il ressort que plusieurs sites en bordure du lac de Morat sont considérés comme hot-spots ou comme surfaces de valeur supérieure dans les sous-réseaux « eaux libres » et « milieux palustres ». Il s'agit de l'embouchure de la Broye-Salavaux, des Chenevières de Guévaux et de l'embouchure du Chandon (Annexes 3a et b).

D'une manière générale, sur les 29 km de rives, trois types de beines¹ peuvent être considérés :

- Beine plate supérieure à 500 m de long sur le secteur du Chablais (nord-est du lac) sur environ 4 km
- Beine moyennement raide comprise entre 200 et 500 m dans le secteur allant de l'embouchure de la Broye, Faoug, Morat et Montilier, soit environ 16 km
- Beine raide inférieure à 50 m de long entre Vallamand et Sugiez, soit environ 9 km

¹ Beine : plate-forme littorale

2.1. Méthodologie

2.1.1. Typologie des interfaces eau-terre

Sur la base des photos aériennes datant de l'hiver 2004 disponibles sur <http://map.geo.admin.ch>, de photos obliques des rives disponibles sur le site de l'Etat de Vaud (<http://www.photos-vaud.ch/>) et de la prospection le long des rives en juillet 2011, les types d'interfaces eau-terre ont pu être décrits.

2.1.2. Le « Lake Habitat Survey » (LHS)

Cette méthode a été développée par le « Scotland and Northern Ireland Forum for Environmental Research » (SNIFFER 2008) pour répondre aux exigences de la Directive cadre sur l'eau (DCE). Elle permet de caractériser les habitats dominants des bords de lacs, d'évaluer l'hydromorphologie des rives de manière standardisée et de recenser les pressions anthropiques sur le lac. Cette méthode possède un domaine d'application vaste et optimisé pour une utilisation au niveau européen (Rowan et al. 2006). Elle présente l'avantage d'être complète, simple, rapide à mettre en oeuvre et permet de synthétiser les données par deux indices de qualité et de perturbation de l'habitat.

La méthode consiste à faire une évaluation à 2 niveaux :

1. Niveau détaillé : dix transects (**Habitat-plots**), de A à J, perpendiculaire à la rive et de 15 m de large, sont réparties uniformément le long des rives. Un repérage aléatoire précis au niveau de chaque station est réalisé pour ne pas être influencé par la délimitation des stations sur le terrain (Figure 2.1). A l'échelle stationnelle (Habitat-plot), la description est basée sur la composition des différents habitats dans la zone littorale (10 m de long), la zone de transition (de longueur variable) et la zone riveraine (15 m de long) (Figure 3.1). Les transects sont prospectés en bateau et à pied.
Le fetch ou distance parcourue sans obstacle par le vent sur un plan d'eau est aussi calculé au niveau de chaque habitat-plot sur un segment de rive de 100-200 m de long (Jaquet 2012).
2. Niveau général : une description de tout le périmètre (entre les Habitat-plots) est réalisée entre chaque transect. La prospection est réalisée les 20 et 25 juillet 2011 en bateau. Les facteurs principaux étudiés sont l'occupation au niveau du sol ainsi que certaines pressions notamment au niveau des berges. Cette description se réalise à deux échelles : 10 m côté littoral lacustre à 15 m côté riverain terrestre et de 15 m jusqu'à 50 m après le sommet de berge.

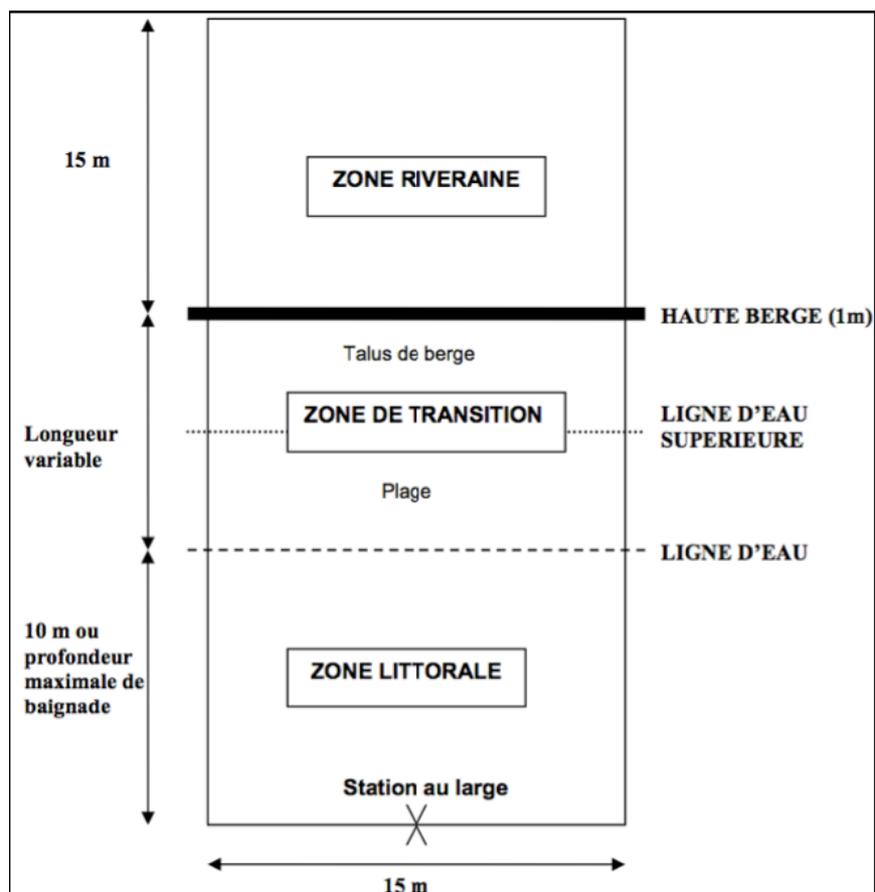


Figure 2.1. Représentation schématique des différentes zones étudiées sur une station d'étude (Habitat-plot).

La méthode s'applique en période estivale (optimum de croissance de la végétation aquatique) et se ne sont pas moins de 120 critères qui sont pris en compte pour décrire et caractériser les habitats riverains.

2.2. Résultats

2.2.1. Typologie des interfaces eau-terre

Huit types d'interfaces eau-terre ont été décrits (Figures 2.2 et 2.3). Les interfaces eau-terre naturelles représentent 49% du linéaire, mais les tronçons de plus de 300 m de longueur ne sont présents qu'entre Faoug et le port d'Avenches (embouchure du Chandon), le port de Vallamand et Guévaux, le Chablais sur les communes de Galmiz et Montilier et la pointe de Greng soit 35% du linéaire. Les interfaces naturelles restantes (14%) sont constituées de forêts riveraines et roselières fréquemment fragmentées par de nombreuses infrastructures (passerelles, pontons, amarrages).

Les interfaces proches du naturel comme les plages et la stabilisation en bois, constituent respectivement 4 et 2 %. Les interfaces aménagées à stabilisation mi-lourde comme les murs de soutènement avec remblai, les enrochements et les digues représentent 34% des interfaces et les interfaces artificielles comme les quais et construction et les ouvrages anti-érosion en dur 11%. Les pontons et passerelles en matériau dur et de construction plus légère sont aussi représentés (Figure 2.2). Leur nombre est de l'ordre de 250 autour du lac.

La description des différents types d'interface eau-terre est présentée en Annexe 4. Les cartes détaillées des rives par secteurs sont présentées en Annexe 5.

Par comparaison, les interfaces eau-terre naturelles du lac de Constance représentent 20% du linéaire (IGKB 2009) et seulement 3% dans le Léman (CIPEL 2006).

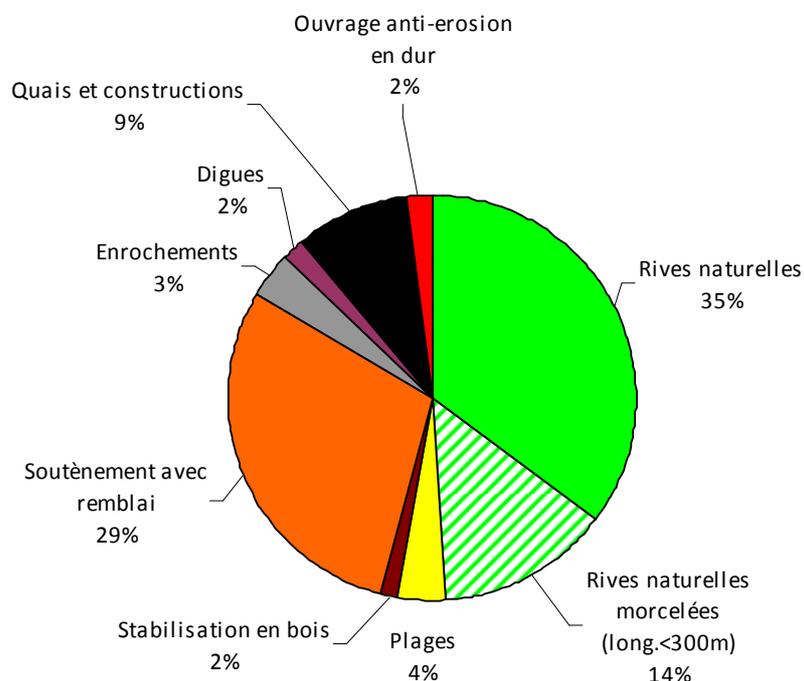


Figure 2.2. Typologie des interfaces eau-terre du lac de Morat ; état 2011

Pour résumer, sur les 29 km d'interfaces, 15.5 km sont naturelles ou proches de l'état naturel, 10 km sont aménagées et 3.5 km sont artificielles.

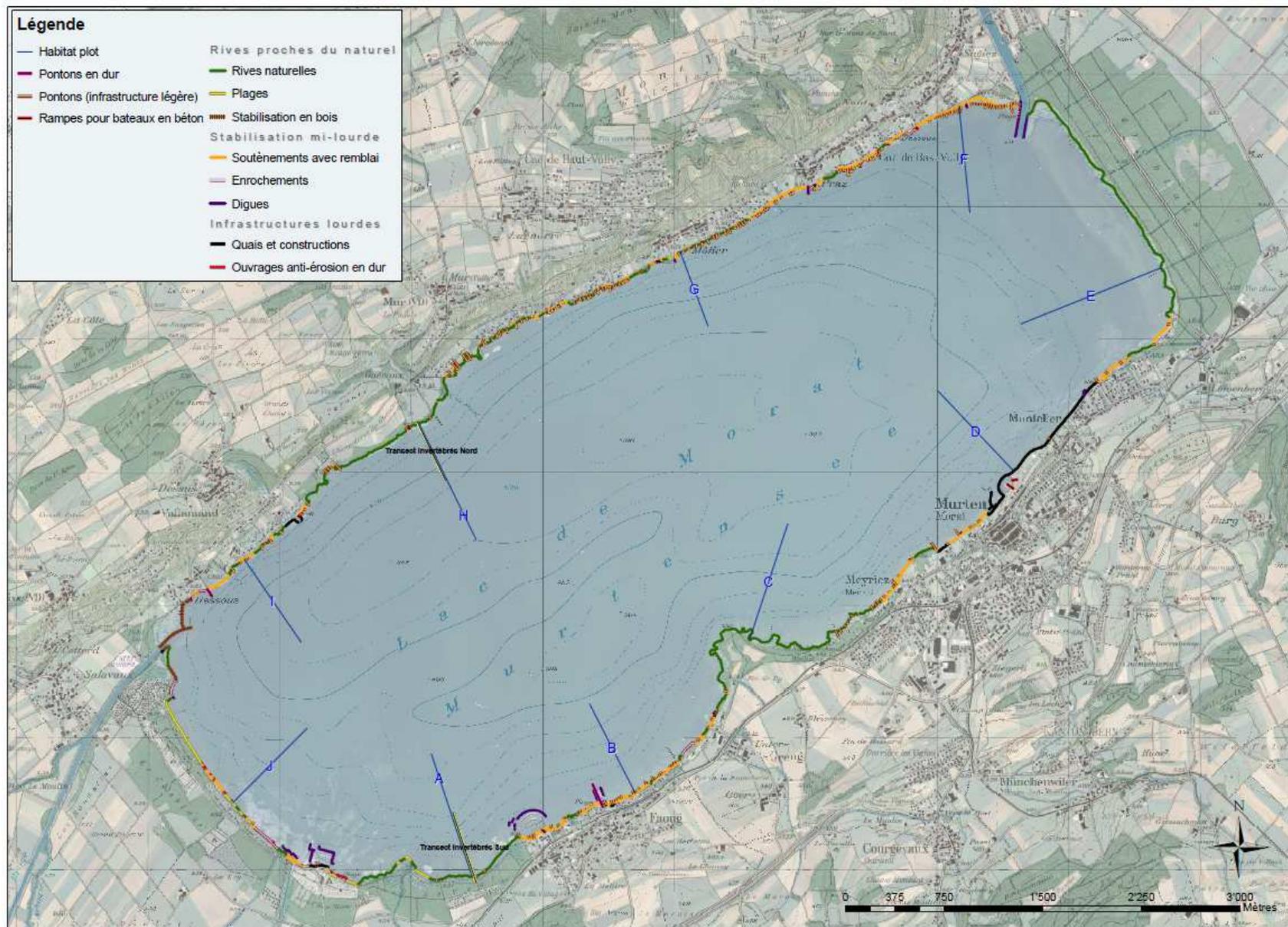
2.2.2. Le « Lake Habitat Survey »

Les résultats détaillés et des photos des 10 habitats-plots sont fournis dans les Annexes 5 et 6. Le fetch maximum de Bise (vent du nord) peut parcourir 7.6 km entre le Bey et le Vuat et le fetch de Vent (vent d'ouest), 7.7 km entre Sugiez et Montilier sur la base de moyennes horaires de vent pour les années 2009-2010 (Figure 2.4).

L'utilisation de la méthode du LHS a permis de générer 2 indices :

- Un indicateur de la qualité de l'habitat (LHQA) qui met l'accent sur le caractère naturel en regroupant des critères d'évaluation de la qualité de l'habitat sur les 3 zones (riveraine, rive/berge, littoral) à l'aide de 17 paramètres sur l'ensemble des 10 habitat-plots. Ce indice peut être compris entre 0 et 112 : plus le score est élevé, meilleure est la qualité de l'habitat.
- Un indicateur du degré d'altération/modification de l'habitat (LHMS) qui se base sur les pressions exercées sur le milieu et est calculé à partir des données recueillies sur les 10 habitat-plots et celles sur tout le périmètre du lac. L'indice LHMS peut s'étendre de 0 à 42, les scores faibles représentant les systèmes où l'habitat est peu modifié.

Figure 2.3. Cartographie des interfaces eau-terre du lac de Morat ; état 2011. Emplacement des 10 transects habitat-plots (A à J) dont 2 transects de suivi des macroinvertébrés (A et H).



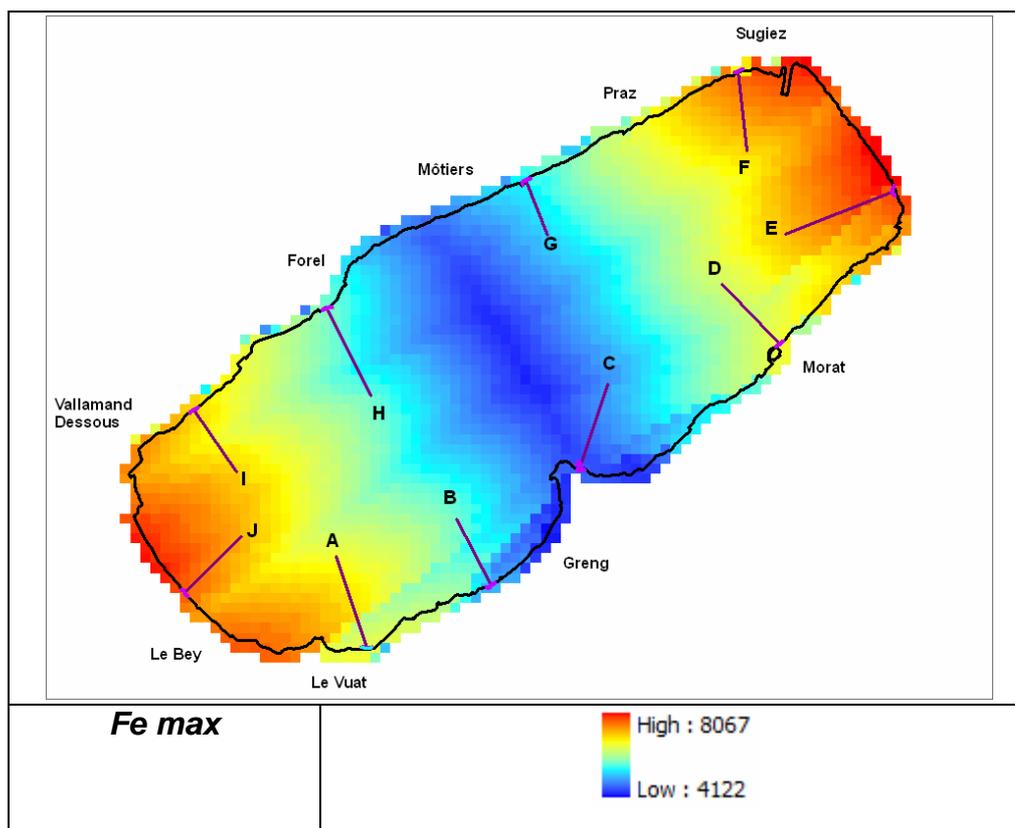


Figure 2.4. Fetch effectif maximum dans le Lac de Morat (distance parcourue par le vent en m) (Jaquet 2012)

Les résultats globaux des 2 indices sont présentés dans le Tableau 2.1. La qualité des habitats riverains et littoraux est moyenne sur le lac de Morat avec une **note de 61/112 pour le LHQA**. La zone riveraine a une strate arborée développée sur 8 habitats-plot sur 10. Peu d'espèces de plantes invasives ont été recensées (présence de *Impatiens grandiflora* sur l'habitat-plot E). Le talus de berge est peu marqué et les plages peu développées (présence dans 2 habitats-plot sur 10). La zone littorale est plus diversifiée et naturelle ; les pentes faibles (Figure 2.5) et les substrats sablo-limoneux favorisent le développement de ceintures d'hélophytes et d'hydrophytes à feuilles flottantes et immergés.

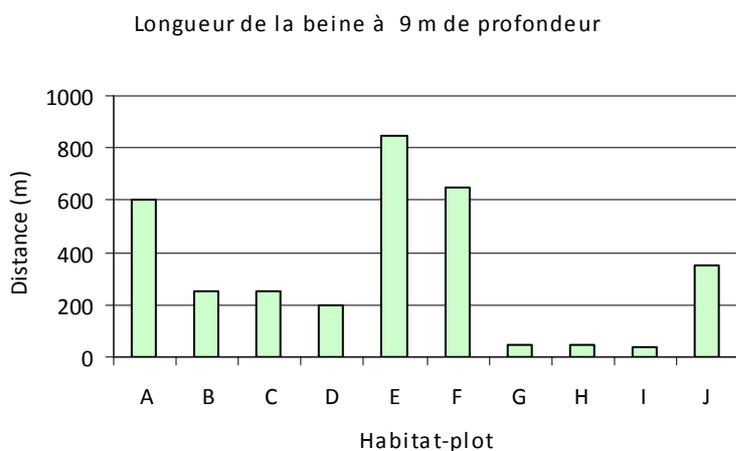


Figure 2.5. Longueur de la beine littorale à l'aplomb de 9 m de profondeur sur chaque habitat-plot

Pour l'ensemble du lac, 2 types d'habitats spéciaux ont été recensés : zone alluviale et bas-marais (voir Annexe 1).

L'indice de modification de l'habitat est moyen à médiocre avec une note **29/42 pour le LHMS**. Les rives du lac sont naturelles à proche du naturel sur 49% du périmètre, bien que le tiers soit de ces rives soit très morcelé. Les pressions sur le lac sont la navigation, la pêche professionnelle, la présence d'espèces exogènes, les activités de baignade. De plus, le niveau du lac est régulé comme les lacs de Neuchâtel et Biemme, par un ouvrage situé sur l'Aar à 2 km en aval du lac de Biemme (barrage de régulation de Port). Les amplitudes maximales sont de 0.50 m.

Tableau 2.1. Résultats des scores des indices de qualité et d'altération de l'habitat sur le lac de Morat

**Date :
25.07.2011**

LHS – Lac de Morat

LHQA (Lake Habitat Quality Assessment)	Score LHQA	Score Max	LHMS (Lake Habitat Modification Score)	Score LHMS	Score Max
<i>Zone riveraine</i>	14	20	<i>Modifications du rivage</i>	6	8
<i>Rivage</i>	9	24	<i>Usages intensifs du rivage</i>	4	8
<i>Zone littorale</i>	26	32	<i>Usages du plan d'eau</i>	8	8
<i>Plan d'eau</i>	12	36	<i>Hydrologie</i>	8	8
			<i>Sédimentation / érosion</i>	1	6
			<i>Espèces invasives</i>	2	4
Indice LHQA	61	112	Indice LHMS	29	42

La méthode du « Lake Habitat Survey (LHS) » appliquée en France sur six plans d'eau de la région Rhône-Alpes par l'ONEMA (ONEMA 2007-2011) (Figure 2.6), montre que l'indice de qualité de l'habitat (LHQA) du lac de Morat est similaire à celui du lac des Rousses, mais inférieur à ceux des lacs du Bourget et d'Aiguebelette. Pour l'indice de modification de l'habitat (LHMS), le lac de Morat se situe au même niveau que celui d'Annecy mais subit plus de pressions que les lacs du Bourget et des Rousses. La méthode appliquée aux rives françaises du Léman (Bolard 2010) montre que ses rives sont fortement modifiées (score maximum : 42).

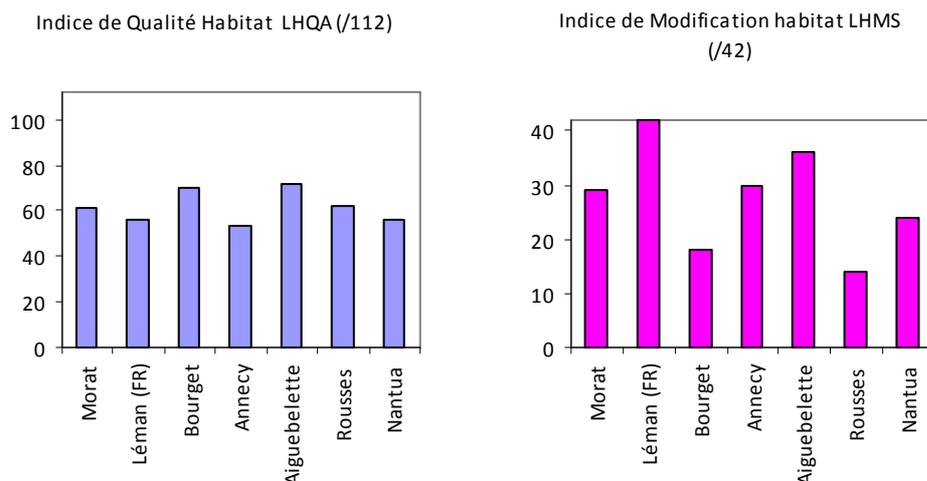


Figure 2.6. Indices du « Lake Habitat Survey » sur 7 lacs

3. LES PLANTES AQUATIQUES

3.1. Méthodologie

La prospection de tout le pourtour du lac est réalisée les 20 et 25 juillet 2011 en bateau pour l'évaluation des habitats riverains et littoraux selon la méthode du « Lake Habitat Survey ». Ceci a permis de faire un recensement non exhaustif de la végétation aquatique et palustre. Dans certains cas, les herbiers submergés sont observés à l'aide d'un aquascope (Figure 3.1) et des échantillons de plantes récoltés à l'aide d'un grappin (Figure 4.1) pour détermination spécifique.



Figure 3.1. Aquascope (gauche) et grappin (droite) utilisés pour l'observation et le prélèvement des plantes aquatiques submergées.

3.2. Diversité des plantes aquatiques

Quinze espèces aquatiques sont recensées en 2011 parmi lesquelles six sont consignées pour la première fois depuis le recensement de 1976 (Lachavanne 1979) (Tableau 3.1) :

- 3 espèces de Characées (groupe proche des algues vertes et typiques des eaux oligo- et mésotrophes) sont les espèces les plus sensibles à l'eutrophisation des eaux et qui sont les premières à avoir recolonisé les grands lacs du Plateau suisse au moment d'une ré-oligotrophisation (Auderset Joye & Schwarzer 2012). L'observation des Characées est récente dans le lac, car aucune donnée ancienne n'a été trouvée dans les herbiers suisses (D. Auderset Joye, comm.pers.),
- *Najas marina* déjà recensé en 1998 est caractéristique de lacs de qualité trophique moyenne (mésotrophe) ou en voie de ré-oligotrophisation,
- Les 2 espèces d'*Elodea* (*E. canadensis*, *E. nuttallii*), invasives, sont en expansion dans les lacs suisses.

Du fait d'une prospection non exhaustive de la beine littorale, il n'est pas possible d'affirmer que les espèces de potamots (*P. crispus*, *P. x nitens*, *P. nodosus*) et *Zannichellia palustris* aient disparu du lac. De plus, dans les recensements du Centre du Réseau Suisse de Floristique (CRSF), plusieurs espèces palustres inféodées à la roselière lacustre ou aux milieux connexes comme des gouilles, fossés riverains sont ré-observées (depuis l'étude de 1976) et recensées à partir de la fin des années 1990 : lentille d'eau, nénuphar blanc, pesse vulgaire, iris jaune, menthe aquatique, rubanier dressé, massette à larges feuilles.

A noter aussi que *Littorella uniflora* (littorelle à une fleur), espèce emblématique des grèves exondées des lacs, était présente au bord du lac de Morat jusqu'en 1930 entre Faoug et Morat, puis elle n'a plus été observée. La forte diminution de l'amplitude de battement associée à un abaissement du niveau du lac de 6 m sont très certainement des facteurs clés de la disparition de la littorelle comme cela a été le cas sur le Léman.

Les espèces présentes sur la liste rouge des plantes à fleurs (Moser et al. 2002) de la région Plateau sont *Ceratophyllum demersum*, *Myriophyllum spicatum*, *Najas marina*, *Potamogeton* gr. *pusillus*, *Ranunculus circinatus* et *Nitellopsis obtusa* pour les Characées.

Un lac naturel est normalement pourvu d'une triple ceinture de végétation qui peuple les beines à pente douce, du bord vers le large, par une succession de plantes émergentes, à feuilles flottantes et submergées. Ces ceintures sont encore présentes dans quelques secteurs du lac, comme à Guévaux, au Vuat avec l'embouchure du Chandon, sur la presqu'île de Greng et dans le Chablais fribourgeois.

Tableau 3.1. Liste de la flore aquatique et palustre du lac de Morat. Liste rouge (LR) : LC : non menacé; NT : potentiellement menacé; VU : menacé; EN : fortement menacé ; CRSF : Centre du Réseau Suisse de Floristique.

LR Plateau	ESPECES AQUATIQUES	Nom vernaculaire	SESA		
			RIVELAC	CRSF	Lachavanne 1979
VU	<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	Cornifle immergé	2011		1976
LC	<i>Elodea canadensis</i> Michx.	Elodée du Canada	2011		
LC	<i>Elodea nuttallii</i> (Planch.) H. St. John	Elodée de Nutall	2011		
LC	<i>Lemna minor</i> L.	Lentille d'eau		2009	1976
NT	<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	Myriophylle en épi	2011	2009	1976
VU	<i>Najas marina</i> L.	Naïade	2011	1998	
LC	<i>Nuphar lutea</i> (L.) Sm.	Nénuphar jaune	2011	2009	1976
NT	<i>Nymphaea alba</i> L.	Nénuphar blanc			1976
VU	<i>Potamogeton berchtoldii</i> Fieber / <i>pusillus</i> L.	Potamot fluet	2011		1976
LC	<i>Potamogeton crispus</i> L.	Potamot crépu			1976
LC	<i>Potamogeton lucens</i> L.	Potamot luisant	2011	2009	1976
EN	<i>Potamogeton x nitens</i> Weber	Potamot brillant			1976
VU	<i>Potamogeton nodosus</i> Poiret	Potamot nouveau			1976
LC	<i>Potamogeton pectinatus</i> L.	Potamot pectiné	2011	2009	1976
LC	<i>Potamogeton perfoliatus</i> L.	Potamot perfolié	2011	2009	1976
EN	<i>Ranunculus circinatus</i> Sibth.	Renoncule en crosse	2011	2009	1976
VU	<i>Zannichellia palustris</i> L.	Zannichellie des marais			1976
	<i>Fontinalis antipyretica</i> Hedw.	Mousse des fontaines	2011	/	1976
LC	<i>Chara contraria</i> A. Braun ¹⁾	Characée	2011	/	
	<i>Chara denudata</i> A. Braun ¹⁾	Characée	2011	/	
NT	<i>Nitellopsis obtusa</i> J. Groves ¹⁾	Characée	2011	/	
ESPECES PALUSTRES					
LC	<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	Plantain d'eau			1976
EN	<i>Eleocharis acicularis</i> (L.) Roem. & Schult.	Héléocharis épingle			1976
VU	<i>Hippuris vulgaris</i> L.	Pesse vulgaire		1998	1976
LC	<i>Impatiens glandulifera</i> Royle	impatience glanduleuse	2011	2002	
LC	<i>Iris pseudacorus</i> L.	Iris jaune		2009	1976
EN	<i>Littorella uniflora</i> (L.) Asch.	Littorelle uniflore		1930	
LC	<i>Mentha aquatica</i> L.	menthe aquatique		2009	1976
LC	<i>Phalaris arundinacea</i> L.	Alpiste roseau	2011	2009	1976
LC	<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Steud.	Roseau commun	2011	présent	1976
LC	<i>Schoenoplectus lacustris</i> (L.) Palla	Jonc des tonneliers	2011	2009	1976
NT	<i>Sparganium erectum</i> L.	Rubanie dressé		1999	1976
LC	<i>Typha latifolia</i> L.	Massette à larges feuilles		2009	1976
Nombre d'espèces aquatiques			15	8	15
Nombre d'espèces palustres			4	10	10

¹⁾ Détermination par D. Auderset Joye, Université de Genève

4. LA FAUNE BENTHIQUE LITTORALE

4.1. Méthodologie

Deux transects de suivi sont délimités sur une longueur de 100 à 200 m de rive et choisis selon des critères d'exposition aux vents dominants (bise, vent d'ouest) et de longueur de la beine (inférieure ou supérieure à 50 m). Les échantillons sont effectués à deux profondeurs :

- zone eu-littorale (< 1 m de profondeur)
- zone littorale profonde (≈ 5 m de prof.),

constituant quatre stations en tout.

Enfin dans chacun des deux transects, le secteur délimité est parcouru en bateau et en plongée afin de déterminer quels sont les habitats à recenser selon la grille d'habitabilité de l'IBCH (Stucki 2010) qui a été modifiée (Annexe 8).

La stratégie d'échantillonnage est définie comme suit : en zone eu-littorale, huit échantillons sont prélevés dans les différents habitats et en zone littorale profonde, quatre échantillons (Tableau 4.1 ; Annexe 8).

Tableau 4.1. Caractérisation des 4 stations étudiées

	Site	Guévaux (N)	Le Vuat (S)
Coordonnées		471046/198340	571100/195100
N° Habitat-plot		H	A
Date		06.04.2011	05.04.2011
Pente		10%	2%
Fetch effectif maximum		moyen	moyen-élevé
Longueur beine		50 m	500 m
Nombre habitats différents à 1 m prof.		4	5
Nombre habitats différents à 5 m prof.		1	2

Tous les prélèvements sont effectués en plongée à l'aide d'un filet Surber modifié (Figure 4.1), de surface 25 x 25 cm, vide de maille de 0.5 mm, avec un système de fermeture de la poche du filet. Le substrat est remué avec la main pendant au maximum 30 secondes. La période de prélèvements est fixée au début du printemps pour éviter les périodes d'émergence des insectes et de reproduction des invertébrés (présence de nombreux juvéniles difficilement déterminables). Le matériel récolté est fixé à l'éthanol 95% sur place, puis trié, déterminé et dénombré au laboratoire à l'aide d'un stéréomicroscope. La détermination est fixée au genre voire à l'espèce sauf pour les nematodes, ostracodes, hydracariens, vers oligochètes, et larves de diptères. Les mollusques et les larves d'insectes éphémères et trichoptères ont fait l'objet d'une détermination spécifique quand cela était possible par un spécialiste (Bureau Aquabug, Neuchâtel).



Figure 4.1. Prélèvement en plongée dans la roselière (gauche) ; filet Surber modifié

4.2. Composition de la faune benthique littorale

La faune des invertébrés du littoral, recensée sur deux secteurs comprenant plusieurs types d'habitats et à deux profondeurs (1 et 5 m), soit quatre stations, comprend un total de 60 taxons avec une richesse taxonomique comprise entre 26 et 48 taxons par station (Tableau 4.2).

Tableau 4.2. Liste des invertébrés aquatiques littoraux du lac de Morat. Liste rouge (LR) : LC : non menacé; NT : potentiellement menacé; EN : fortement menacé

			Stations	Guévaux (Nord)		Faoug-Le Vuat (Sud)	
			Profondeur (m)	1	5	1	5
LR			Nb échantillons	8	4	8	4
	TRICLADIDA	Dugesidae	Dugesia spp.	56	16	104	12
	NEMATODA	Nematoda	Nematoda	26	0	6	12
LC	MOLLUSCA -	Viviparidae	Viviparus ater	2	0	0	0
LC	GASTROPODA	Valvatidae	Valvata piscinalis	138	112	2	12
LC		Hydrobiidae	Potamopyrgus antipodarum	116	0	224	0
LC		Bithyniidae	Bithynia tenculata	62	4	10	0
LC		Physidae	Haitia acuta	18	316	0	72
LC		Lymnaeidae	Radix baltica	2	0	22	52
LC			Radix cf. auricularia	0	4	0	0
LC			Lymnaea stagnalis	4	0	0	0
LC		Planorbidae	Gyraulus parvus	188	8	0	1392
LC			Gyraulus albus	30	0	0	0
NT			Gyraulus crista	18	0	0	0
LC		Ferrissidae	Ferrissia clessiniana	74	0	0	0
NT	BIVALVIA	Sphaeriidae	Pisidium amnicum	2	0	0	0
LC			Pisidium casertanum	24	0	16	4
LC			Pisidium henslowanum	196	16	246	32
LC			Pisidium moistessierianum	2	0	8	0
LC			Pisidium nitidum	88	0	46	16
LC		Corbiculidae	Corbicula fluminea	196	12	1140	244
LC		Dresseinidae	Dreissena polymorpha	738	112	126	724
	OLIGOCHAETA	Oligochaeta	Oligochaeta	88	2808	2362	2768
	HIRUDINEA	Glossiphoniidae	Glossiphonia complanata	0	0	0	4
			Helobdella stagnalis	0	0	4	28
		Piscicolidae	Piscicola geometra	2	12	0	4
		Erpobdellidae	Erpobdella octoculata	2	0	2	108
	ACARINA	Hydracarina	Hydracarina	198	248	26	1228
	CRUSTACEA	Ostracoda	Ostracoda	202	324	2	176
		Asellidae	Asellus aquaticus	170	232	2	16
		Gammaridae	Dikerogammarus villosus	8	0	4	4
LC	EPHEMEROPTERA	Baetidae	Centroptilum luteolum	98	8	32	0
LC			Cloeon simile				
LC		Caenidae	Caenis horaria				
LC			Caenis luctuosa				
LC			Caenis macrura	1010	912	2424	1836
NT	ODONATA	Gomphidae	Gomphus vulgatissimus	0	0	2	0
LC		Libellulidae	Orthetrum cancellatum	4	0	0	0
LC		Coenagrionidae	Ischnura elegans	42	8	6	8
	HETEROPTERA	Corixidae	Micronecta sp.	0	0	166	760
	COLEOPTERA	Chrysomelidae	Donacia spp.	0	0	8	0
		Gyrinidae	Orectochilus villosus	2	0	0	0
	MEGALOPTERA	Sialidae	Sialis lutaria	6	16	0	0
	TRICHOPTERA	Hydroptilidae	Hydroptila sp.	10	0	0	0
			Orthotrichia sp.	224	436	72	492
			Oxyethira sp.	188	468	60	388
LC		Psychomyiidae	Tinodes waeneri	24	0	12	0
			Lype sp.	6	0	0	0
LC		Polycentropodidae	Cyrnus trimaculatus	24	36	0	8
LC		Ecnomidae	Ecnomus tenellus	16	0	64	52
LC		Phryganeidae	Phryganea grandis	8	4	0	0
LC		Limnephilinae	Anabolia nervosa	4	0	0	0
LC		Leptoceridae	Athripsodes cinereus	62	4	138	12
LC			Mystacides azurea	0	0	2	0
LC			Mystacides longicornis	62	160	2	52
LC			Oecetis testacea	2	0	0	0
	LEPIDOPTERA	Pyrilidae	Acentria ephemerella	0	0	2	16
	DIPTERA	Chironomidae		3904	5272	4144	3340
		Ceratopogonidae		118	120	24	0
		Tabanidae		0	0	2	0
		Psychodidae		2	0	0	0
			Nb total taxons / station	48	26	36	31
			Densité moyenne / station	8466	11668	11512	13872
EN	MOLLUSCA - BIVALVIA		Anodonta anatina	espèces recensées hors stations			
EN			Anodonta cygnea				
EN			Unio tumidus				
	BRYOZOA		Cristatella mucedo	présence uniquement de statoblastes			

Deux groupes d'invertébrés dominent la diversité taxonomique. Ce sont les mollusques gastéropodes et insectes trichoptères (Tableau 4.3).

Seize taxons se rencontrent sur l'ensemble des quatre stations. Ce sont la planaire *Dugesia* sp., le gastéropode *Valvata piscinalis*, les bivalves *Pisidium henslowanum*, *Corbicula fluminea*, *Dreissena polymorpha*, les vers oligochètes, les hydracariens, les crustacés ostracodes et *Asellus aquaticus*, les larves d'insectes éphémères *Caenis* sp., de libellules *Ischnura elegans*, de trichoptères *Orthotrichia* sp., *Oxyethira* sp., *Athripsodes cinereus* et *Mystacides azurea* et de chironomidés.

La plupart des taxons sont cosmopolites et communs dans les plans d'eau suisses. Cependant, le mollusque gastéropode *Gyraulus crista* et la larve de libellule *Gomphus vulgatissimus* sont classés respectivement comme potentiellement menacé et fortement menacé dans les listes rouges suisses (Gonseth & Monnerat 2002 ; Rüetschi et al. 2012).

Trois espèces de mollusques bivalves (*Anodonta anatina*, *A. cygnea* et *Unio tumidus*) ont été observées hors des habitats échantillonnés, dans la zone eu-littorale (1 – 2 m de profondeur). Ces espèces sont classées comme fortement menacé (EN) dans la liste rouge suisse (Rüetschi et al. 2012).

Comme dans d'autres lacs suisses, des espèces non-indigènes colonisent la zone littorale du lac. Ce sont quatre espèces de mollusques (*Potamopyrgus antipodarum*, *Gyraulus parvus*, *Corbicula fluminea* et *Dreissena polymorpha*) dont l'abondance peut dépasser 1'000 individus par m² pour *G. parvus* et *C. fluminea*. La faible abondance du gammare invasif *Dikerogammarus villosus* (maximum 8 ind./m²) est certainement à lier au manque d'habitat caillouteux propice à cette espèce.

Tableau 4.3. Nombre de taxons des différents unités taxonomiques de la zone littorale

	Nb taxons
Gastéropodes	12
Bivalves	7
Sangsues	4
Crustacés	3
Ephémères	5
Odonates	3
Trichoptères	13
Diptères	4
Autres insectes	5
Autres invertébrés	4
	60

4.3. Richesse et densité de la faune benthique dans les 2 transects

Les deux zones eu-littorales (1 m de profondeur) sont les plus riches en taxons avec une dominance nette dans la station Guévaux (48 taxons) par rapport au Vuat (36 taxons). La richesse taxonomique moyenne est significativement plus grande dans la station Guévaux à 1 m par rapport aux trois autres stations (test Mann-Whitney ; p = 0.028) (Figure 4.2). Ce sont principalement les mollusques gastéropodes et les larves de trichoptères qui sont plus diversifiés dans la station Guévaux. Les fonds limoneux des stations situées à 5 m de profondeur sont moins riches en taxons (26 et 31 respectivement).

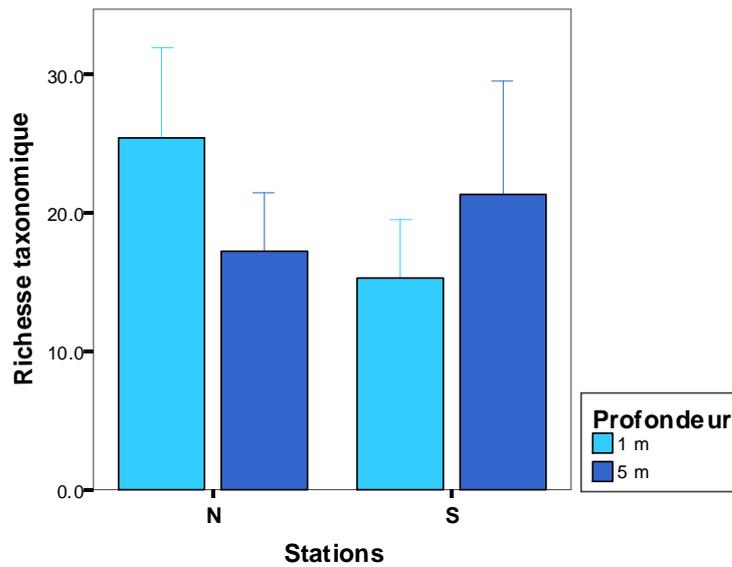


Figure 4.2. Richesse taxonomique dans les 4 stations du littoral du lac de Morat

La densité moyenne des invertébrés est du même ordre de grandeur sur les deux stations et aux deux profondeurs (Tableau 4.2 ; Figure 4.3). Les différences de densité ne sont pas significatives (test Mann-Whitney ; $p > 0.05$). Les vers oligochètes et larves de chironomidés contribuent à plus de 50% de la densité totale des invertébrés, suivi par les larves de *Caenis*, les bivalves allochtones corbicule et moule zébrée, les hydracariens et les larves de trichoptères hydroptilidés.

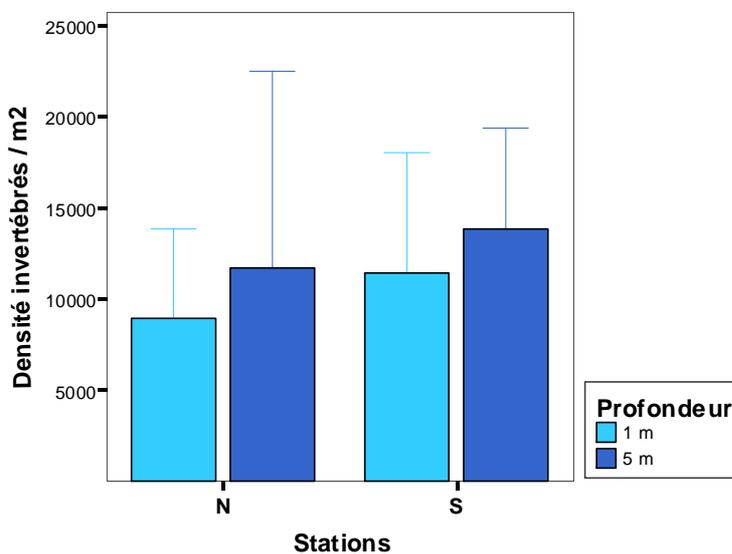


Figure 4.3. Densité moyenne des invertébrés dans les 4 stations du littoral du lac de Morat

5. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Ce rapport présente un état des lieux 2011 des connaissances sur les habitats riverains et littoraux du lac de Morat et leur biodiversité. Leurs caractérisations montrent que la qualité des habitats est moyenne et que 35% des interfaces eau-terre sont encore proches de l'état naturel mais souvent très morcelées (14%). L'indice de modification des habitats riverains et littoraux obtient un score moyen à médiocre, révélant des transformations du rivage, un fort usage du plan d'eau (infrastructures portuaires et nautiques, activités de loisir, jardins d'agrément, navigation, pêche amateur et professionnelle, etc...) et une régulation du plan d'eau avec une amplitude de marnage très faible.

L'abaissement du niveau de l'eau du lac suite aux corrections successives des eaux du Jura a permis, depuis les années 1970, la libération de nouveaux milieux riverains, qui ont été soit aménagés, soit mis sous protection pour conserver des zones alluviales, milieux de moins en moins représentés en Suisse. Plusieurs sites en bordure du lac ont ainsi été considérés comme hot-spots ou comme surfaces de valeur supérieure dans les sous-réseaux « eaux libres » et « milieux palustres » du réseau écologique vaudois (embouchure de la Broye-Salavaux et du Chandon, Chenevières de Guévaux). Côté fribourgeois, le réseau écologique national prend en compte le Chablais fribourgeois et les zones riveraines de la presqu'île de Greng et de Meyriez. Sur le reste du pourtour du lac, les ceintures de végétation palustre et littorale sont très fragmentées par la présence de très nombreuses passerelles (250) qui traversent les roselières et la multiplication de bouées d'amarrage en pleine eau.

L'amélioration de la qualité des eaux du lac est patente avec une réduction de 40% des flux de phosphore ces 30 dernières années (Müller & Schmid 2009, Laboratoire SESA 2011). Les efforts continuent par la recherche de moyens d'action pour réduire encore les nutriments, dans l'ensemble du bassin versant, aussi bien au niveau de l'assainissement des eaux usées que de l'agriculture. Cette diminution de la charge en nutriments a permis le retour de plantes aquatiques (Characées, Naiade marine) caractéristiques de lacs de qualité trophique moyenne ou en voie de ré-oligotrophisation. La diversification des structures végétales ne peut être que bénéfique à l'accroissement de la biodiversité des invertébrés colonisateurs de ces milieux et des poissons qui accomplissent partie ou entier de leur cycle de vie dans les milieux littoraux (Périal et al. 2012). Ce sont au total 12 espèces (6 végétales, 6 animales) qui sont menacées à divers degrés en Suisse et qui ont été intégrées sur les listes rouges. Près d'un tiers des espèces de poissons recensés dans le lac (Zaugg et al. 2003 ; Périal et al. 2012), soit 12 espèces font également partie de la liste rouge des poissons de Suisse (Kirchhofer et al. 2007).

La prise de conscience de la biodiversité des milieux riverains et littoraux et la volonté inscrite dans la loi (LEaux, OEaux 2011) d'une revitalisation des rives lacustres, avec la délimitation d'un espace « étendue d'eau » d'au moins 15 m de large côté terre, fait avancer les réflexions et accélérer les changements. Au niveau vaudois, des actions proposées en 1982 déjà dans le document du plan directeur des rives du lac de Morat (cependant non validés par les autorités VD et FR) ont été repris au sein de la planification cantonale ; par exemple, en limitant les autorisations d'installations de passerelles/pontons et corps morts, en regroupant les bateaux autour de passerelles collectives et dans les ports existants. La promotion de tels changements est aussi en cours côté fribourgeois avec la volonté d'établir un plan directeur des rives associant les différentes communes concernées.

Des revitalisations sont en cours sur le canton de Vaud avec la suppression de structures bétonnées sur la rive sud-ouest du lac et le projet de revitalisation de l'embouchure de la Broye dans le lac. Cet état des lieux sur les rives sera donc utile pour la suite de la planification cantonale de revitalisation des milieux lacustres riverains et littoraux afin de rétablir une continuité transversale entre la forêt et l'eau et assurer une continuité longitudinale de végétation typique le long des rives. Ce réservoir de biodiversité qu'est ce lac pourra ainsi à terme conserver l'acquis tout en s'enrichissant en nouvelles espèces végétales et animales.

6. BIBLIOGRAPHIE

- Auderset Joye D, Schwarzer A. 2012. Liste rouge Characées. Espèces menaces en Suisse, état 2012. Office fédéral de l'environnement, Berne et laboratoire d'Ecologie et Biologie Aquatique de l'Université de Genève. L'environnement pratique n°1213 : 72 p.
- Bolard A. 2010. Evaluation des capacités biogènes de la zone littorale du lac Léman : des mosaïques d'habitats aux communautés benthiques et piscicoles. Mémoire de Master, Université de Franche-Comté et ONEMA, 93 p.
- CIPEI 2006. Etude des rives et de leur potentiel de renaturation. Le réseau écologique lémanique (REL). Rapport Bureau Delarze, GEG Grande Cariçaie, HEPIA Lullier pour la CIPEL.
- Delarze R, Morard E. 2011. Concept de réseau écologique cantonal – phase 1. Etat de Vaud, Centre de conservation de la faune et de la nature, 80 p. + annexes.
- Gonseth Y, Monnerat C. 2002: Liste Rouge des Libellules menacées en Suisse. Edit. Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage, Berne et Centre suisse de cartographie de la faune, Neuchâtel. Série OFEFP: L'environnement pratique. 46 p.
- IGKB 2009. Limnologische Bewertung der Ufer- und Flachwasserzone des Bodensee, Bericht n° 55.
- Laboratoire du SESA 2011. Bilan de santé du lac de Morat – Etat 2009-2011. Rapport internet, 10 p. (http://www.vd.ch/fileadmin/user_upload/themes/environnement/eau/fichiers_pdf/Labo_Morat_Bilan_de_sant%C3%A9_du_Lac_2009-2011.pdf).
- Jaquet JM. 2012. Elaboration d'une carte de fetch du lac de Morat. Rapport soumis au SESA Vaud. Jaquet Géomatique Environnementale, Genève. 22 p., 4 annexes.
- Kirchhofer A, Breitenstein M, Zaugg B. 2007. Liste rouge poissons et cyclostomes – Liste rouge des espèces menacées en Suisse. Office fédéral de l'environnement, Berne et Centre suisse de cartographie de la faune, Neuchâtel. L'environnement pratique N° 0734, 64 p.
- Lachavanne JB. 1979. Les macrophytes du lac de Morat. Bulletin de la Société botanique suisse 89 : 114-132.
- Moser D, Gygax A, Bäumlér B, Wyler N, Palese R. 2002. Liste Rouge des fougères et plantes à fleurs menacées de Suisse. Ed. Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage, Berne; Centre du Réseau Suisse de Floristique, Chambésy; Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève, Chambésy. Série OFEFP «L'environnement pratique». 118 p.
- Müller B, Schmid M. 2009. Bilans du phosphore et de l'oxygène dans le lac de Morat. Rapport EAWAG pour les cantons de Fribourg (SEN) et de Vaud (SESA), 42 p. + annexes. (http://www.vd.ch/fileadmin/user_upload/themes/environnement/eau/fichiers_pdf/Labo_Rapport_lac_Morat_P_et_O2_05.07.2010.pdf).
- ONEMA 2007-11. Suivi des plans d'eau des bassins Rhône-Méditerranée et Corse en application de la Directive Cadre sur l'Eau. Rapports ONEMA et Agence de l'Eau RMC.
- Périat G, Vonlanthen P, Degiorgi F, Raymond JC, Büttiker B, Guillard J. 2012. Etude du peuplement pisciaire du lac de Morat. Projet Lac. Rapport définitif EAWAG, 47 p.
- Rowan JS, Carwardine J, Duck RW, Bragg OM, Black AR, Cutler MEJ, Soutar I, Boon PJ. 2006. Development of a technique for Lake Habitat Survey (LHS) with applications for the European Union Water Framework Directive. Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst. 16: 637–657.
- Rüetschi J., Stucki P., Müller P., Vicentini H., Claude F. 2012: Rote Liste Weichtiere (Schnecken und Muscheln). Gefährdete Arten der Schweiz, Stand 2010. Bundesamt für Umwelt, Bern, und Schweizer Zentrum für die Kartografie der Fauna, Neuenburg. Umwelt-Vollzug n° 1216: 148 p.
- SNIFFER 2008. Lake Habitat Survey in the United Kingdom. Field survey guidance manual, version 4. The Scotland and Northern Ireland Forum For Environmental Research (SNIFFER).
- Stucki P. 2010. Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau en Suisse. Macrozoobenthos – niveau R. Office fédéral de l'environnement, Berne. L'environnement pratique n°1026 : 61 p.
- Zaugg B, Stucki P, Pedroli JC, Kirchhofer A. 2003. Fauna Helvetica – Pisces Atlas. Fauna Helvetica 7, 233 p.