

Les macrophytes du lac de Morat

Autor(en): **Lachavanne, J.-B.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Berichte der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft = Bulletin de la Société Botanique Suisse**

Band (Jahr): **89 (1979)**

Heft 1-2

PDF erstellt am: **26.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-63112>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Les macrophytes du lac de Morat

par *J.-B. Lachavanne*

Département de Biologie végétale
de l'Université de Genève

Manuscrit reçu le 18 décembre 1978

Stimulés par l'étude de P. de Candolle qui signalait déjà en 1825, la présence dans le lac du trop célèbre „Sang des Bourguignons“, plusieurs naturalistes se sont penchés sur le lac de Morat. Forel (1880, 1885), Chodat (1896, 1897), Burckhardt (1899), Bachmann (1901, 1907), Musy (1904, 1905) pour n'en citer que quelques-uns, ont étudié les caractéristiques physiques, chimiques et biologiques de ce lac. Une liste des travaux réalisés entre 1900 et 1948 est donnée par Märki (1949). Parmi les études citées, relevons celles de Rivier (1937) qui, pour la première fois, réalisait une étude régulière et suivie de la physico-chimie et du plancton du lac. Plus récemment, une étude géochimique et sédimentologique des dépôts lacustres récents du lac de Morat a été réalisée par Davaud (1976). En ce qui concerne la flore aquatique du lac il existe des données dans le Guide du botaniste dans le canton de Fribourg (Cottet et Castella 1901) mais aucune étude approfondie n'a encore été réalisée.

Il est admis, notamment depuis les travaux de Vollenweider (1968), que l'eutrophisation des eaux entraîne une augmentation quantitative de la végétation aquatique accompagnée de modifications qualitatives dans les peuplements. Ce processus se manifeste souvent, en effet, par l'apparition d'organismes indicateurs d'eaux riches en substances nutritives avec en conséquence la régression ou la disparition d'espèces sensibles à la pollution trophique ou moins compétitives.

L'étude des macrophytes du lac de Morat présente un intérêt particulier en ce sens qu'elle met en évidence l'influence de l'eutrophisation sur la végétation aquatique d'un des plus anciens lacs eutrophes de Suisse.

1. Méthodes et techniques

L'étude de la végétation macrophytique du lac de Morat a été réalisée à l'aide de photographies aériennes en couleurs et de relevés in situ à partir d'un bateau ou en plongée avec un scaphandre autonome.

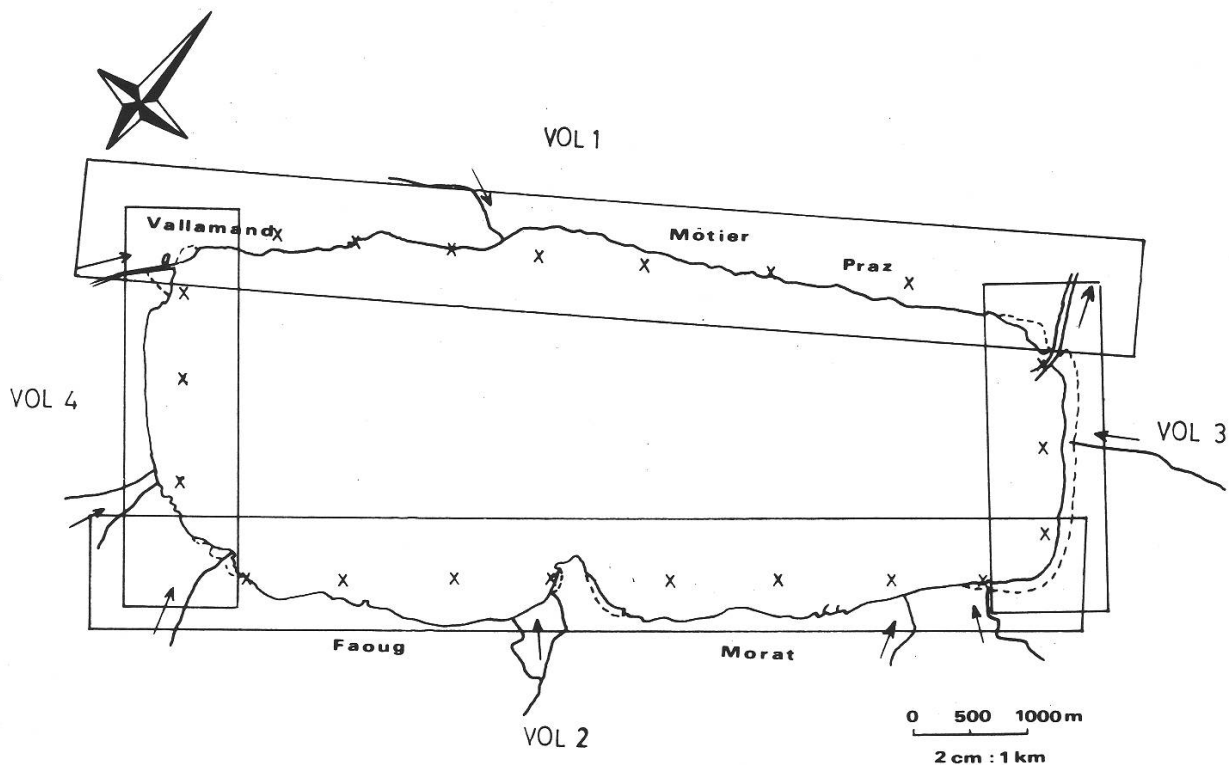


Fig. 1: Lac de Morat; Plan de vol.

1.1. Données techniques

La couverture photographique des rives du lac de Morat a été effectuée par le Service topographique fédéral (Wabern). Elle s'est faite selon 4 lignes de vol (fig. 1) et comprend 56 Ektachrome-Dias (avec un recouvrement de 60%) et 27 Cibachrome-Points (format 23 x 23 cm).

L'altitude de vol a été choisie en fonction des propriétés de l'objectif utilisé afin d'obtenir une échelle proche du 1: 5000 sur les clichés. On trouvera dans Lachavanne et Wattenhofer (1975) les principales caractéristiques techniques du vol (type d'avion, altitude, appareil photographique, films, etc.). L'utilisation et les possibilités de la photographie aérienne en couleurs pour l'étude de la végétation aquatique des lacs ont déjà été discutées par Lang (1969), Lachavanne et Wattenhofer (op. cit.) et plus récemment par Kohler (1978).

1.2. Relevés sur le terrain

Une prospection systématique des rives du lac de Morat a été effectuée au cours de l'été 1976. L'étude a porté sur les plantes typiquement aquatiques en prenant comme limite vers la terre, la ceinture de roseaux.

Pour chaque zone de végétation les renseignements suivants ont été notés:

- 1) L'abondance générale de la zone prospectée représentée par un coefficient allant de 0,5 à 4.
 - 0,5 pour les zones à végétation clairsemée
 - 1 pour les zones à végétation peu dense
 - 2 pour les zones à végétation moyennement dense
 - 3 pour les zones à végétation dense
 - 4 pour les zones à végétation très dense.
- 2) La composition et le pourcentage relatif des différentes espèces qui composent ces zones.

- 3) Dans la plupart des cas étaient également notées la profondeur, la nature du sol (vase, sable, cailloux), la présence ou non de courants ainsi que de nombreuses caractéristiques des plantes en rapport avec leur phénologie.

Toutes les informations détaillées * (position exacte des prélèvements, abondance relative, etc.) figurent sur des chemises transparentes qui accompagnent chaque photographie aérienne en couleur.

1.3. Méthode de cartographie

L'importance relative des espèces suivant les régions de lac délimitées par les photographies aériennes (entre 600 et 800 m de rives) se calcule avec la formule:

$$X = S \cdot A \cdot \% \text{ rel}$$

- où X = nombre de points recherchés
S = surface de la zone en hectare (ha)
A = abondance générale de la zone (0,5 à 4)
% rel = pourcentage relatif de l'espèce considérée par rapport aux autres présentes dans la même zone (5 à 100%).

Suivant l'importance de l'indice (nombre de points obtenus) de l'espèce considérée, nous avons choisi pour les cartes de répartition le mode de représentation suivant:

- | | | |
|---|--------------------|-----------------------------------------------|
| 1 | cercle blanc | espèce présente (0–100 points) |
| 2 | petit cercle noir | espèce moyennement abondante (101–500 points) |
| 3 | cercle noir, moyen | espèce abondante (501–2500 points) |
| 4 | grand cercle noir | espèce très abondante (2501 points et plus) |

Les symboles utilisés sont indiqués sur la première carte de distribution (*Ceratophyllum demersum*).

* Les chemises transparentes ainsi que les photographies aériennes en couleurs sont déposées chez l'auteur.

2. Le lac de Morat: présentation sommaire.

Ce lac est situé sur le Plateau suisse au NW du bassin molassique suisse dans une cuvette de surcreusement glaciaire (par 46° 56' lat. N – 7° 06' long. E) à une altitude de 429 m. Il formait à l'époque post-glaciaire, un seul lac avec ceux de Neuchâtel et de Bienne.

On trouvera dans le tableau 1 les principales caractéristiques morphométriques du lac de Morat.

Tableau 1:

altitude moyenne	429,47	m
surface du lac	23	km ²
longueur	8-9	km
largeur	2,5-3	km
développement des côtes	20	km
profondeur moyenne	25	m
profondeur maximum	46	m
volume	600	Mio m ³
surface bassin versant	environ 400	km ²

Le principal affluent du lac est la Broye. Ce cours d'eau, qui représente environ le 70% des apports liquides au lac avec un débit annuel moyen de 7,49 m³, draine le front des préalpes et une étroite bande du plateau molassique. L'exutoire est situé au NE et relie le lac de Morat au lac de Neuchâtel. Exceptionnellement lors de précipitations importantes ou de fonte de neige, le canal d'évacuation (Canal de la Broye) se transforme en affluent et sert momentanément de trop plein au lac de Neuchâtel.

Le régime hydrographique actuel du lac résulte de la correction des eaux du Jura, exécutée de 1867 à 1890.

On trouvera dans Davaud (1976) une carte géologique du bassin d'alimentation, une carte topographique et géologique simplifiées des abords du lac ainsi que les principales données géologiques en rapport avec les caractéristiques physico-chimiques et biologiques du lac.

La composition chimique des eaux est caractérisée par une dureté totale très élevée, peu variable d'une saison ou d'une année à l'autre (Davaud op. cit.) et par un niveau trophique élevé. Le lac de Morat est un lac eutrophe, holomictique, à stratification saisonnière très marquée. Ses eaux sont très faiblement transparentes. Le premier signe d'eutrophisation de ce lac a été mis en évidence par De Candolle (1825) suite au développement important d'une Cyanophycée *Oscillatoria rubescens* qui conféra aux eaux du lac une couleur rougeâtre. La répartition de l'oxygène dissous est clinograde pendant la période de stratification avec une sursaturation marquée dans les eaux épilimniques et une sous-saturation dans les couches profondes.

L'eutrophisation du lac se manifeste actuellement par le développement exubérant de plancton. Au niveau des sédiments, ce phénomène se traduit par un apport carbonaté et organique abondant et par un déficit d'oxygène permanent à l'interface eau-sédiment (Rivier 1936, Davaud 1976).

3. Flore et végétation du lac de Morat

3.1. La flore

La flore macrophytique actuelle du lac de Morat comprend 28 espèces dont 27 plantes vasculaires (y compris 2 hybrides de *Potamogeton*) et un bryophyte.

Nous avons distingué, sur la base des travaux de Landolt (1977), les espèces typiquement aquatiques (15 espèces) et les espèces palustres (13 espèces) caractéristiques des bords du lac (tableau 2).

La nomenclature adoptée est celle de Hess & al. (1972).

Nous donnons les cartes de répartition pour 23 espèces du lac de Morat (espèces qui ont au moins deux stations dans le lac). Pour la description morphologique et la répartition géographique générale des principaux taxons, nous renvoyons le lecteur aux ouvrages généraux de géographie botanique et aux travaux de Lachavanne et Wattenhofer (1975), Lachavanne (1976) pour certaines espèces.

Sur les cartes de répartition, l'abondance de l'espèce concernée, dans chaque station étudiée, est indiquée par une différence de l'importance des symboles (ronds) dessinés. La légende est donnée à la partie 2.3. Méthode de cartographie.

Les cartes de répartition sont données à la fin du texte dans l'ordre de la liste du tableau 2.

Tableau 2: Liste des macrophytes du lac de Morat

A. – Espèces aquatiques *

<i>Bryophytes</i>	<i>Fontinalis antipyretica</i> L. ex. Hed.	
<i>Spermatophytes</i>	<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	<i>P. lucens x perfoliatus</i>
	<i>Lemna minor</i> L.	(= <i>P. x decipiens</i> Nolte)
	<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	<i>P. nodosus</i> Poiret
	<i>Nuphar lutea</i> (L.) Sibth.	<i>P. panormitanus</i> Biv.
	<i>Nymphaea alba</i> L.	<i>P. pectinatus</i> L.
	<i>Potamogeton crispus</i> L.	<i>P. perfoliatus</i> L.
	<i>P. gramineus x perfoliatus</i>	<i>Ranunculus circinatus</i> Sibth.
	(= <i>P. x nitens</i> Weber)	<i>Zannichellia palustris</i> L.
	<i>P. lucens</i> L.	

B. – Espèces palustres

<i>Spermatophytes</i>	<i>Alisma Plantago-aquatica</i> L.	<i>Polygonum amphibium</i> L.
	<i>Eleocharis acicularis</i> (L.)	<i>Ranunculus sceleratus</i> L.
	Roem. et Schult.	<i>Schoenoplectus lacustris</i> (L.) Palla
	<i>Hippuris vulgaris</i> L.	<i>Sch. mucronatus</i> (L.) Palla
	<i>Iris Pseudacorus</i> L.	<i>Sparganium ramosum</i> Huds.
	<i>Mentha aquatica</i> L.	<i>S. ramosum</i> Huds. ssp. <i>neglectum</i>
	<i>Phalaris arundinacea</i> L.	(Beehy) A. et G.
	<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin.	<i>Typha latifolia</i> L.

* La distinction entre les espèces aquatiques et palustres a été établie à partir des données de Landolt (1977). Nous avons considéré comme espèces aquatiques le degré d'humidité 5 u, v et s et comme espèces palustres 5 i et wi.

Quelques incursions dans les marais côtiers nous ont permis de recenser les espèces suivantes:

<i>Bidens tripartita</i> L.	<i>Lythrum Salicaria</i> L.
<i>Carex acutiformis</i> Ehrh.	<i>Melilotus albus</i> Desr.
<i>Cyperus fuscus</i> L.	<i>Mentha longifolia</i> (L.) Hudson
<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P.B.	<i>Oxalis stricta</i> auct.
<i>Epilobium hirsutum</i> L.	<i>Polygonum aviculare</i> L.
<i>E. palustre</i> L.	<i>P. Hydropiper</i> L.
<i>Equisetum arvense</i> L.	<i>P. lapathifolium</i> L.
<i>Eupatorium cannabinum</i> L.	<i>P. mite</i> Schrank
<i>Festuca arundinacea</i> Schreber	<i>Scirpus silvaticus</i> L.
<i>Impatiens Noli-tangere</i> L.	<i>Solanum Dulcamara</i> L.
<i>Juncus articulatus</i> L.	<i>S. nigrum</i> L.
<i>J. bulbosus</i> L.	<i>Solidago gigantea</i> Aiton
<i>J. conglomeratus</i> L.	<i>Stellaria aquatica</i> (L.) Scop.
<i>J. compressus</i> Jacq.	<i>Tanacetum vulgare</i> L.
<i>J. inflexus</i> L.	<i>Veronica Anagallis-aquatica</i> L.
<i>Lysimachia vulgaris</i> L.	<i>V. Beccabunga</i> L.

Répartition des espèces:

Les quelques commentaires sur la répartition des espèces sont donnés dans l'ordre de la liste du tableau 2.

Ceratophyllum demersum L. colonise la moitié Est du lac où il est disséminé.

Lemna minor L. n'est présent qu'en deux points du lac où il se développe au milieu de la roselière.

Myriophyllum spicatum L. est localisé sur la rive NE du lac entre Môtier et l'angle Est du lac. Il colonise la beine sablonneuse jusqu'à une distance de la rive supérieure à un kilomètre.

Nuphar lutea (L.) Sm. est présent sur les rives Nord et Sud du lac. Il peut former de vastes zones capables de résister à l'action mécanique des vagues engendrées par un fort vent (bise force 5) comme nous avons pu le constater en août 1976 à l'est de la pointe située entre Faoug et Meyriez.

Potamogeton crispus L. est disséminé sur les rives Nord et Sud du lac. Il forme rarement de véritables populations en raison de son mode de propagation végétative qui se fait par des fragments de tige et surtout par bourgeons spécialisés nommés turions ou hibernacles.

Potamogeton nitens Weber ne montre pas de répartition bien précise et se trouve en quantité très faible.

Potamogeton lucens L. est abondant sur les rives Ouest et Sud du lac où il forme de grandes zones monospécifiques.

Potamogeton x decipiens Nolte se rencontre un peu partout dans le lac. Il forme une zone relativement importante sur la rive ouest où il est mélangé à *P. perfoliatus*.

Potamogeton nodosus Poiret est localisé dans la région de Vallamand entre la rose-lière et la bande formée par *Nuphar lutea*.

Potamogeton pectinatus L. est omniprésent. Il est particulièrement abondant sur la rive Sud entre Faoug et Muntelier qui est aussi la rive la plus peuplée.

Potamogeton perfoliatus L. est l'espèce submergée la plus abondante du lac de Morat. Elle forme souvent une ceinture de largeur variable (entre 2 et 3 m de profondeur) au-delà de laquelle aucune autre plante n'a été trouvée.

Ranunculus circinatus Sibth est localisé sur la partie NE du lac où il pousse de façon très clairsemée.

Zannichellia palustris L. est présent sur la rive Nord et Sud du lac. Il est peu abondant et colonise les faibles profondeurs devant les roselières en recul. Les spécimens recensés se rapprochent de la forme ténue décrite par Reuter.

Eleocharis acicularis (L.) R. et Sch. a été recensé dans trois petites grèves sablonneuses où il forme un gazon serré par 0,10 à 0,30 m de profondeur.

Iris Pseudacorus L. est confiné sur les rives Nord et Est du lac. Il profite souvent des trouées dans les roselières (créés par les passages de l'homme) pour former une touffe plus ou moins importante à la limite lac-terre.

Phalaris arundinacea L. se rencontre un peu partout dans le lac où par endroits, il a tendance à former des pseudo-roselières au sens où l'ont défini Klötzli et Grünig (1976).

Phragmites australis (Cav.) Trin. forme une ceinture presque continue autour du lac, excepté sur la rive Ouest (rive artificielle et camping). La construction de nombreuses petites passerelles et estacades, en particulier sur la rive Nord, et le passage de bateaux ont contribué fortement à la fragmentation et à la dégradation des roselières. Le recul est important sur toutes les rives du lac. Il est visible sur les photographies aériennes en couleurs sous forme de vastes zones sombres situées sur le front de la roselière. Celles-ci sont couvertes de tiges cassées envahies par les algues. La présence de touffes clairsemées de roseaux montrent que les processus de dégradation se poursuivent.

Schoenoplectus lacuster (L.) Palla est présent partout excepté sur la rive Ouest. Il forme souvent une ceinture devant la roselière. Sur les beines peu profondes et suffisamment larges, il a tendance à former de vastes zones arrondies (rive nord-est du lac de Morat). Ce phénomène se retrouve dans la baie de Keszthely sur le lac Balaton (Láng, 1978). D'après un pêcheur professionnel, il semblerait que cette plante soit en expansion dans le lac depuis une dizaine d'années.

Typha latifolia L. se rencontre en plusieurs endroits du lac. Il s'implante généralement à l'arrière de la roselière aquatique („pieds dans l'eau“) à la limite entre le domaine lacustre et terrestre.

3.2. La végétation

3.2.1. Répartition générale de la végétation macrophytique.

Les calculs de l'abondance des différentes espèces pour chaque photographie aérienne permettent d'obtenir un total de points qui nous renseigne sur la quantité de végétation dans les différentes régions du lac (fig. 2).

La figure 2 met en évidence l'importance relative des roselières par rapport à la végétation typiquement aquatique qui est peu abondante.

A titre d'exemple, si l'on établit une comparaison avec le Léman (Lachavanne et Wattenhofer op. cit.) on constate que dans le lac de Morat, seules 3 photographies ont un total excédant 4500 points alors que dans le Léman de nombreuses régions dépassent 6000 points et plus, le maximum étant atteint dans la rade de Genève avec 22000 points.

Afin de tenir compte des conditions offertes, en particulier par la largeur de la beine, nous avons donné à la figure 3 le taux de colonisation des rives qui se définit par „l'abondance des macrophytes par unité de surface colonisable“. Cette dernière est délimitée sur les photographies aériennes en couleurs. Située dans la région de la limite de visibilité des fonds sur les photographies, elle correspond à la surface de la beine comprise entre 0 et 3 m qui est la profondeur maximale atteinte par la végétation macrophytique submergée dans le lac de Morat.

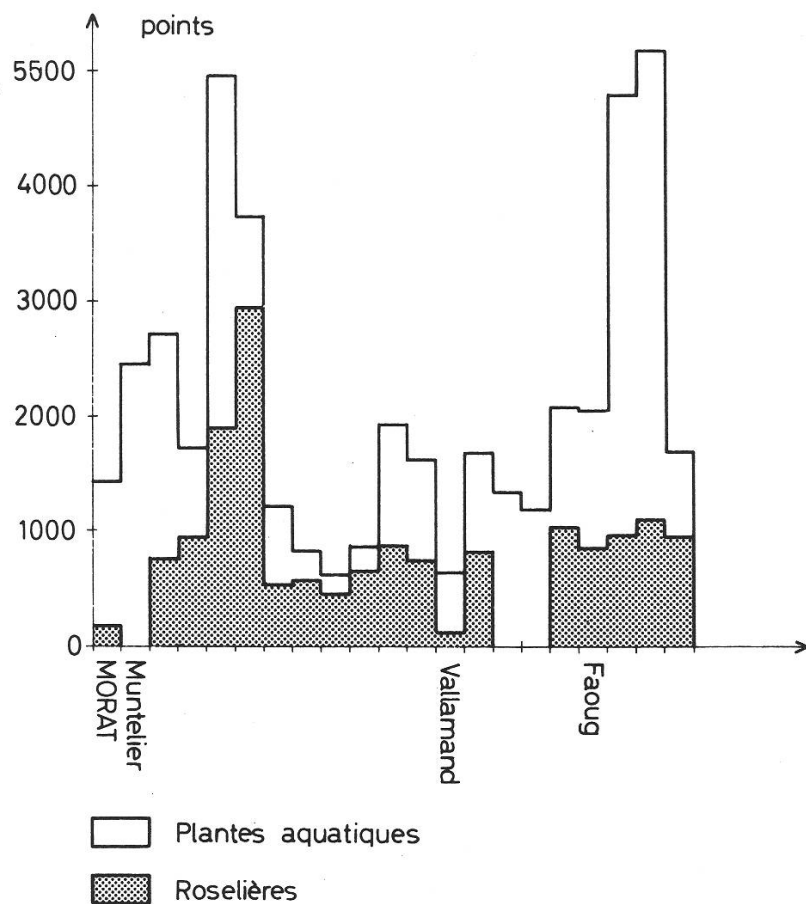


Fig. 2:
Répartition de l'abondance générale de la végétation macrophytique sur les rives du lac de Morat.

Nous avons distingué la répartition de l'abondance totale des macrophytes par unité de „surface colonisable“ (fig. 3a) de celle des plantes typiquement aquatiques sans les roselières (fig. 3b).

La surface colonisée par les macrophytes dans le lac de Morat est de 267,182 ha et „la surface colonisable“ de 336,87 ha ce qui représente respectivement 11,6% et 14,6% de la surface totale du lac (23 km²). Le taux de colonisation moyen des rives, calculé sur la base de la surface colonisable estimée directement sur les photographes aériennes, est de 132 pts/ha. La densité moyenne des populations végétales (total des points par unité de surface colonisée) est de 167 pts/hectare. Si l'on ne prend en considération que le total des macrophytes aquatiques (roselières non comprises) la densité moyenne est alors de 126 pts/ha. Il est intéressant de comparer ce chiffre avec celui obtenu dans le Léman (pauvre en roselière) où la densité moyenne des populations était de 199 pts/ha.

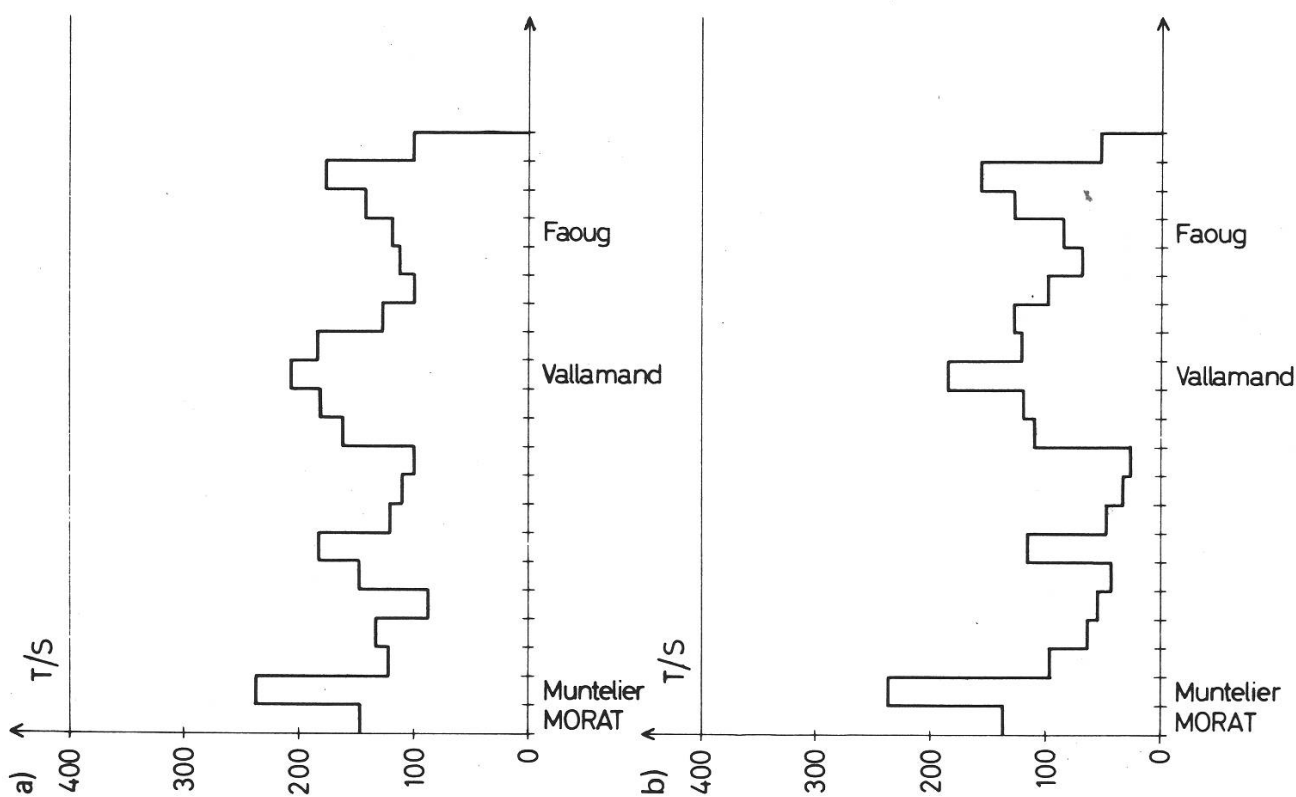


Fig. 3:
Répartition de l'abondance des macrophytes par unité de „surface colonisable“: a) avec, b) sans roselières.

3.2.2. Importance relative des espèces.

Le total des points obtenus par les espèces dans les différentes régions du lac permet de comparer leur abondance relative. Les résultats confinés dans le tableau 3 montrent que *Phragmites australis* (Cav.) Trin. est abondant (environ 36% de la végétation macrophytique). Parmi les plantes typiquement aquatiques, la végétation est dominée principalement par deux espèces *Potamogeton perfoliatus* (~ 26%) et *P. pectinatus* (~ 16%). Toutes les autres sont nettement moins abondantes et ne constituent que quelques pourcents par rapport à la totalité de la végétation du lac. Parmi les espèces qui présentent néanmoins une certaine importance, il faut citer *Potamogeton lucens* (~ 8%), *Nuphar lutea* (~ 4%), *Myriophyllum spicatum* (~ 3%) et *Schoenoplectus lacuster* (~ 2%).

Pour donner une idée un peu plus précise de la valeur des points obtenus par les différentes espèces, rappelons que 400 pts représentent une zone de 1 hectare (S = 1) colonisée par une seule espèce (% rel = 100%) avec une abondance générale maximum (A = 4): (cf point 2.3. Méthode de cartographie).

Tableau 3:

Importance relative des espèces.

Nombre de points = surface x % relatif de l'espèce x abondance de la zone.

	points	%
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin	16420	35,76
<i>Potamogeton perfoliatus</i> L.	11896	25,91
<i>Potamogeton pectinatus</i> L.	7519	16,38
<i>Potamogeton lucens</i> L.	3664	7,98
<i>Nuphar lutea</i> (L.) Sm.	2049	4,46
<i>Myriophyllum spicatum</i> L	1288	2,81
<i>Schoenoplectus lacustris</i> (L.) Palla	948	2,06
<i>Potamogeton lucens</i> L. x <i>perfoliatus</i> L.	504	1,10
<i>Ranunculus circinatus</i> Sibth.	152	0,33
<i>Hippuris vulgaris</i> L.	39	0,1
<i>Potamogeton nodosus</i> L.	32	0,1
Autres macrophytes *	1405	3,06
Total	45916	100

* Nombre de points attribués aux espèces aquatiques dont l'importance était insuffisante pour être comptabilisée séparément dans les calculs. Ce chiffre a été obtenu en prenant le 5% du total de points obtenu par les plantes, roselières non comprises.

Discussion

La flore aquatique du lac de Morat présente une diversité relativement faible. Il est intéressant de relever l'absence de Charophytes, groupe taxonomique connu pour sa sensibilité à l'élévation du niveau trophique des eaux. Le genre *Potamogeton* domine très nettement. Il représente environ le 51% de la végétation macrophytique totale du lac et le 80% de celle typiquement aquatique (roselières non comprises).

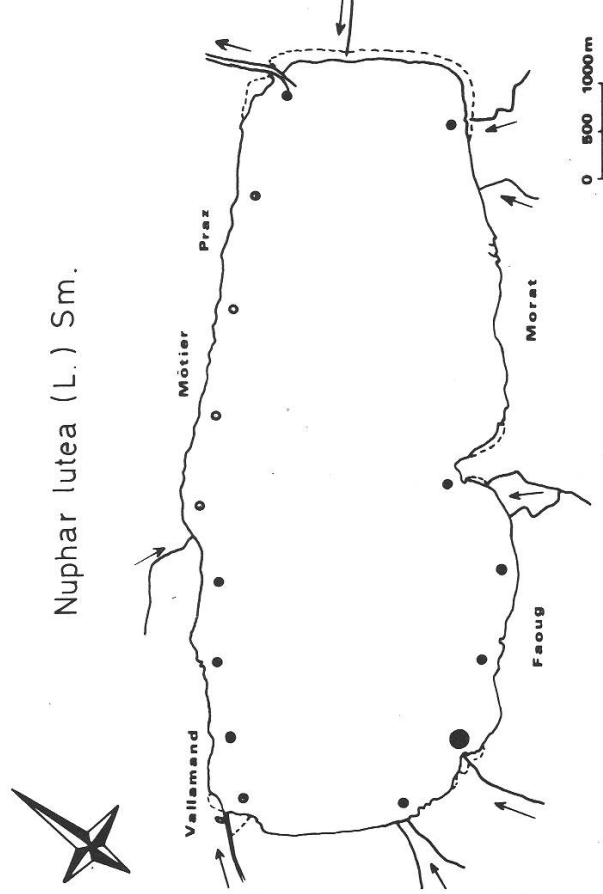
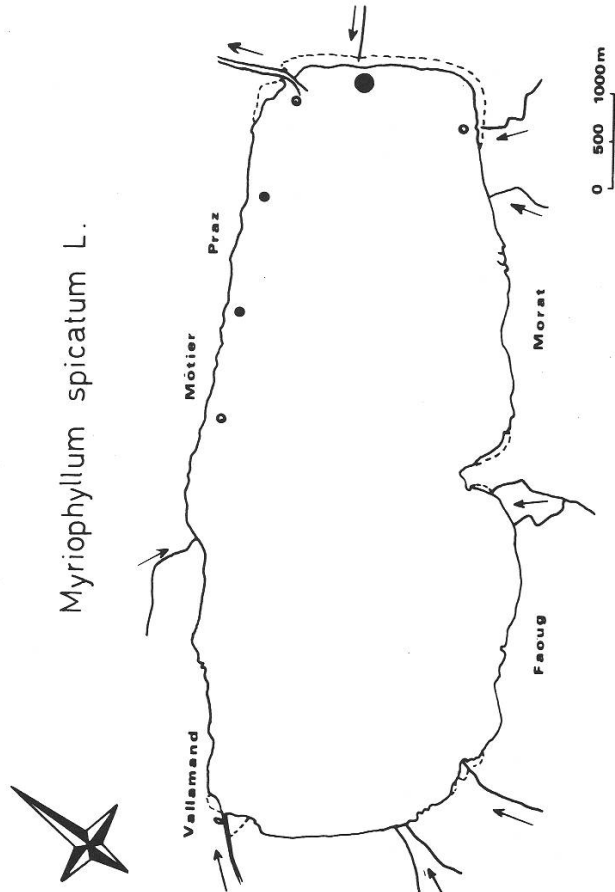
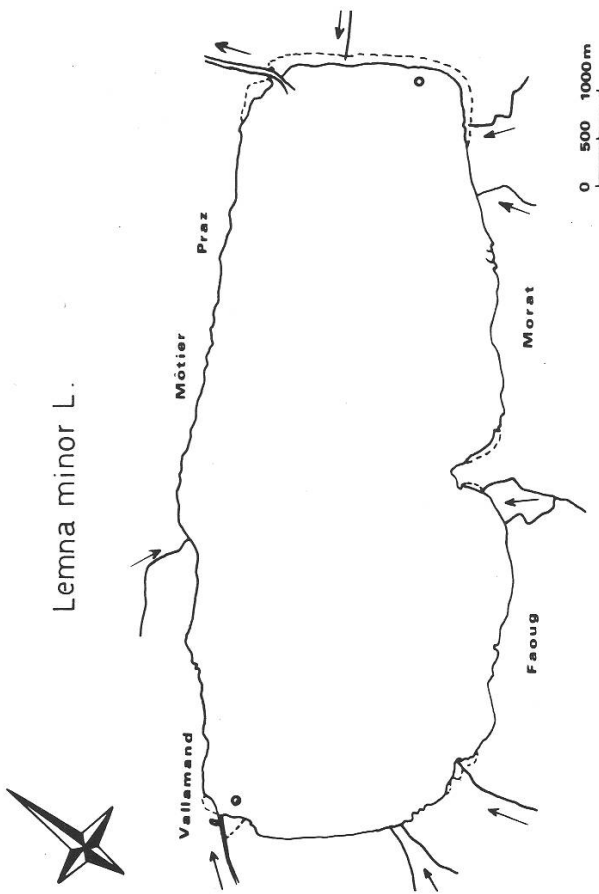
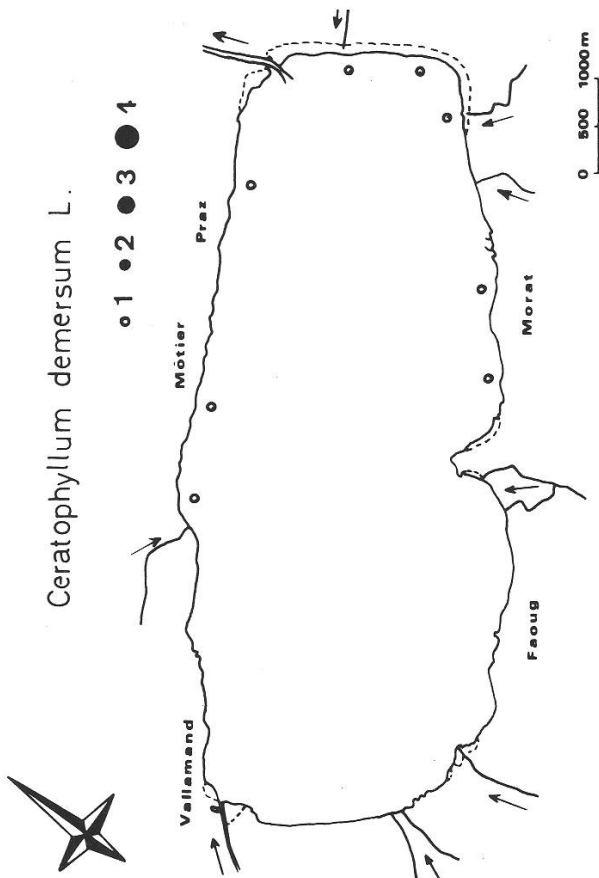
Une autre caractéristique de la végétation aquatique de ce lac est sa densité souvent peu importante. Excepté en quelques endroits, notamment sur la rive NE entre Muntelier et le canal de la Broye ainsi qu'entre Faoug et Meyrier sur la rive SE où la végétation submergée est relativement abondante, partout ailleurs elle est très faible.

Deux raisons principales peuvent être avancées pour expliquer cet état:

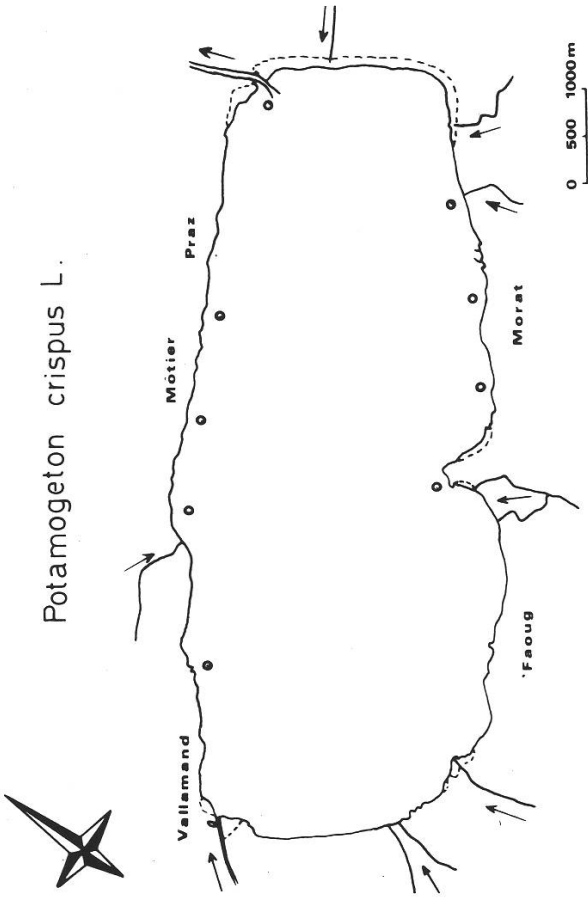
1) La grande turbidité des eaux engendrée par les développements planctoniques souvent importants limite la pénétration de la lumière donc celle atteinte par les macrophytes (3 m maximum) par inhibition des processus photosynthétiques. A cette compétition pour la source énergétique s'ajoute celle pour les substances nutritives présentes dans le milieu.

2) Les travaux de Davaud (1976) ont mis en évidence la prédominance du sable dans les sédiments superficiels des zones littorales peu profondes. Or il est connu, en particulier grâce aux travaux de Pearsall (1920, 1929), Rickett (1922, 1924), Wilson (1937), et surtout Misra (1938) que cet élément joue un rôle importante dans l'implantation et la répartition des macrophytes dans la mesure où il traduit la présence d'un substrat pauvre en éléments nutritifs.

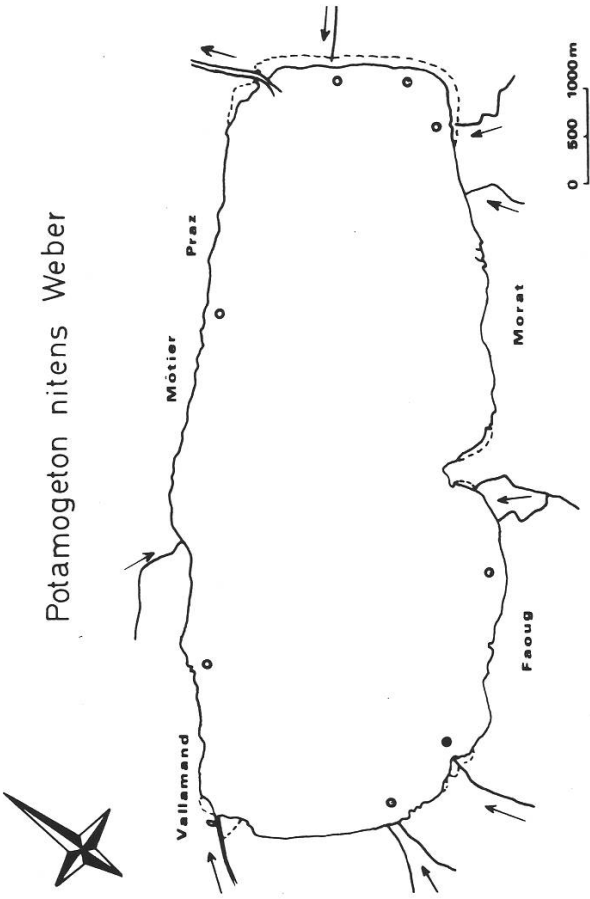
Les différentes régions du lac ne présentent pas toutes le même intérêt botanique. Certaines d'entre elles sont colonisées par une végétation relativement banale. D'autres par contre, sont beaucoup plus riches et méritent d'être signalées. Ce sont toutes des régions où l'état de „nature“ est resté presque intact. Il s'agit de la rive Est du lac occupée par une vaste roselière, d'une zone d'atterrissement à gauche de l'embouchure de la Broye à l'angle Nord-Ouest du lac, du delta et de la région de l'embouchure du Chandon et enfin de la pointe située entre Faoug et Meyrier. Tous ces sites méritent une protection spéciale.



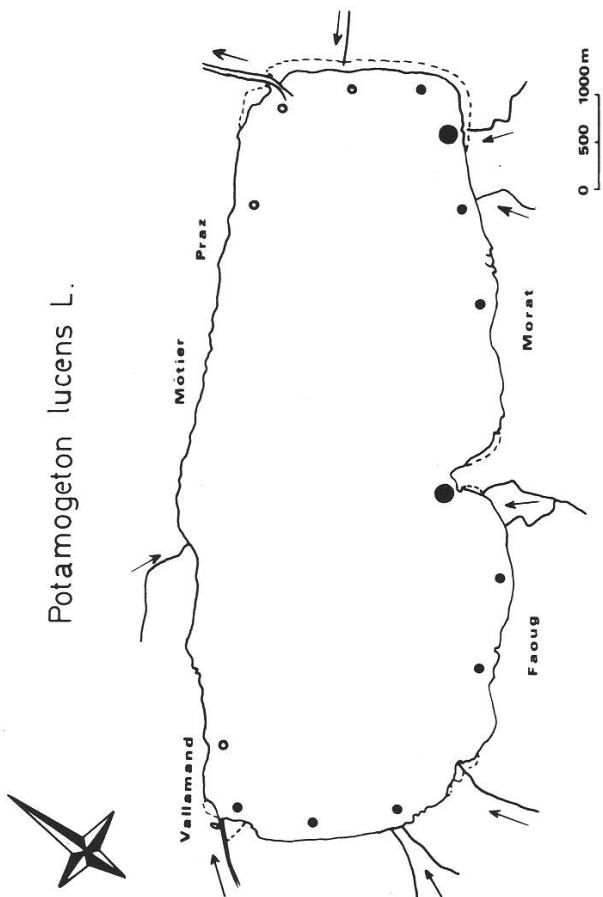
Potamogeton crispus L.



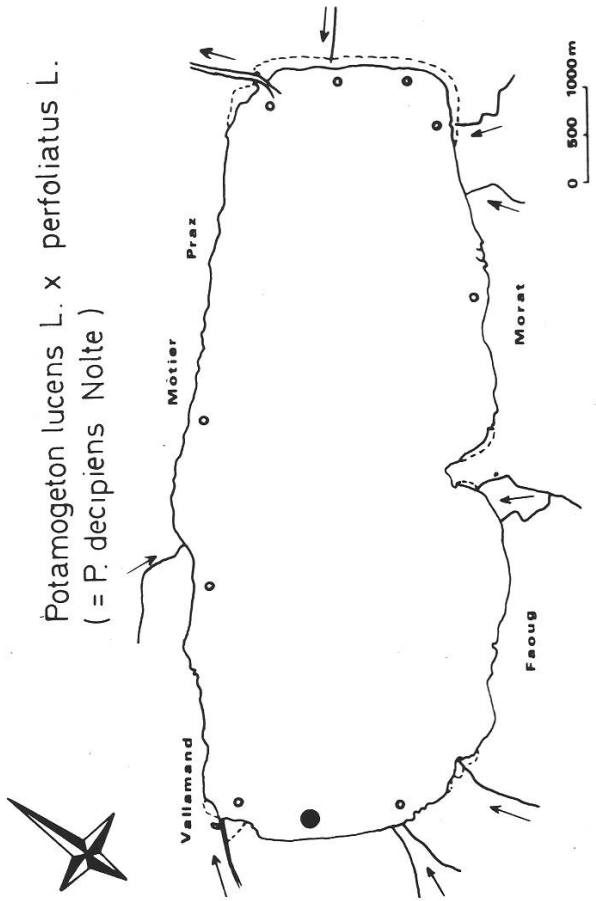
Potamogeton nitens Weber



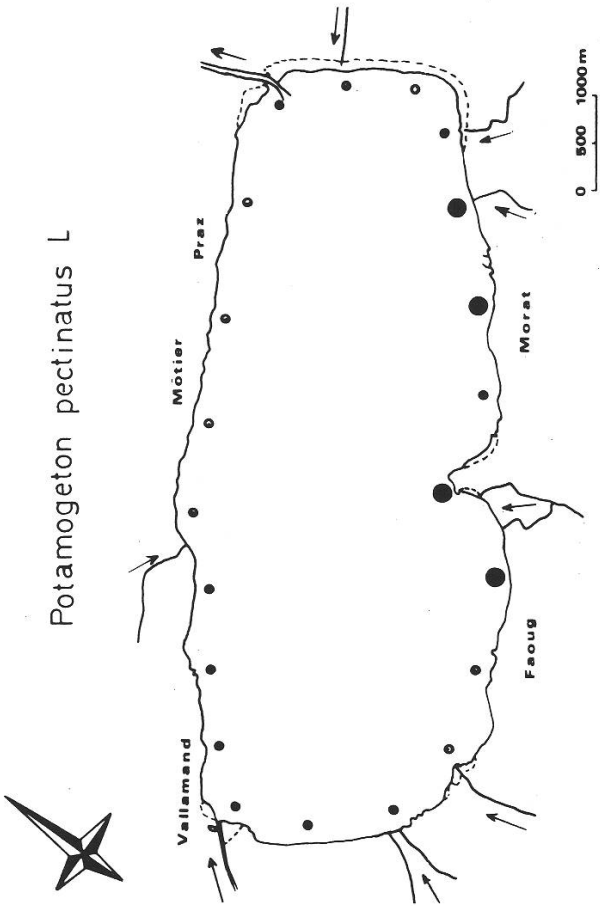
Potamogeton lucens L.



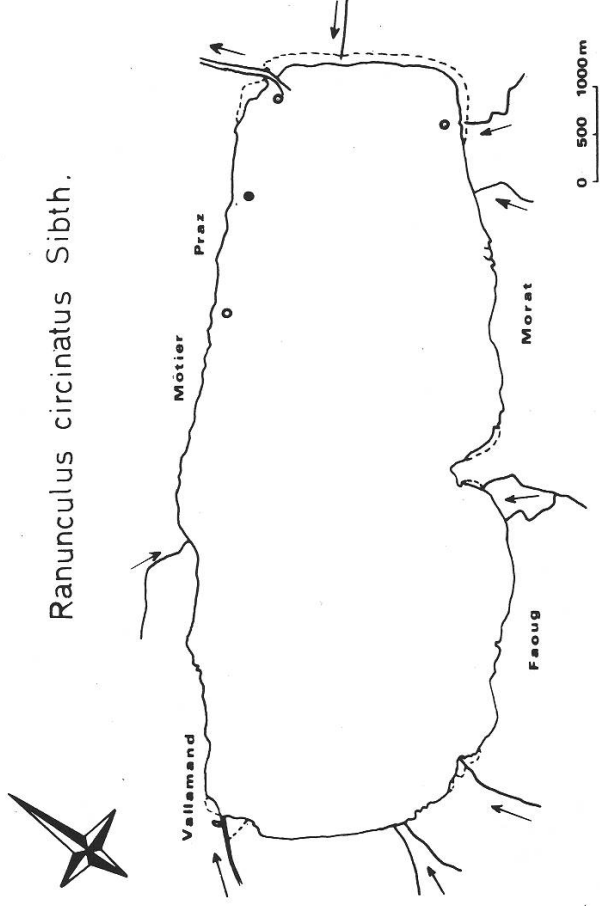
Potamogeton lucens L. x *perfoliatus* L.
(= *P. decipiens* Nolte)



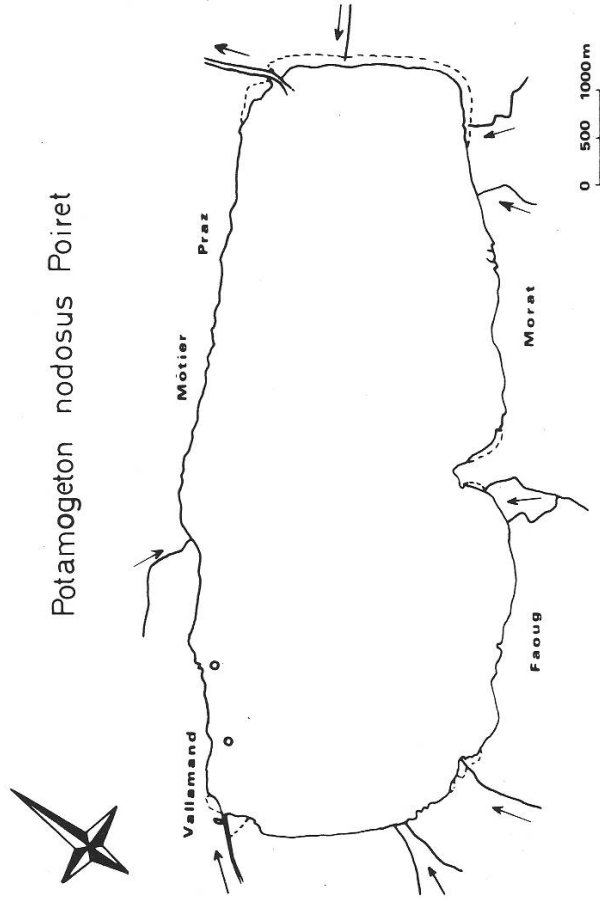
Potamogeton pectinatus L



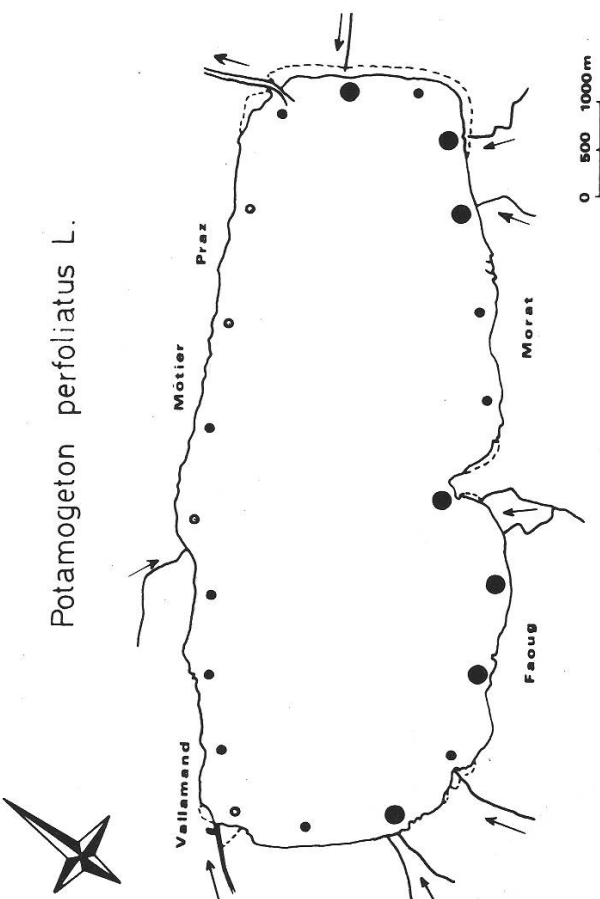
Ranunculus circinatus Sibth.



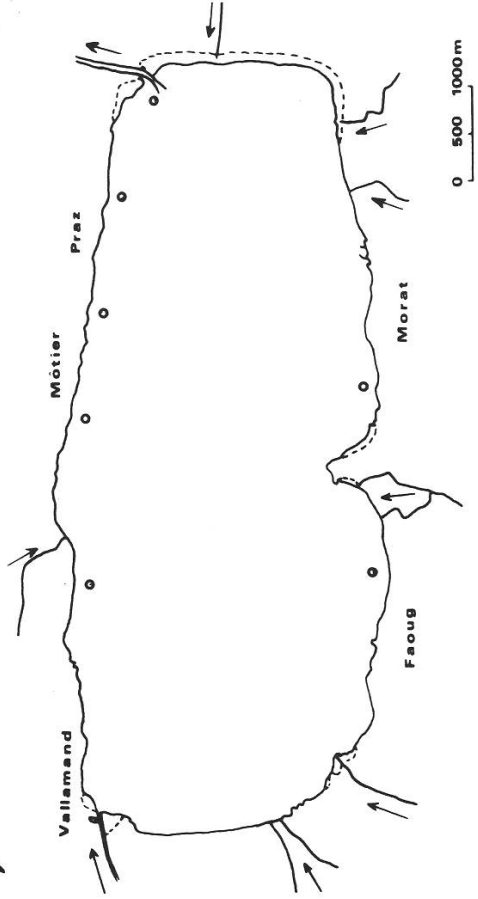
Potamogeton nodosus Poiret



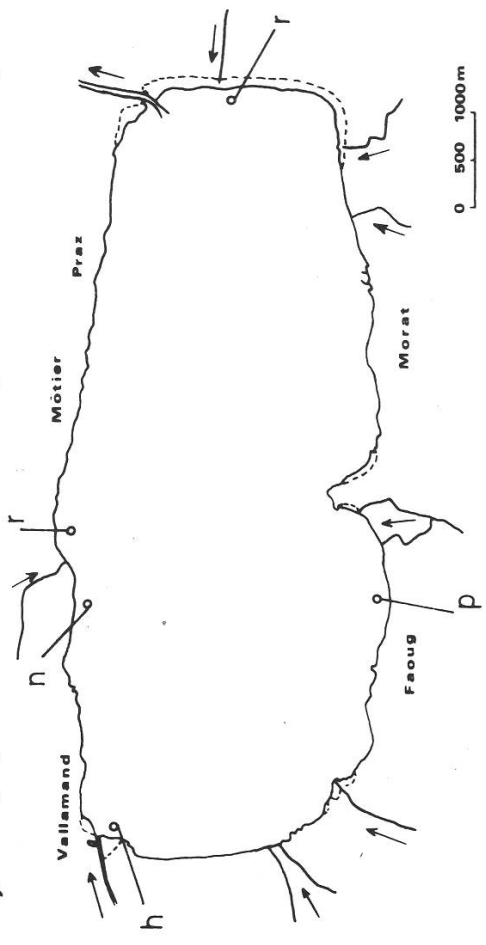
Potamogeton perfoliatus L.



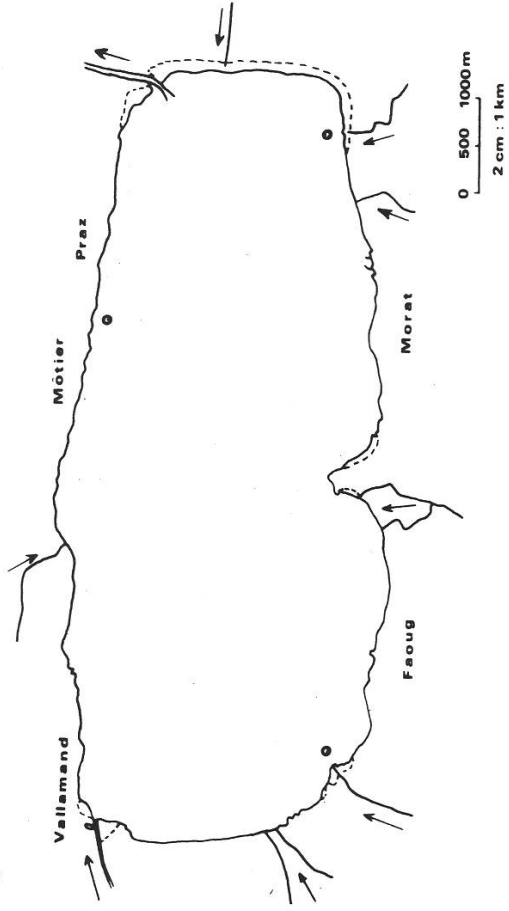
Zannichellia palustris L.



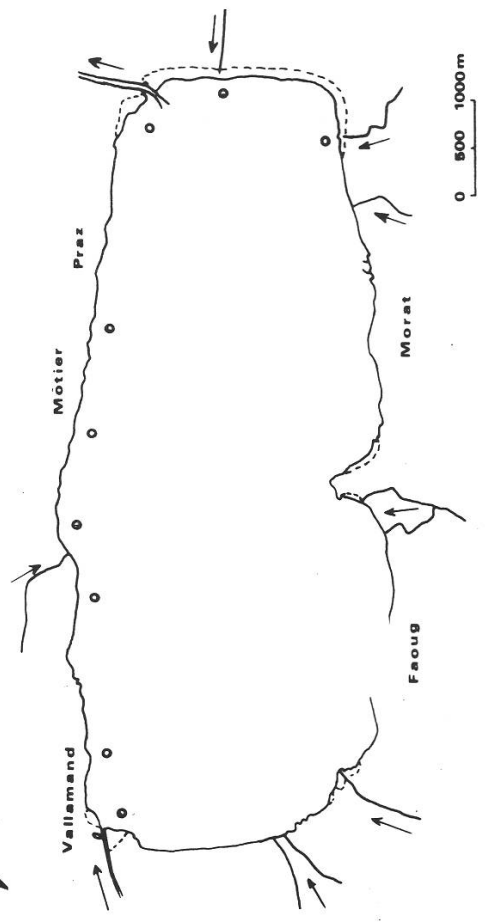
Hippuris vulgaris = h
Nymphaea alba = n
Ranunculus sceleratus = r
Potamogeton panormitanus = p



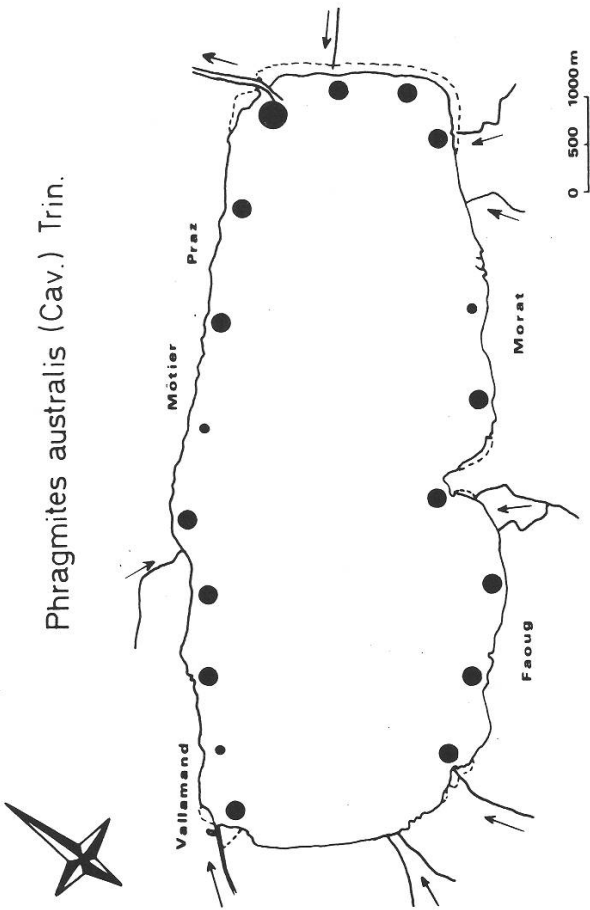
Eleocharis acicularis (L.) R. et Sch.



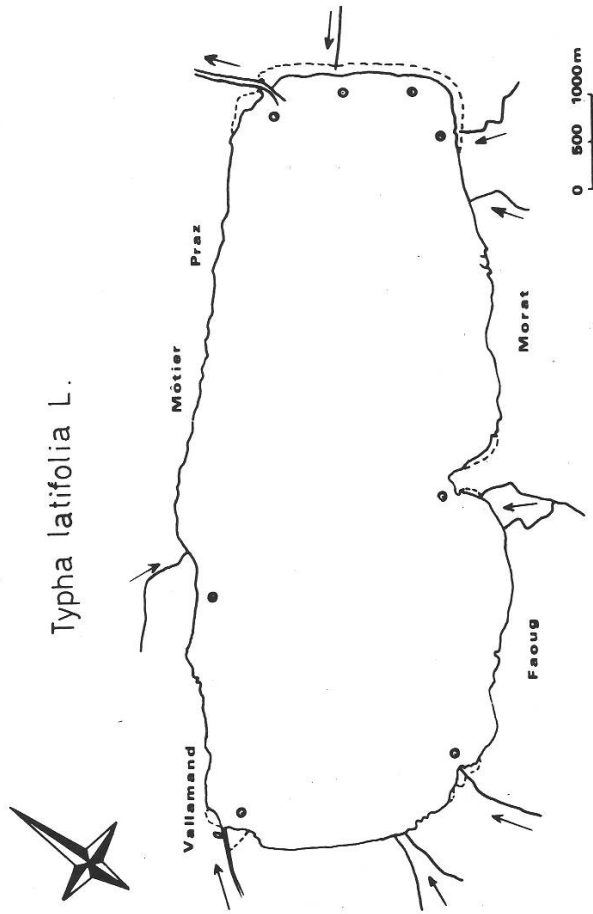
Iris Pseudacorus L.



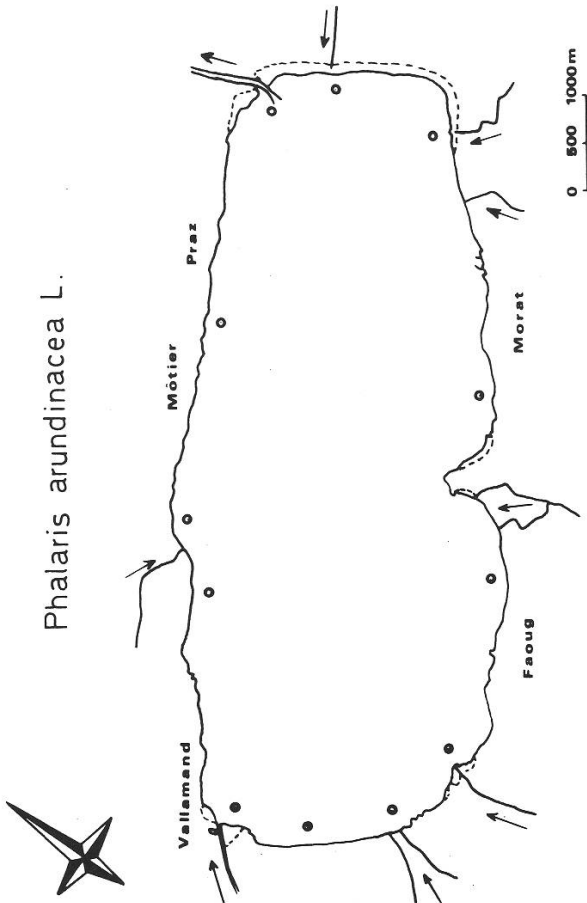
Phragmites australis (Cav.) Trin.



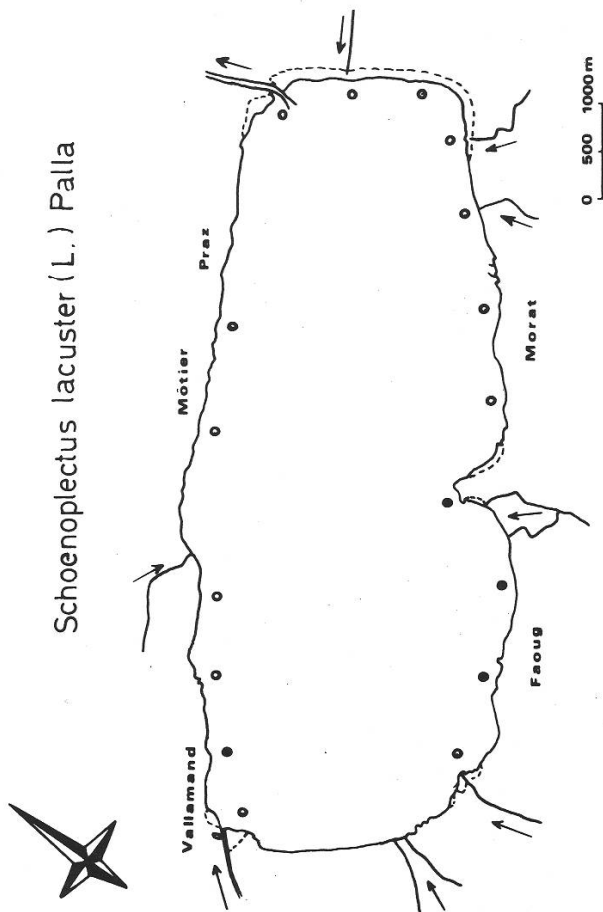
Typha latifolia L.



Phalaris arundinacea L.



Schoenoplectus lacuster (L.) Palla



Résumé

L'étude de la végétation macrophytique du lac de Morat fait partie d'une vaste recherche intitulée: „Etude chorologique et écologique des macrophytes des lacs suisses en fonction de leur altitude et de leur niveau trophique“. Celle-ci est financée par le Fonds National Suisse de la Recherche Scientifique avec la collaboration de l'Office fédéral de la protection de l'environnement.

A l'aide de photographies aériennes en couleurs et de vérifications in situ, l'inventaire, la répartition qualitative et quantitative des macrophytes sont réalisés. Des cartes de répartition sont données pour les espèces dont il existe au moins deux stations dans le lac.

La flore macrophytique actuelle du lac de Morat comprend 29 espèces dont 28 plantes vasculaires (y compris 2 hybrides de *Potamogeton*) et un bryophyte. *Phragmites australis* est abondant (environ 36% de la végétation macrophytique). Parmi les plantes typiquement aquatiques, la végétation est dominée par deux espèces *Potamogeton perfoliatus* (~ 26%) et *P. pectinatus* (~ 16%). D'autres espèces sont relativement bien représentées: *P. lucens* (~ 8%), *Nuphar lutea* (~ 4%), *Myriophyllum spicatum* (~ 3%) et *Schoenoplectus lacuster* (~ 2%).

La répartition qualitative et quantitative de ces végétaux est discutée, notamment en relation avec le niveau trophique du lac.

Zusammenfassung

Die Gefässpflanzen des Murtensees.

Mit farbigen Luftbildern und Beobachtungen im Feld wurde die Verbreitung der Makrophyten des Murtensees untersucht. Festgestellt wurden 28 Gefässpflanzen (darunter zwei *Potamogeton*-Bastarde) und ein Moos. *Phragmites australis* bildet etwa 36% der Makrophytenvegetation. Unter den typischen Wasserpflanzen dominieren *Potamogeton perfoliatus* (26%) und *P. pectinatus* (16%). Ebenfalls gut vertreten sind *P. lucens* (8%), *Nuphar lutea* (4%), *Myriophyllum spicatum* (3%) und *Schoenoplectus lacuster* (2%). Die mindestens an zwei Stellen gefundenen Arten werden in Verbreitungskarten festgehalten. Die Verbreitung wird unter anderem im Zusammenhang mit dem Nährstoffgehalt des Sees diskutiert.

Summary

The macroscopic plants of the lake of Murten (Switzerland).

With the aid of coloured air photographs and observations in the field the distribution of macrophytes in the lake of Murten was studied. 28 vascular plants (among them two *Potamogeton* hybrids) and one moss species were recorded.

Phragmites australis represents about 36% of the macrophyte vegetation. Among typical aquatic plants, *Potamogeton perfoliatus* (26%) and *P. pectinatus* (16%) dominate. Relatively well represented are *P. lucens* (8%), *Nuphar lutea* (4%), *Myriophyllum spicatum* (3%) and *Schoenoplectus lacustris* (2%). For species found at least in two sites distribution maps are given. The distribution is discussed in relation to the trophic state of the lake.

Nous tenons à remercier le Prof. Dr. C.D.K. Cook, Directeur de l'Institut de Botanique systématique de Zurich, le Dr. P. Geissler, le Dr. A. Charpin ainsi que le Dr. M.-A. Thiébaud du Conservatoire botanique de Genève de leur précieuse collaboration pour la détermination des espèces. Que Messieurs G. Burgermeister et J. Perfetta ainsi que Mademoiselle Saskia Wikström soient remerciés pour leur participation à la réalisation pratique de ce travail. Nous remercions également Mademoiselle Jacqueline Strasser pour la dactylographie du manuscrit.

Bibliographie

- Candolle A.-P. de, 1825. Sur l'Algue rouge du lac de Morat. Biblioth. Universelle Sci., Sci. Arts 29: 322–325.
– et D. Colladon. 1826. Notice sur la matière qui a coloré le lac de Morat en rouge au printemps de 1825. Verh. Schweiz. Naturf. Ges. 11: 26.
- Chodat R. 1896. Sur l'Oscillatoria rubescens du lac de Morat. Arch. Sci. 1: 283.
– 1897. Remarques sur la flore pélagique superficielle des lacs suisses et français. Bull. Herb. Boissier. 5 (5): 289; 4 (1): 49–74 et 158–215.
- Cottet M. et F. Castella. 1891. Guide du botaniste dans le canton de Fribourg. Librairie de l'Université, Fribourg. 358 p.
- Bachmann H. 1901. Beitrag zur Kenntnis der Schwebeflora der Schweizerseen. Biol. Centralbl. 21.
– 1907. Vergleichende Studien über das Phytoplankton von Seen Schottlands und der Schweiz. Arch. Hydrobiol. Planktonk. 3: 1–91.
- Burckhardt G. 1899. Faunistische und systematische Studien über das Zooplankton der grösseren Seen der Schweiz und ihrer Grenzgebiete. Rev. suisse Zool. 7.
- Davaud E. 1976. Contribution à l'étude géochimique et sédimentologique des dépôts lacustres récents (*lac de Morat*, Suisse). Thèse sc. de la terre. Genève. 129 pages.
- Forel F.-A. 1880. Températures lacustres. Recherches sur la température du lac Léman et d'autres lacs d'eau douce. Arch. Sci. 3: 501 et 4: 89.
– 1885. La faune profonde des lacs suisses. Nouv. Mém. Soc. Helv. Sci. Nat. 29: 2 et 1: 248.
- Hess H.E., E. Landolt & R. Hirzel. 1967–1972. Flora der Schweiz und angrenzender Gebiete. 3 vol. Birkhäuser, Basel & Stuttgart 858, 956, 876 p.
- Klötzli F. & A. Grunig. 1976. Seeufervegetation als Bioindikator. Zur Reaktion belasteter Seeufervegetation. Daten und Dokumente zum Umweltschutz 19: 109–131.

- Kohler A. 1978. Methoden der Kartierung von Flora und Vegetation von Süßwasserbiotenen. *Landschaft + Stadt*, 10 (2): 73–85.
- Lachavanne J.-B. et R. Wattenhofer. 1975. Les macrophytes du Léman. Conservatoire botanique de Genève et Commission internationale pour la protection des eaux du Léman contre la pollution. 147 p.
- 1976. Contribution à l'étude des macrophytes du Léman. Thèse Université de Genève. 409 p.
- Landolt E. 1977. Ökologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora. Veröff. Geobot. Inst. Rübel Zürich, 64.
- Lang G. 1969. Farbluftbilder als Hilfsmittel der Vegetationskunde und des Gewässerschutzes. *Umschau* 69: 384–385.
- Làng I. 1978. Hungary's Lake Balaton: A Program to Solve its Problems. *Ambio* 7 (4): 164–168.
- Märki E. 1949. Die Limnologie der schweizerischen Seen und Flüsse. *Rev. suisse Hydrol.* 11: 649–707.
- Misra R.D. 1938. Edaphic factors in the distribution of aquatic plants in the English Lakes. *J. Ecol.* 26: 411–451.
- Musy M. 1904–1905. Faune et flore du lac de Morat. *Bull. Soc. Fribourg, Sci. Nat.* 13: 13.
- Pearsall W.-H. 1920. The Aquatic Vegetation of the English Lakes. *J. Ecol.* 8: 163–201.
- 1929. Dynamic Factors Affecting Aquatic Vegetation. *Proc. Int. Congress of Plant Sci.* 1: 667, Menasha, Wisc.
- Rickett H.W. 1922. A quantitative study of the larger aquatic plants of lake Mendota, Wisconsin. *Trans. Wis. Acad. Sci.* 20: 501–527.
- 1924. A quantitative study of the larger aquatic plants of Green Lake, Wisconsin. *Ibid.* 21: 384–414.
- Rivier O. 1936. Recherches hydrobiologiques sur *le lac de Morat*. *Bull. Soc. Neuchâteloise Sci. Nat.* 61: 125–181.
- Vollenweider R.A. 1970. Les bases scientifiques de l'eutrophisation des lacs et des eaux courantes sous l'aspect particulier du phosphore et de l'azote comme facteurs d'eutrophisation. Rapport Organisation de Coopération et de Développement Economique (O.C.D.E.), E. 40. 105. Paris. 182 p.
- Wilson R.L. 1937. A quantitative and ecological study of the larger aquatic plants of Sweency Lake, Oneida County, Wisconsin, *Bull. Torrey Bot. Club* 64: 199–208.

Jean-Bernard Lachavanne
 Département de Biologie végétale
 de l'Université de Genève
 CH-1211 Genève 4