

ANNALES

DE

BIOLOGIE LACUSTRE

PUBLIÉES SOUS LA DIRECTION DU

D^r ERNEST ROUSSEAU

TOME II

1907-1908

BRUXELLES

IMPRIMERIE F. VANBUGGENHOUDT

5 ET 7, RUE DU MARTEAU, 5 ET 7

Recherches biologiques sur le lac d'Annecy ⁽¹⁾

par MARC LE ROUX

Docteur ès sciences, Conservateur du Musée d'Annecy

INTRODUCTION

Le lac d'Annecy était resté jusqu'à ce jour, à peu de chose près, ignoré au point de vue de sa faune et de sa flore; d'autre part, il n'existait pas encore de travail d'ensemble sur la biologie d'un grand lac français. C'est la raison qui m'a déterminé à entreprendre les recherches dont ce mémoire est l'exposé.

Deux notes très sommaires, simple esquisse des premiers résultats que j'avais obtenus, ont été publiées, mais, depuis ce temps, les observations se sont multipliées, de nombreux matériaux ont été accumulés, dont la somme commençait à faire une contribution appréciable à l'histoire naturelle du lac d'Annecy.

J'aurais volontiers encore attendu avant de faire paraître ce travail, l'estimant encore bien incomplet et redoutant d'exposer des conclusions prématurées. Le désir de faire connaître un domaine inexploité l'a pourtant emporté en raison de ce fait que mes recherches, surtout en ce qui concerne les allures du plancton, ont été continuées pendant une période exceptionnellement longue, régulièrement une fois par mois, de 1895 à 1905.

Si, souvent des observations passionnément suivies m'ont

(1) L'Académie de Savoie a décerné à ce mémoire en 1907 le grand prix de la fondation Caffè destiné à récompenser le meilleur travail sur les sciences naturelles se rapportant à la Savoie.

apporté de précieuses satisfactions, je ne dois pas cacher que des mécomptes, des faits inexplicables et déconcertants en eux-mêmes, ont parfois jeté le trouble et le découragement dans mon esprit. Tous ceux qui se sont occupés d'études lacustres me comprendront ; ils ont éprouvé les mêmes impressions !

Parmi les nombreux organismes mentionnés, on notera certaines particularités individuelles qui distinguent les formes de notre lac de celles des autres lacs étrangers. Quelques différences morphologiques existent, mais peu importantes et non suffisantes, à mon avis, pour justifier la création de nouvelles espèces. Ce ne sont, en somme, que des variétés locales. On ne saurait, en effet, assez réagir contre cette tendance, peut-être un peu trop répandue, de la fabrication d'espèces par la mise en relief de tel ou tel caractère d'un être qui n'est que la résultante de son adaptation aux conditions de milieu. En matière de biologie lacustre, on pourrait presque dire : autant de milieux, autant de formes.

Les recherches bibliographiques sont, on le conçoit, très difficiles pour un travailleur isolé, loin de tout établissement scientifique d'enseignement supérieur. On voudra bien me pardonner les lacunes qui pourront être constatées dans cet ordre d'idées. Cependant, plus que celle de toute autre ville d'égale importance de province, la bibliothèque municipale d'Annecy est suffisamment pourvue d'ouvrages et d'excellents mémoires d'histoire naturelle, que les limnologues pourront consulter avec fruit. D'autre part, le voisinage du grand centre universitaire de Genève m'a été d'un grand secours. En outre de la libéralité avec laquelle la Bibliothèque de l'Université m'a communiqué quelques ouvrages indispensables, j'ai rencontré chez nos voisins le plus bienveillant accueil.

Ce m'est un agréable devoir de remercier ici tous ceux qui, par l'envoi gracieux de leurs publications ou par des renseignements épistolaires, m'ont mis en mesure de remédier à ce que mon information bibliographique pouvait avoir d'incomplet : MM. les professeurs FOREL, de Morges ; SCHRÖTER, de Zurich ; SENN, de Bâle ; YUNG, de Genève ; FÜHRMANN, de Neuchâtel, AMBERG, STINGELIN, d'Olten ; PITTARD, de Genève ; BEDOT, de Genève ; WESENBERG-LUND, de Copenhague ; PAVESI, de Padoue ; RICHARD, DE GUERNE, BLANCHARD, MONIER, PAVILLARD et MAGNIN.

J'adresserai également l'expression de ma vive reconnaissance

aux savants qui, chacun dans sa branche d'activité scientifique, m'ont éclairé de leurs conseils :

M. le professeur CHODAT, de Genève, au sujet des Algues pélagiques et littorales.

M. GOMONT, qui a mis la plus grande obligeance à déterminer les Algues des tufs lacustres.

MM. les docteurs WEBER et PENARD, pour les Rotateurs, les Héliozoaires et les Périidiniens.

MM. CORBIÈRE et HY, qui ont contrôlé les Limnophytes, les Carex, les Mousses et les Characées.

Enfin, mon témoignage d'affectueuse sympathie va tout particulièrement à l'adresse de mon ami PH. GUINIER, professeur de botanique à l'Ecole forestière de Nancy, en compagnie duquel j'ai fait d'intéressantes courses, en appliquant sur le terrain les notions de la géobotanique pour l'intelligence des associations végétales. C'est à lui que je dois la détermination d'une bonne partie des plantes phanérogames.

Ancey, le 30 janvier 1907.

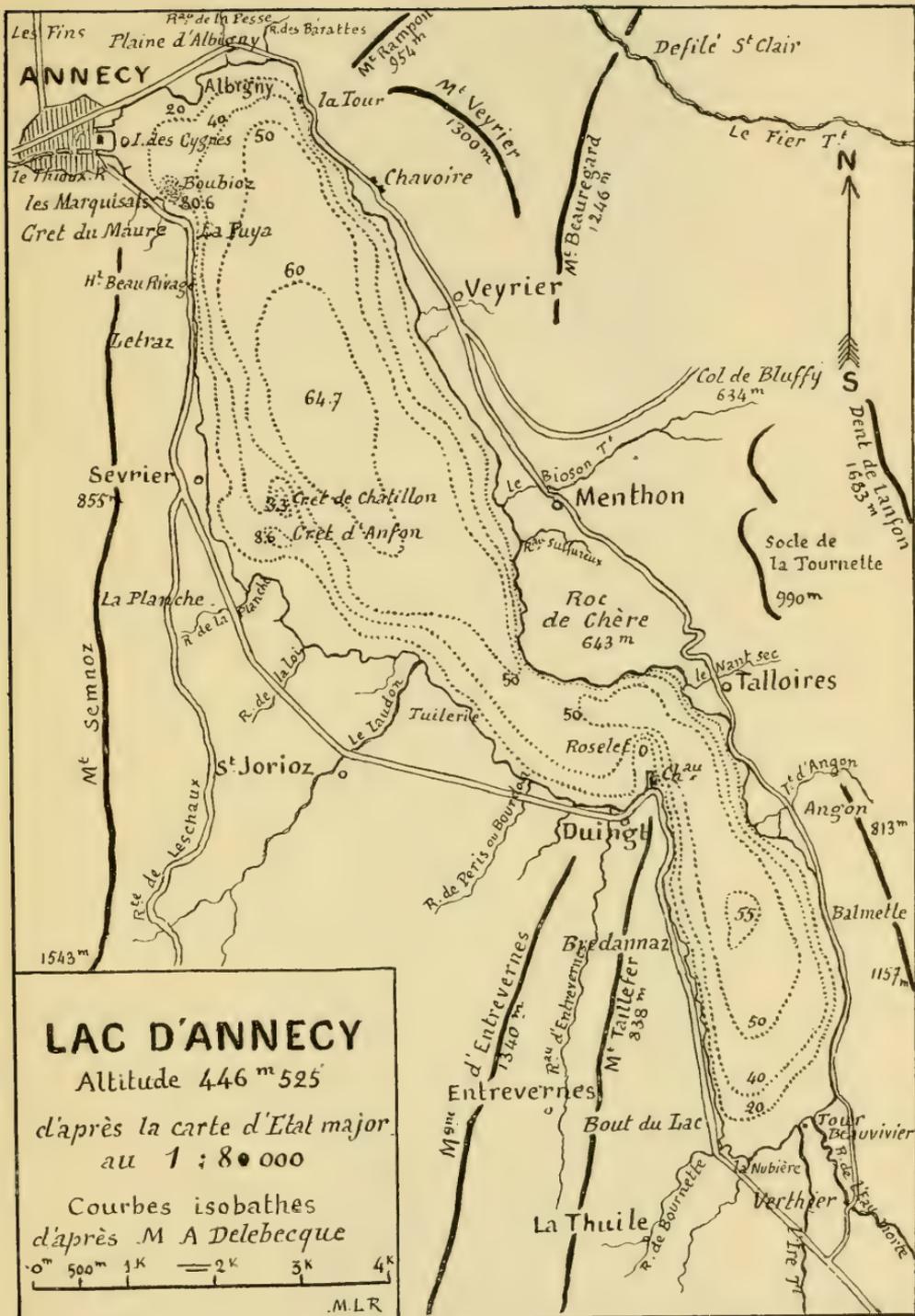


Fig. 1.

I

LE LAC D'ANNECY

Coordonnées géographiques. — Le lac d'Annecy, ainsi appelé du nom de la ville qui est bâtie à son extrémité Nord-Ouest, sur le réseau de canaux de ses émissaires, le Thioux et le Vassé, est situé dans le département de la Haute-Savoie par 3°51 de longitude moyenne Est de Paris et 45°51 de latitude moyenne Nord.

Son altitude est de 446^m525, étiage conventionnel correspondant à 0^m25 au-dessus du zéro de l'échelle hydrométrique du pont de la Halle, à Annecy.

Il est figuré sur les cartes suivantes : Carte du service vicinal du ministère de l'intérieur au 1/100,000 f. XXIV-25; carte de l'état-major au 1/80,000 ff. 160bis et 169bis; carte des services de la carte géologique de France au 1/80,000, mêmes numéros. La carte des profondeurs a été levée en 1890 par DELEBECQUÉ à l'échelle du 1/20,000, avec équidistances des courbes isobathes de 5 mètres et publiée par le ministère des travaux publics.

Description physique; les murailles du lac. — Le lac d'Annecy, dont la direction générale est Nord-Ouest-Sud-Est, est creusé sur le bord extérieur des Hautes Chaînes calcaires du Genevois dont les premiers plis en constituent la muraille orientale.

Au Nord s'étend la vaste plaine des Fins, ancien delta d'alluvions d'un torrent (le Fier) postglaciaire, qui s'appuie d'un côté aux collines molassiques d'Annecy-le-Vieux et qui de l'autre s'avance dans le lac par la côte marécageuse d'Albigny.

Brusquement, à l'Est, montent les talus hauteriviens boisés de la montagne de Veyrier, couronnés par une falaise calcaire urgoniennne abrupte, qui s'élève jusqu'à la cote 1,300 mètres, pour s'abaisser par rupture de voûte, au passage de la trouée de Bluffy, résultant d'un formidable débâlement dû à l'érosion postglaciaire.

Sous les crêtes déchiquetées de Lanfon et de la Roche Muraz, dévalent des prairies et des bois arrêtés un moment par la butte

M^t Veyrier.
Mont d'Entrevernes.
Marais de St. Jorioz.
Sevrier.

Roche Muraz. La Tournette.
Menthon.
Promontoire de Duingt.
Roc de Chère.

Dent de Lanfon.
Roche Muraz. La Tournette.
Menthon.

Dent de Lanfon.



Rosclère de Sevrier.

La zone littorale des Jons et des Roseaux.

Fig. 2. — Vue générale du lac d'Annecy : Le Grand Lac.

nummulitique de la forteresse féodale de Menthon ou tranchées net par les escarpements jurassiques de Saint-Germain.

Tout en bas, comme une gigantesque masse effondrée, s'écrase ce paradoxal Roc de Chère, dont le plateau gréseux, sorte de sauvage toundra entaillée de vallons tourbeux, s'étend à l'altitude de 610 mètres pour venir plonger par un effrayant à pic de 100 mètres de hauteur dans les eaux profondes du lac.

A l'abri de la muraille ensoleillée du Roc, où s'agrippe une ardente végétation d'éléments méridionaux, l'anse calme de Talloires creuse un peu le littoral. La côte reprend ensuite une direction Sud et il y a place à peine alors pour la route entre le rivage et les talus broussailleux de la montagne de Verthier, premier degré du soubassement de la prestigieuse Tournette qui domine tout le bassin.

Dans la région méridionale du lac, large de 1,500 mètres, les cours indolents de l'Eau-Morte et de l'Ire ont édifié une basse plaine d'alluvions en partie marécageuse, qui se raccorde avec la vallée de Faverges, ancien thalweg d'un puissant cours d'eau, mais aujourd'hui « vallée morte », où les deux ruisseaux ont depuis longtemps atteint leur profil d'équilibre.

La rive occidentale du lac remonte sans articulations vers le nord, limant les dépôts fluvio-glaciaires de Bredannaz et se rapproche de la montagne d'Entrevernes, qui par abaissement progressif de l'axe de son pli, s'avance en face de la falaise de Chère, par la presqu'île de Duingt qui éteint sa dernière ondulation dans le haut fond du Roselet.

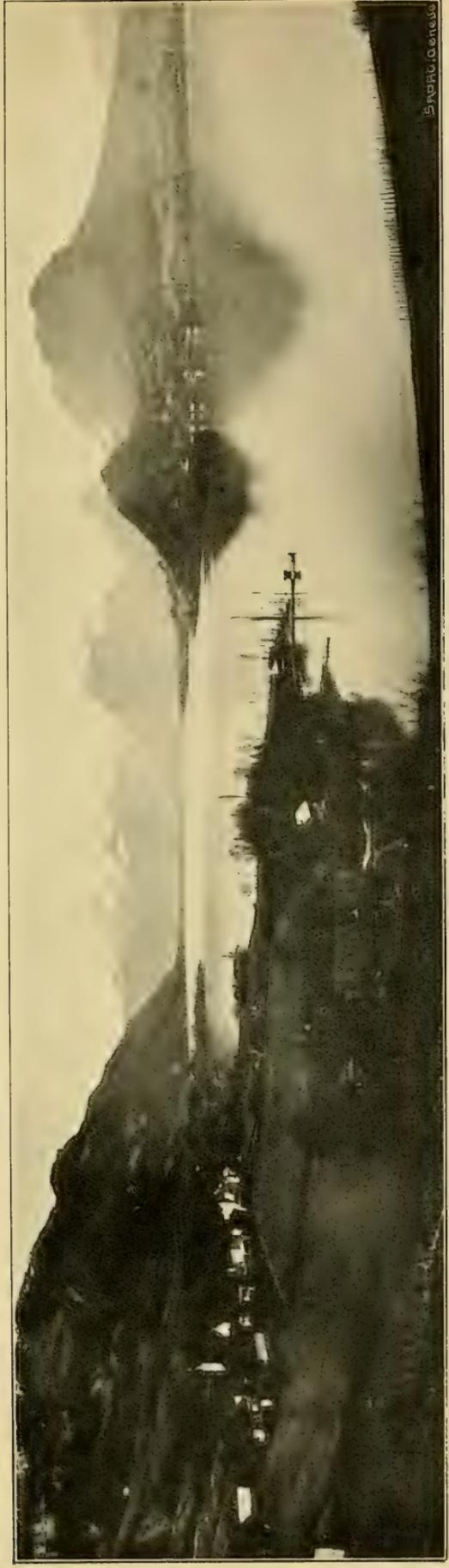
A l'orée de la belle vallée d'Entrevernes, resserrée entre Taillefer et le Roc des Bœufs, le paysage change.

C'est la simple harmonie des lignes de la grande dépression de Leschaux s'ouvrant largement vers le Sud dans le massif des Bauges et qui se raccorde aux pentes boisées du Semnoz. Cette verdoyante vallée, accidentée mollement de collines molassiques et de buttes morainiques, s'étend entre les marécages de Saint-Jorioz et de Sevrier et la montagne prochaine : la croupe du Semnoz, qui développe lentement sa tranquille silhouette depuis la plaine d'Annecy jusqu'à la cote 1,704 mètres au Crêt de Châtillon.

Puis le rivage du lac s'approfondissant rapidement, se rapproche de la montagne jusqu'au rocher de la Puya, qui projette ses splendides châtaigneraies sur la nappe bleue des eaux.

Enfin, la cuvette du bassin lacustre est fermée par le prolon-

Delta d'Angon Marais du Bout du Lac ou de Verthier. Mt. Taillefer et promontoire de Duingt. Mont^s d'Entrevernes. Marais de Duingt. Col de Leschaux.



STORC, GENEVE

Talloires.

Baie de Talloires.

Roc de Chère.

Fig. 3. — Vue générale du lac d'Annecy : Le Petit Lac.

gement septentrional du Semnoz, accidenté de cassures qui isolent le Crêt du Maure de la colline du Château et dont les couches se perdent dans la plaine d'Annecy avec des allures de « dôme » (1).

Dans la boue glaciaire et les alluvions, corrodant ensuite la molasse sous-jacente pour y creuser son lit, l'émissaire du lac, le Thioux, va se précipiter dans le Fier, dont l'érosion régressive, qui a déjà cisailé les gorges de Lovagny, est parvenue à entamer le dur seuil de Cran.

Eléments limnologiques (2). — Ainsi délimité géographiquement, le lac d'Annecy se compose de deux bassins : celui du Nord, le « Grand Lac », long de 10 kilomètres, large de 3^k500, avec une profondeur de 6^m70; celui du Sud, le « Petit Lac », long de 4 kilomètres, large de 1^k500, avec une profondeur de 55^m20.

Ces deux parties sont séparées topographiquement par un détroit entre le Roc de Chère et Duingt, mais bathymétriquement par une sorte de barre très aplatie, rejetée à 1 kilomètre au Nord de Duingt, sur un fond de 49^m30, et qui est due au cône de déjection torrentiel du Laudon.

Relief. — La plaine lacustre ou plafond du lac est accidentée de hauts fonds : l'îlot rocheux du Roselet, prolongement de la montagne de Duingt; plus au Nord s'élèvent deux moraines sous-lacustres, le Crêt de Châtillon, à 800 mètres à l'Est de Sevrier, recouverte seulement par 3^m30 d'eau, la région voisine étant à 40 mètres de profondeur; le Crêt d'Anfon, à 500 mètres à l'Est de Sevrier, à une profondeur de 8^m60 par des fonds de 25 à 30 mètres.

Une plate-forme littorale, plus ou moins développée, dont la profondeur n'excède pas 5 mètres, la Beine ou le « Blanc » qui s'avance jusqu'au « Bleu » (partie profonde), occupe certains points; vers Albigny, surtout entre Sevrier et St-Jorioz, où elle s'étend sur une largeur de 600 mètres, et enfin toute la rive Sud du lac.

(1) REVIL et LE ROUX, « Observations nouvelles sur la terminaison périclinale de la chaîne Nivolet-Semnoz », *Rev. savoisiennne*, 1906, p. 173

(2) Ces éléments sont décrits d'après DELEBECQUE, « Les lacs français », 1898, et L. DUPARC, « Le Lac d'Annecy ». *Arch. des Sc. phys. et nat. de Genève*, février 1894, et des observations personnelles.

La côte est très déclinée sur le littoral Ouest entre Sevrier et Annecy, ainsi que sur toute la rive orientale. Elle est accidentée par l'escarpement formidable du Roc de Chère, qui plonge presque à pic dans le lac (pente 87 p. c.). A une distance de 2 mètres de cette falaise, la sonde accuse des fonds de 42 mètres tandis que le promontoire du Duingt, en face, plonge par une pente de 63° jusqu'à la profondeur de 35 mètres.

La plaine centrale du lac est horizontale; elle occupe la plus grande partie de la surface dont les 3,5 sont, en effet, à l'intérieur de la courbe isobathe de 45 mètres.

Superficie. — Le lac d'Annecy a 27 kilomètres carrés 04 de superficie. Son cube est de 1.123,500,000 mètres cubes. Le rapport de sa profondeur à sa surface est de 1/64,51. Ce rapport est influencé par la profondeur considérable, 80^m6, d'un gouffre, le « Boubioz », dont l'entonnoir elliptique aux axes respectifs de 250 mètres et 200 mètres s'ouvre à 800 mètres au Sud-Est d'Annecy, et à 200 mètres du rivage entre les courbes isobathes de 25 et de 30 mètres.

Pluies. — Les précipitations annuelles sont en moyenne de 1^m32 d'eau à Annecy. La surface du lac étant de 27 kilom. c. 04, il résulte des calculs de DELEBECQUE qu'il reçoit annuellement 6,615,000 mètres cubes d'eau. Le débit de l'émissaire est de 10 mètres cubes 75 par seconde, soit annuellement de 340,000,000 de mètres cubes. Il résulte des graphiques établis depuis 1892 par le Syndicat des industriels du Thioux que les extrêmes des niveaux des eaux ont été constatés : maximum le 17 janvier 1899 avec la cote + 1^m39, et le minimum les 23 et 24 novembre 1906 avec la cote — 0^m44 (1).

Température. — La température de l'eau du lac varie entre les extrêmes suivants que j'ai notés : le plus fort maximum des couches superficielles était de 23° le 1^{er} août 1904; le minimum le plus bas a été de 0°3 le 13 janvier 1903.

Le lac d'Annecy appartient, d'après la classification de FOREL, au *type tempéré*, à stratification thermique alternante, c'est-à-dire directe en été (décroissante de la surface au fond) et

(1) Communication de M. l'Ingénieur A. CROLARD, de Cran.

inverse en hiver (croissant de la surface aux parties profondes).

Le lac gèle parfois entièrement. La congélation totale est survenue en 1573, en 1583, en 1681, en 1684, en 1830 et dans les hivers de 1879-80 et de 1890-91.

Couleur. — La couleur des eaux correspond, d'après mes observations, au n° IV de l'échelle de Forel, c'est-à-dire au bleu outremer foncé.

Transparence. — La plus grande limite de visibilité que j'ai constatée a été de 11^m10, la plus faible de 3^m5. (Voir chapitre du Plancton.)

Affluents. — Nature pétrographique du bassin d'alimentation. — Le lac est alimenté par un certain nombre d'affluents et par quelques sources sous-lacustres. (Voir carte fig. 1.)

Les deux ruisseaux des *Marquisats* sortent du glacier qui a comblé les deux vallons d'érosion consécutifs aux cassures du Crêt du Maure et des Espagnoux (1).

Les *Nants de la Planche* et du *Loi* proviennent des niveaux aquifères du Gault et des boues glaciaires morainiques.

Le *Laudon* draine les bombements molassiques de la dépression de Leschaux. Il recueille les eaux qui ont filtré au travers des fissures de la carapace urgonienne du Semnoz et qui sont collectées par les marno-calcaires de l'Hauterivien.

Le ruisseau de *Péris* ou *Bourdon* prend sa source dans les moraines glaciaires et recueille également les eaux de la Molasse.

Le torrent d'*Entrevernes* descend du col du Golet, collectant les eaux des marnes nummulitiques et albiennes qui reposent dans le synclinal urgonien de la vallée.

Le ruisseau de *Bournette* draine les dépôts morainiques de la Thuile et recueille les eaux des pentes néocomiennes dans lesquelles se creuse le col de Bornette.

L'*Ire* provient des niveaux néocomiens qui forment les sous-bassements du Charbon et du Trélod.

L'*Eau-Morte* court dans les alluvions modernes, rassemble

(1) M. LE ROUX, « Le terrain glaciaire et les blocs erratiques du Crêt du Maure », *Rev. sav.*, 1905, p. 55.

les eaux des montagnes de Faverges et celles du ruisseau de Montmin qui descend des flancs de la Tournette.

Les torrents d'*Angon*, le *Nant du Crot* et le *Nant Sec* à Talloires, sortent des marno-calcaires jurassiques de la Tournette.

Les faibles sources qui suintent dans les fissures de la falaise du Roc de Chère, près de la faille occidentale, déversent les eaux qui ruissellent dans les dépressions du grès nummulitique et fuient par deux ou trois bétouires en relation avec le soubassement urgonien de ce massif.

La source sulfureuse de Menthon jaillit de la boue glaciaire; ses eaux sont collectées par les grès nummulitiques.

Le *Bioson* descend du col de Bluffy, où il recueille les eaux des marnes hauteriviennes et des marno-calcaires jurassiques.

Enfin, les petits torrents du mont Veyrier sortent des schistes et marnes du Flysch et des niveaux hauteriviens du flanc Ouest de la montagne.

Les ruisseaux des *Barattes* descendent du Tongrien, celui de la *Pesse* ou d'*Albigny* des marnes de l'Aquitaniens et des alluvions postglaciaires.

Les affluents sous-lacustres ont une certaine importance. Le principal est le *Boubioz*. J'ai pu me rendre compte que cet entonnoir, d'où jaillit la source sur sol rocheux, est dû à un accident tectonique intéressant. Il se trouve, en effet, au point d'intersection de deux failles conjuguées dans la partie Nord du Semnoz, ayant déterminé une dénivellation par faille entre le Crêt du Maure et la Colline du Château (cassure Nord) et entre le plateau des Espagnoux-Puya et le Crêt du Maure (cassure Sud) (1).

D'autres sources ont été signalées par DELEBECQUE; deux près du Boubioz, température 10°4 et 10°6; l'autre près de Lettraz, température 11°4.

La présence d'une source dans le Boubioz est également confirmée par les analyses de DUPARC (2). Les eaux sont, en effet, plus riches en matières dissoutes (résidu fixe : 0 gr. 1624 par litre) que les eaux du lac, qui ne titrent que 0 gr. 1511 par litre. Ce caractère est commun à tous les affluents du lac.

(1) M. LE ROUX, « Quelques points de la géologie du Semnoz », *Rev. sav.*, 1897, p. 9, et J. REVIL et M. LE ROUX, *Rev. Sav.*, 1906, p. 173.

(2) L. DUPARC, « Le lac d'Annecy », *loc. cit.*, p. 21.

II

LES ORGANISMES FLOTTANTS

Les recherches effectuées sur le lac d'Annecy, antérieurement à celles qui font l'objet de ce travail, se réduisent aux trois notes suivantes.

Au point de vue faunistique, en 1883, IMHOF (1) explore le milieu du lac à la hauteur de Veyrier. Il note dans une capture pélagique douze espèces, signale l'absence de *Bytotrephes longimanus* et l'abondance d'*Asplanchna helvetica*, plus nombreuses que partout ailleurs.

La même année, FOREL (2) faisait une exploration rapide du lac, mais seulement au point de vue de la faune profonde. Dans une note postérieure (3), il rappelle les recherches d'Imhof en s'étonnant également de l'absence de *Bytotrephes*, « l'un des crustacés les plus grands et les plus caractéristiques de la faune lacustre ».

En 1896, CHODAT étudie le phytoplancton du lac d'Annecy (4) et donne une liste de trois espèces dominantes et de dix-neuf autres espèces observées comme accessoires dans le plancton.

A. — La flore pélagique

Phytoplancton : Limnoplankton HAECKEL, WARMING

A toutes les époques de l'année on rencontre à l'état pélagique un certain nombre d'algues en quantité plus ou moins considérable et se groupant souvent en associations végétales dont la

(1) O.-E. IMHOF, « Die pelagische Fauna und die Tiefsee Fauna der zwei Savoyerseen », *Zoologischer Anzeiger*, VI, n° 155, 1883.

(2) FOREL, « Dragages zoologiques et sondages thermométriques dans les lacs de Savoie », *Rev. sav.*, 1883, p. 87.

(3) FOREL, « Etudes zoologiques dans les lacs de Savoie », *Rev. sav.*, 1884, p. 1.

(4) CHODAT, « Remarque sur la flore superficielle des lacs suisses et français », *Bull. de l'herbier Boissier*, t. V, n° 5, mai 1897.

variation est fonction des saisons et en général des facteurs climatiques. Elles appartiennent aux classes des SCHIZOPHYCÉES, des PHŒOPHYCÉES, des BACCILLARIACÉES et des CHLOROPHYCÉES

I. — Schizophycées

Les espèces dominantes sont : *Anabana flos aquæ* var. *circinalis*, *Gomphosphœria lacustris*.

Les espèces disséminées sont : *Merismopedia elegans*, *Oscillatoria prolifica*, *Oscillatoria rubescens*, *Chroococcus turgidus*.

1. *Anabana circinalis* Kirch. — Cette Schizophycée, qui est constante et très abondante dans le phytoplancton, mais moins fréquente près du rivage qu'au large, se groupe en petites masses flottantes irrégulières d'un vert sombre ayant parfois jusqu'à 3 et 4 millimètres de diamètre. Elle sert constamment de support à un infusoire : *Vorticella convallaria*, qui vit en commensalisme avec son hôte.

Anabana se maintient, par les temps très calmes, tout à fait à la surface, mais on la trouve plus communément à 0^m50 ou 1 mètre de profondeur. Elle se développe par myriades à certains moments de l'année. Février et mars semblent marquer l'époque de son maximum. Elle est peu fréquente en automne, mais elle est rare en été.

2. *Gomphosphœria lacustris* Chodat.

3. *Merismopedia elegans* (A. Braun) Nægeli.

4. *Oscillatoria prolifica* Gomont = *Lyngbia prolifica* Grev. — Cette oscillaire, extrêmement fine et délicate, est fréquente dans le phytoplancton. C'est à cette algue, extrêmement ténue, de couleur purpurine, qu'il faut rapporter ces fins trichomes (diamètre : 2.7 μ) qui s'enchevêtrent parmi les autres organismes flottants.

5. *Oscillatoria rubescens* D. C. Cette Schizophycée caractéristique des lacs de Neuchâtel, de Biemme et de Morat, ne constitue jamais ici de « fleurs d'eau ». On rencontre ses filaments de

teinte rougeâtre disséminés à la surface en hiver et au printemps.

6. *Chroococcus turgidus* Noeg. CHODAT signale dans le lac *Chroococcus minutus* var. *carneus* en qualité d'algue pélagique. Je n'ai pas su retrouver cette espèce, mais j'ai rencontré par contre, rarement d'ailleurs, une autre Schizophycée voisine, formée de cellules sphériques de 18 μ de diamètre, associées par 2, 3 ou 4 et légèrement lavées de bleu pâle.

II. — Phæophycées

Espèces dominantes : *Ceratium hirundinella*, *Dinobryon divergens*, *D. cylindricum*.

Espèces disséminées : *Ceratium cornutum*, *Peridinium tabulatum*, *P. apiculatum*, *Glenodinium pusillum*, *G. helveticum*, *G. cinctum*, *G. viride*, *Dinobryon stipitatum* var. *lacustris*, *Stichogloea olivacea*, *Mallomonas acaroides*.

1. *Ceratium hirundinella* O. F. Müller = *C. macroceros* Schrank. C'est la forme dominante par excellence dans le phytoplancton, toujours mêlée au cortège des autres organismes pélagiques : Diatomées, Entomostracés, Rotateurs.

On la rencontre à toutes les époques de l'année en plus ou moins grande abondance, mais elle est certainement plus rare en hiver et paraît offrir son maximum en juin et juillet, mois où se développent les Péridiniens, à cause de l'élévation de température. Le procès-verbal d'une de mes pêches montre qu'en juillet 1906, *Ceratium* existait par milliards dans le lac, à tel point que l'eau en était toute troublée dans le bocal où j'avais jeté la capture.

Cet organisme est essentiellement polymorphe ; son cycle de variabilité est très curieux (fig. 4).

La forme type est caractérisée en avant par une longue corne droite, tandis qu'à la partie postérieure, s'écartent, en divergeant plus ou moins, deux longs appendices et un troisième plus court (fig. 1, 5, 7, 14 et 5B).

Comme dimensions moyennes, la distance entre l'extrémité de la corne antérieure et celle de la plus longue des cornes postérieures est de 205 μ , tandis que le diamètre maximum est de 64.8 μ .

Une autre forme montre deux cornes postérieures de longueur presque égale, mais moindre que celle de la corne antérieure. Elle est beaucoup plus rare (fig. 2, 8, 23, 31 et 31B).

Le type à trois cornes, une antérieure et deux postérieures

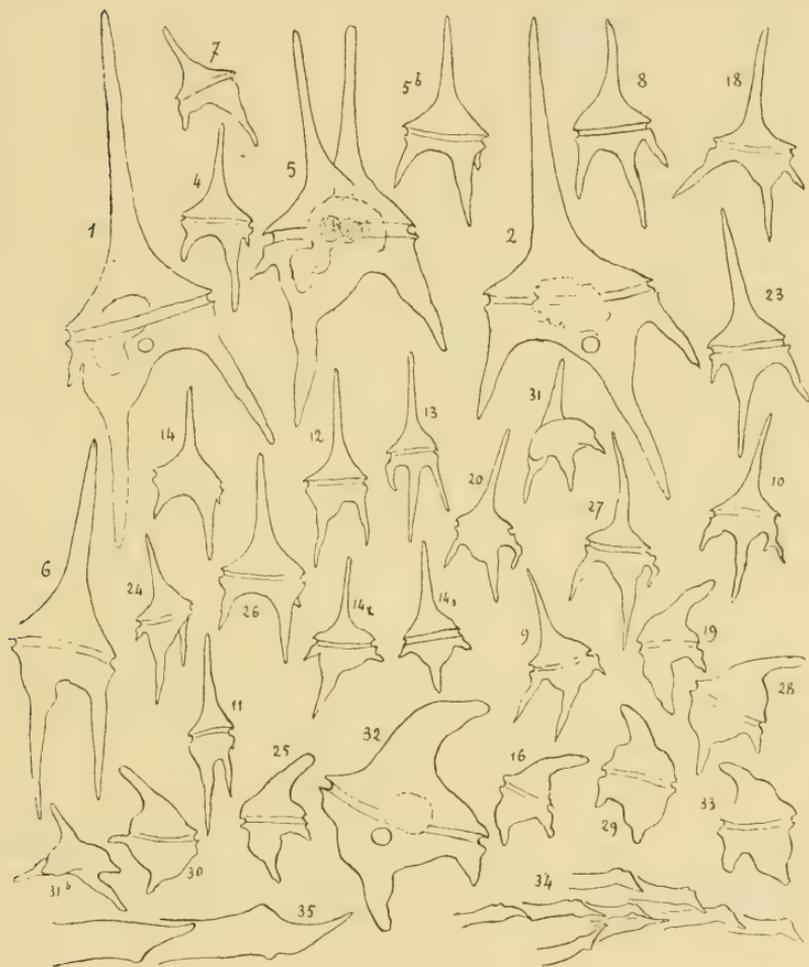


Fig. 4. — Cycle de variabilité des *Ceratium hirundinella* et *cornutum*. Les figures 1, 2, 32, très grossies, montrent le globule rouge; fig. 5, l'organisme en voie de dédoublement; fig. 6, le type à trois cornes; les autres figures à plus faible grossissement montrent les variations morphologiques des *Ceratium*. — Fig. 34 et 35, variété de *Dinobryon cylindricum* = (*D. protuberans* var. *pediforme* Lemm.)

parallèles, est encore moins fréquent. Il répond à la figure donnée par IMHOFF (1) pour son *Ceratium reticulatum*.

Il semble certain, à cet égard, que l'on doit faire rentrer cette forme au titre de variation individuelle et saisonnière du type, car je l'ai toujours rencontrée pendant les mois d'hiver : février et mars ; jamais à une autre époque (fig. 6) (2).

Le passage de cette variété au type se fait par l'apparition d'une corne postérieure extrêmement courte (fig. 1, 4, 14, 24, 26, 12 et surtout fig. 1) où le parallélisme des cornes postérieures est très accusé en même temps que se dessine un rudiment de la troisième corne.

Cet appendice, beaucoup plus court, peut se déformer ou s'incurver (fig. 13, 20 et 27), ou encore rarement se garnir d'un denticule accessoire (fig. 10). Les cornes postérieures se raccourcissent parfois en divergeant fortement de manière à donner l'aspect caractéristique des figures 14₂, 14₃.

Enfin, les cornes peuvent être rejetées d'un côté, tout en se maintenant parallèles (fig. 9), en même temps que la troisième corne est très réduite.

Les CERATIUM se rencontrent à la surface et ils sont très rares dès que l'on dépasse la profondeur de 20 mètres.

Ils se reproduisent par division nucléaire et par dédoublement ainsi que l'a bien vu H. BLANC (3).

J'ai pu constater ce fait sur un individu capturé dans une pêche de nuit. La figure 5 montre, en effet, le noyau qui commence à s'étrangler, la corne antérieure déjà dédoublée et la ligne de rupture de la carapace très visible.

1. *Ceratium cornutum* Ehr. = *C. tetraceros* Schrank. Cette espèce, bien moins fréquente, n'apparaît qu'en hiver, depuis octobre jusqu'en février. C'est un organisme (fig. 32, 25, 16, 19, 28, 29, 30 et 33), trapu, massif, présentant trois cornes dont

(1) IMHOFF, *Resultate meiner Studien üb. die pelagische Fauna klein. u. grösserer Süsswasserbecken der Schweiz*. Zeitschr. für wiss. Zoologie, XL. Bd., tab. X, f. 1.

(2) Une variété identique de *C. hirundinella* a été décrite par APSTEIN comme caractéristique, en automne, du Dobersdorfsee. — SCHRÖTER, *Die Schwäbelflora unserer Seen*, p. 26.

(3) H. BLANC, « Note sur le *Ceratium hirundinella*, sa variabilité », *Bull. Soc. vaudoise des Sc. nat.*, XX, 1885, p. 305.

l'antérieure est grosse et recourbée. Sa manière de progresser est curieuse, il nage, en effet, très vite en effectuant une série de culbutes. Ce Périidiniien habite uniquement les eaux superficielles, à l'inverse de ce qui se passe dans le Léman, où, d'après PENARD (1), il se tient toujours au fond.

C. cornutum, qui n'apparaît qu'en hiver, peut être pris comme un exemple typique de l'influence des variations climatiques sur la morphologie d'un organisme, ainsi qu'il sera expliqué plus loin.

Les PERIDINIENS sont constants dans la flore pélagique, surtout en ce qui concerne *Peridinium tabulatum* et *Glenodinium pusillum*, sans être toutefois dominants au même titre que Ceratium ou Dinobryon. Les autres espèces n'y figurent qu'à l'état disséminé.

J'ai retrouvé dans le lac d'Annecy 6 espèces sur 9 des Dinoflagellés du Léman, décrits par PENARD (2).

3. *Peridinium tabulatum* Clap et Lachm. généralement coloré en brun jaunâtre, nage en tournant continuellement autour de son axe $l = 48$ à 50μ . On le trouve depuis le printemps jusqu'à l'automne.

4. *Peridinium apiculatum* Penard. Très rare.

5. *Glenodinium pusillum* Penard. Le plus souvent incolore, mais parfois muni de chromatophores d'un jaune verdâtre $l = 18 \mu$, $la = 8 \mu$. Abondant en juin et juillet.

6. *Glenodinium cinctum* Ehr. Rare.

7. *Glenodinium helveticum* Penard. Espèce très rare $l = 51.3 \mu$, je ne l'ai rencontrée qu'une seule fois : le 28 avril 1898.

8. *Glenodinium viride* Penard. Également très rare, n'a été recueilli qu'une seule fois. $l = 37.8 \mu$.

Ces Périidiniens se rencontrent à la surface ou à une faible pro-

(1) PENARD, « Les Périidiniacées du Léman », *Bull. Soc. Bot. de Genève*, n° 6, 1891.

(2) PENARD, « Les Peridiniacées du Léman », *loc. cit.*

fondeur : 0^m50 à 1 mètre. Ce sont de bons nageurs, mais au delà de 3 ou 4 mètres; ils deviennent rares.

Les DINOBRYONS sont un élément constant dans le phytoplancton où ils atteignent leur maximum en juin et juillet. Ils sont plus rares en hiver et cependant l'un de mes procès-verbaux de pêche montre que le 18 janvier 1904, les Dinobryons pullulaient tellement que l'eau en était toute brune dans les bocaux qui contenaient la pêche (1).

Par les temps couverts ou orageux on les rencontre en grande quantité, mais après une série de pluies et en raison de l'abaissement de température qui en résulte, même aux époques de leur maximum, ils peuvent subitement diminuer considérablement en nombre.

EHRENBERG avait établi pour ce Flagellé, en 1833, le genre *Sertularia* IMHOF a depuis distingué quatre nouvelles espèces (2), mais c'est surtout récemment que, grâce à CHODAT (3), la systématique de ce genre a été nettement établie.

9. *Dinobryon divergens* Imhof. Espèce dominante en compagnie de la suivante. Caractérisée par ses branches divergentes inclinées chacune de 45° sur la précédente. Longueur moyenne des colonies = 190 μ . Les cupules $l = 41 \mu$, $la = 10 \mu$ présentent un étranglement caractéristique séparant l'hypophyse du corps.

10. *Dinobryon cylindricum* Imhof. Arbuscules coniques à ramifications dressées, peu divergentes. Colonies $l = 280 \mu$; cupules $l = 80 \mu$, $la = 10.5 \mu$. Celles-ci ont les pointes incurvées, mais ne présentent pas de sillon à la base de l'hypophyse.

Il faut rattacher sans aucun doute à *D. cylindricum* une forme très rare dans le lac d'Annecy (fig. 34 et 35). La base de la cupule s'allonge en corne légèrement recourbée, à sillon hypophysaire bien marqué. LEMMERMANN a fait de cette forme, rencontrée par lui près de Plön, l'espèce *D. protuberans* LEMM.

(1) L'abondance de ces flagellés a notablement relevé la quantité de plancton qui fut dosée ce jour-là.

(2) IMHOF, *Zoologischer Anzeiger*, 1883, p. 655.

(3) ЧОДАТ, *Etudes de biologie lacustre*, p. 304.

var. *pediforme* (1). Le même auteur dit que ce Dinobryon a été trouvé dans le Brandebourg, en Silésie et en Nouvelle-Zélande (2).

11. *Dinobryon stipitatum* Stein var. *lacustris* Chodat. Espèce très rare dans le lac, rencontrée seulement deux fois, en hiver et en été. Colonies $l = 200 \mu$, cupules $l = 40.5 \mu$, $la = 8 \mu$, presque régulièrement coniques.

12. *Mallomonas acaroïdes* Zach. J'ai longtemps recherché ce Flagellé que CHODAT considère comme un des éléments caractéristiques de la flore superficielle. Dans une pêche (12 mars 1906), il s'est enfin rencontré, mais en très petit nombre.

Cet organisme ($l = 50 \mu$) est reconnaissable à ses longs cils, à ses deux chromatophores bruns placés en bande de chaque côté du corps.

On rencontre également l'organisme suivant, mais assez rarement.

13. *Stichogloea olivacea* Chodat. C'est une algue très petite dont les cellules sont incluses dans une gelée. CHODAT (3) range *Stichogloea* parmi les Phéophycées, malgré la similitude que leur thalle présente avec celui des *Botryococcus*, surtout à cause de la couleur olivâtre des chromatophores privés de pyrénoides.

III. — Bacillariacées

Espèces dominantes : *Asterionella gracillima*, *Fragilaria erotonensis*, *Cyclotella comta* var. *Lemanensis*, *C. comta* var. *operculata*, *C. comta* var. *Bodanica*, *C. comta* var. *melo-siroides*.

Espèces disséminées : *Cyclotella catenata*, *Tabellaria flocculosa*, *T. fenestrata*, *T. fen.* var. *asterionelloides*, *Fragilaria capucina*.

(1) LEMMERMANN, « Algen eines Moortümpels beim Plön », in *Forschungsbericht. aus d. biol. Stat. zu. Plön* Th. 8, 1981, p. 78, f. 2.

(2) LEMMERMANN, « Beiträge z. Kenntn. der Plankton alg. », in *Bericht der Deutsch Botanisch. Gesellschaft*. Bd. XVIII, 1900, p. 514.

(3) CHODAT, *lcc. cit.*, p. 182.

Espèces erratiques : *Synedra delicatissima*, *S. ulna* var. *amphirhynchus*, *Epithemia argus* var. *alpestris*. *Cymbella cymbiforme*, *C. lanceolata*, *Synedra ulna* var. *longissima*, *S. lunaris*, *S. radians*, *S. vaucheriae* var. *parvula*, *Cymatopleura elliptica*, *Surirella biseriata*.

1. *Asterionella gracillima* (Hantzsch) HEIBERG. Cette diatomée pélagique par excellence est une des plus élégantes que l'on puisse rencontrer. Sa forme type est celle à huit rayons égaux, variant de 65 à 90 μ , inclinés régulièrement de 45° les uns sur les autres.

Les individus du lac d'Annecy possèdent des rayons un peu plus courts que ceux du Léman, qui atteignent jusqu'à 100 μ ; mais ils présentent en été un élargissement très marqué des rayons à leur base, ce qui donne une sveltesse remarquable aux frustules (fig. 6,-3).

CHODAT qui a noté cette particularité, voit dans le type du Léman une forme *gracilior* qui peut s'appliquer pendant une certaine période de l'année à la jolie Diatomée de notre lac.

Le polymorphisme de celle-ci est assez marqué. Les rayons peuvent se grouper au nombre de 9, 10, 12, jusqu'à 20. Les formes à rayons, dont deux sont exactement parallèles, peuvent être considérés comme un stade du développement de l'algue qui se reproduit par dédoublement des frustules.

Ceux-ci peuvent s'accoler également suivant une disposition particulière figurant une courbe spiralée qui peut devenir irrégulière en s'ouvrant de plus en plus, mais en condensant les rayons de manière à donner un éventail sur une surface gauche (fig. 6,-2).

Nous verrons, à propos de la biologie du plancton, la raison de cette organisation (1).

Le maximum des Astérionelles est en avril et mai avec un plus petit maximum en automne. Elles sont bien moins abondantes en été.

2. *Fragilaria crotonensis* Edw. Kitton = *Nitzschiella pecten* Brun. Les frustules de cette Diatomée, longs de 110 à 120 μ , sont agglomérés en longues bandes aplaties qui com-

(1) Ces colonies spiralées sont citées par Rikli dans le plancton du lac de Lugano. SCHRÖTER, *Die Schwebeflor*, pp. 29 et 52.

prennent jusqu'à 150 individus. Ces rubans subissent souvent un mouvement de rotation autour de leur axe longitudinal de manière à présenter des étranglements. Leur maximum se présente en novembre et aussi en février et mars.

3. *Fragilaria capucina* Desm. Cette espèce est moins fréquente. Ses frustules $l = 21$ à 30μ , fortement colorés par la diatomine, s'accolent en rubans comprenant une cinquantaine d'individus.

4. *Cyclotella comta* Ktz. Dans cette espèce très polymorphe, on peut distinguer plusieurs variétés. On trouve les grandes Cyclotelles caractéristiques des grands lacs, aux frustules noyés en série linéaire dans une bande gélifiée.

5. *C. comta* Ktz. var. *Bodanica* Eulenstein, la plus belle de nos Cyclotelles, est rare, mais elle est remplacée par une forme plus grande et plus commune.

C. comta var. *Lemanensis* O.-F. Muller (1).

6. *C. operculata* Agardh. var. *antiqua* Brun. Diatomée assez abondante, aux frustules de 32μ de diamètre.

7. *C. melosiroides* Kirch, espèce rare.

8. *C. catenata* Brun. Rare. Frustules $l = 13 \mu$, reliés entre eux par de petites dents engrenées.

Le maximum des Cyclotelles a lieu en février et mars avec un autre sensible en décembre.

Deux autres espèces habituelles des sociétés littorales, mais bien organisées pour la flottaison, se rencontrent à l'état erratique dans le phytoplancton.

9. *Tabellaria fenestrata* Lyngb. avec sa variété proxim. *asterionelloides* Grunow, dont les frustules s'organisent en une disposition pseudo étoilée.

10. *T. flocculosa* Roth. aux frustules disposés en zigzag. Le

(1) CHODAT, *Biologie lacustre*, p. 187, fig. 3.

maximum des Tabellaria est en février et mars. Elles deviennent très rares en été.

Le groupe des *Synedra* est également bien représenté dans le phytoplancton, surtout à la fin de l'automne.

11. *Synedra acus* Ktz. var. *delicatissima* W. Sm. $l = 205 \mu$.

12. *S. ulna* Ehr. var. *amphirhynchus* Ehr.

D'autres vivent en parasites sur les algues et les Entomostracés.

13. *S. vaucheriae* var. *parvula* Ktz. sur filaments de Mougeotia.

14. *S. lunaris* Ehr. dont les frustules arqués divergent d'un coussinet muqueux fixé le plus souvent sur la furca ou les soies caudales des Cyclops et aussi sur les téguments vides des larves de Corethra.

15. *S. radians* Ktz. dont les frustules rayonnent d'un coussin gélatinifé accroché aux algues flottantes.

Les Surirellées sont des formes habituelles du littoral ou du limon de fond, mais on les rencontre fréquemment à l'état erratique.

16. *Cymatopleura elliptica* W. Sm.

17. *Surirella biseriata* Breb.

Reviennent également à titre accessoire dans le phytoplancton.

18. *Cymbella cymbiforme* Breb.

19. *C. lanceolata* Ehr. = *C. gasteroides* Ktz. dont les frustules pédonculés dans le jeune âge et fixés aux cailloux submergés, deviennent libres.

20. *Epithemia argus* Ehr. var. *alpestris* Brun. que l'on rencontre communément dans le tapis muqueux des pierres immergées et qui sont entraînées de leur habitat pour mener une existence erratique.

IV. — Chlorophycées

Espèces dominantes. — *Botryococcus Brauni*, *Sphaerocystis Schroeteri*, *Gloecocystis ampla*.

Espèces disséminées. — *Dactylococcus natans*, *Oocystis lacustris*, *Nephrocytium Agardhianum*, *Scenedesmus obliquus*, *S. quadricauda*, *Pediastrum Boryanum*, *Mougeotia gracillima*, *M. glyptosperma*, *M. genustera*, *Spirogyra varians*, *S. quinina*, *S. quadrata*, *S. Weberi*, *S. Weberi* var. *elongata*, *Zygnema cruciatum*, *Z. anomalum*, *Zygogonium pectinatum*, *Hyalotheca dissiliens*, *Chaetospheridium Pringsheimii*, *Characium obtusum*.

1. *Botryococcus Brauni* Ktz. Cette Chlorophycée qui, à certaines époques de l'année, forme une association végétale très nette avec la Schizophycée *Anabæna circinalis*, se tient de préférence au large. Par les temps calmes ses thalles, qui forment des colonies mamelonnées d'un beau vert, flottent exactement à la surface, mais à la moindre agitation des eaux ils s'enfoncent pour se maintenir à une profondeur de 0^m50 à 1 mètre.

La taille des colonies atteint jusqu'à 2 et 3 millimètres de diamètre. Cet organisme développe des gouttelettes huileuses qui imprègnent tout le réseau de la membrane. Cette huile prend à certains moments de l'année une teinte rouge brique. J'ai noté des *Botryococcus* uniformément teintés de rouge en été, en hiver et au printemps.

En hiver, les algues devenaient rouges à la suite d'une période de temps clair et ensoleillé.

Les colonies de *Botryococcus*, de même que celles d'*Anabæna*, servent souvent de support à un commensal, la *Vorticella convallaria*.

Leur développement maximum a lieu de mars à octobre ; elles sont plus rares en hiver.

2. *Sphaerocystis Schroeteri* Chodat. (1) se rencontre en toute saison. Elle semble être plus fréquente au printemps, en été et en automne ; elle devient rare en hiver.

(1) CHODAT, *Etudes de biologie lacustre*, p. 292, pl. 9.

3. *Gloeocystis ampla* Kütz., moins fréquente que la précédente.

4. *Dactylococcus natans* Chodat., très rare.

5. *Oocystis lacustris* Chodat., rencontrée une seule fois en avril 1899.

6. *Nephrocytium Agardhianum* Noeg., également rencontrée une seule fois dans la même pêche que la précédente.

7. *Scenedesmus obliquus* Kütz., rare.

8. *S. quadricauda* Kirch., rare (1).

9. *Pediastrum Boryanum* Menegh. Cette Protococcoidée est surtout littorale, habitant au milieu des algues filamenteuses ou dans le mucus qui revêt des tiges des roseaux.

Elle est très fréquente à l'état erratique dans la flore pélagique. On la rencontre en toute saison, mais plus abondante en automne.

Il faut faire également rentrer dans le phytoplancton à titre pélagique :

9. *Characium obtusum* A. Br., recueillie une seule fois, parasite sur la furca d'un Cyclops.

10. *Choetosphaeridium Pringsheimii* Kleebahn., trouvée une seule fois fixée sur un filament d'une touffe flottante de *Vaucheria geminata*.

On rencontre également en toute saison, flottant en masses plus ou moins grandes à la surface, des flocons d'algues vertes, Conjuguées filamenteuses, qui sont arrachées au littoral par les vagues et sont entraînées en plein lac, où elles végètent. On les voit plus abondamment depuis le mois d'avril, pendant tout l'été, époque à laquelle elles atteignent leur maximum.

(1) Ces deux *Scenedesmus* sont des formes de marécages, habitant les eaux riches en matières organiques. Ils sont évidemment erratiques, ayant d'ailleurs été recueillis flottant tout près des Roselières d'Albigny.

L'une de ces algues doit cependant être considérée, à cause de sa constance, comme planctonique : c'est la très petite

11. *Mougeotia gracillima* Witt.

Parmi les autres très fréquentes, dont quelques-unes ont été observées en état de reproduction, il faut citer :

12. *Mougeotia glyptosperma* de By.

13. *Mougeotia genuflexa* Ktz. = *Pleurocarpus mirabilis* A. Br.

14. *Spirogyra varians* (Hass) Ktz.

15. *S. quinina* (Ag) Ktz var. de *porticalis* Vauch.

16. *S. quadrata* Ktz.

17. *S. Weberi* Ktz.

18. *S. Weberi* var. *elongata* Rab.

19. *Zygnema cruciatum*. Ag.

20. *Z. anomalum* Hass.

21. *Zygonium* (Ktz) *pectinatum* Vauch.

22. Enfin une Desmidiée : *Hyalotheca dissiliens* (Smith) Ralplh. *minor* forma γ de Delponle — erratique évidemment, car elle est fréquente dans l'enduit muqueux qui revêt les tiges des Roseaux.

Il est intéressant de signaler, dès à présent, l'absence dans le lac d'Annecy des Volvocacées pélagiques si communes dans les lacs suisses : *Pandorina morum*, *Eudorina elegans*, *Volvox globator*.

Parmi les éléments satellites du phytoplancton, on rencontre constamment des fragments d'organes de plantes phanérogames qui constituent un facies spécial de la flore flottante : le PLEUSTON (SCHRÖTER), dont font également partie à titre macrophytique *Lemna*, *Ceratophyllum* et *Utricularia*.

(1) SCHRÖTER et KIRCHNER, *Die Vegetation des Bodensees*. Th. I, p. 14.

On recueille ainsi en quantité des *poils épidermiques* de Platanes. On sait que l'épiderme des jeunes feuilles et des rameaux de cet arbre est recouvert d'un tomentum très dense formé de poils doublement étoilés qui se détachent assez rapidement au cours du développement. Étant donnée l'abondance des Platanes sur la rive nord du lac, il est naturel que les poils entraînés par le vent aillent se répandre à la surface de l'eau.

Dans le même ordre d'idées, il faut citer aussi les grains de pollen des Conifères, quelquefois très abondants, des zygospores d'algues.

Les champignons inférieurs parasites ne manquent également pas, ce sont : *Leptothrix rigidula* Ktz., dont les filaments hyalins hérissent les Hyalotheca; les Cymbella et un certain nombre de Diatomées; *Saprolegnia ferax*, couvrant de ses houppes blanchâtres les cadavres des larves d'insectes et des crustacés pélagiques.

B. — La Faune pélagique

ZOOPLANCTON

Mêlées aux algues pélagiques, chaque coup de filet ramène d'autres espèces fort nombreuses en individus, et qui font partie de la faune pélagique : le Zooplancton. Ces êtres, qui se rencontrent en plus ou moins grande abondance en toute saison, présentent des maxima sensibles à certaines époques.

Ils appartiennent aux groupes des Sarcodinés, des Infusoires, des Rotateurs et des Entomostracés.

Les Sarcodinés

On ne trouve à l'état pélagique que certaines espèces d'Héliozoaires habituelles des grands lacs aux eaux pures et transparentes. Elles ne doivent cependant figurer dans le plancton qu'à titre erratique, car elles vivent sur le limon dans la région littorale ou profonde.

Le groupe des Rhizopodes est peu représenté dans le zooplancton, car ces animaux sont surtout confinés sur la plaine centrale du lac d'où ils ne sortent presque jamais.

1. *Acanthocystis turfacea* Carter. PENARD (1), p. 235.

Cette espèce est très abondante et mesure 40 à 48 μ de diamètre; les aiguilles les plus longues atteignent 67 à 70 μ .

J'ai rencontré une fois un individu teinté en vert par des Chlorelles.

2. *Acanthocystis spinifera* Graeff' PENARD, *loc. cit.*, p. 245.

3. *Raphidocystis Lemani* Pen. PENARD, *loc. cit.*, p. 196.

Ce curieux Héliozoaire est caractérisé par des spicules en forme de trompette, diamètre = 35 μ , longueur des aiguilles = 67.5 μ .

Il diffère un peu de celui du Léman par l'évasement plus marqué de l'extrémité des grandes aiguilles.

Le corps est fortement coloré en brun par les Dinobryons dont l'animal se nourrit. J'ai rencontré cet Héliozoaire en assez grand nombre le 18 janvier 1904, jour où l'eau était extraordinairement chargée de ces Phéophycées. Il est curieux de rapprocher ce fait de celui observé par Penard qui trouva en abondance *R. Lemani*, en 1891, dans le Léman en un moment où les Dinobryons pullulaient également.

Les Infusoires

A l'exception de *Vorticella convallaria*, qui est nettement pélagique, ce groupe est peu représenté. On ne peut signaler que des espèces erratiques vivant normalement sur le littoral dans l'enduit muqueux des cailloux ou dans celui des tiges de Roseaux, et entraînés en plein lac avec les flocons d'algues flottantes.

1. *Lagenophrys vaginicola* St. Roux (2), p. 135.

2. *Epistylis plicatilis* Ehr. Roux, *loc. cit.*, p. 123.
Rencontré sur le corps des Copépodes et des Nais.

3. *Vorticella convallaria* Ehr. Roux. *loc. cit.*, p. 119.

(1) PENARD, *Les Héliozoaires d'eau douce*. Genève, 1901.

Voir aussi : ID., *Les Sarcodines des grands lacs*. Genève, 1905.

ID., *Faune rhizopodique du bassin Léman*. Genève, 1902.

(2) J. ROUX, *Faune infusoriennne des environs de Genève*. 1905.



Cet Infusoire est constamment fixé en quantités innombrables sur les colonies d'*Anabœna* et de *Botryococcus*.

L'algue est en commensalisme avec son hôte et non en symbiose, car on peut observer la Vorticelle se nourrissant et digérant à part.

4. *Aspidisca lynceus* O. F. Müller. Roux, *loc. cit.*, p. 110.

5. *Aspidisca costata* Dujard. Roux, *loc. cit.*, p. 111.

Ces deux Infusoires vivent parmi les masses flottantes des Conjuguées filamenteuses.

6. *Mesodinium acarus* St. Roux, p. 33.

Espèce rare, rencontrée parmi les algues flottantes.

7. *Coleps hirtus* O. F. Müller. Roux, p. 30.

Le corps contient toujours quelques Chlorelles et des globules graisseux de couleur bleue.

8. *Holophrya ovum* Ehr. Roux, p. 21.

Corps fortement coloré en vert par les Chlorelles. Vit au milieu des masses flottantes de Conjuguées.

On rencontre à peu près constamment des Infusoires dans les pêches pélagiques, mais ainsi que l'a fait remarquer Roux et que j'ai pu le vérifier, leur maximum de développement coïncide avec celui des Diatomées qui leur servent de nourriture, soit en automne et au commencement de l'hiver. J'ai constaté que les espèces garnies de Chlorelles se trouvent surtout au printemps et en automne, rarement en été.

L'algue et l'infusoire vivant en symbiose, il y a évidemment avantage pour l'algue à ce que son hôte l'entraîne à la surface pour profiter de l'action de la lumière. On peut penser, d'autre part, que l'insolation trop vive, en plein lac, pendant les mois d'été, ralentit le développement des Chlorelles, qui finissent par disparaître. Cette question de biologie est d'ailleurs fort obscure. Il faut noter, en outre, que les espèces à Chlorelles existent toute l'année dans la région littorale.

Les Rotateurs

Les espèces purement pélagiques de ce groupe sont toutes excellentes nageuses, transparentes, délicates et constituent une bonne partie du zooplancton.

S'il est absolument indispensable d'étudier les Rotateurs à l'état vivant, il est bon également de les fixer pour examen plus complet. Dans ce but, on peut employer la formule de WEBER (1) ou bien le procédé de BEAUCHAMP (2).

La faune rotatorienne du lac d'Annecy est toujours, suivant la règle, pauvre en espèces, mais nombreuse en individus.

Espèces dominantes : *Notholca longispina*, *Anurea cochlearis*, *Asplanchna priodonta*, *Triarthra longiseta*.

Espèces disséminées ou saisonnières : *Polyarthra platyptera*, *Notholca striata*, *Gastropus stylifer*, *Anapus oralis*, *Anuroea aculeata*.

1. *Notholca longispina* Kellicot. WEBER (3), p. 728.

Très commune et très abondante. Deux formes se rencontrent dans le lac, simples variétés individuelles; l'une aux deux grandes épines antérieures égales, l'autre dont une épine latérale atteint la longueur des deux autres. Elles sont également notablement plus petites que l'espèce type du Léman, $l = 420$ à 500μ .

2. *Anuroea cochlearis* Gosse. WEBER, p. 709.

Aussi abondante que la précédente, surtout en avril et en mai. Il y a diminution en été et réapparition en octobre.

3. *Asplanchna priodonta* Gosse = *A. helvetica* Imhof. WEBER, p. 377.

Cette magnifique espèce est d'une transparence absolue. Sa longueur varie de 528 à 627μ . L'œil est toujours pigmenté de brun.

A. priodonta est assez rare en été. On le voit apparaître en décembre pour se développer extraordinairement en mars. La

(1) *Communication inédite de l'auteur*, le Dr WEBER. — Pour 100cm^3 de pêche ajouter 20cm^3 de solution de chlorhydrate de cocaïne à 2 p. c.; laisser agir un quart d'heure ou une demi-heure au maximum. Ajouter 20cm^3 de solution osmique à 1/1000. Laver à fond sept ou huit fois ou bien pendant un quart d'heure au moyen d'un courant d'eau dans lequel on agite la pêche contenue dans un entonnoir en verre, fermé en bas par une gaze serrée par un caoutchouc.

(2) DE BEAUCHAMP, « Instruction pour la récolte et la fixation en masse des Rotifères », *Arch. de Zool. exp.*, 1906, vol. IV. Notes et revue, n° 2.

(3) WEBER, « Faune rotatorienne du bassin du Léman », *Rev. suisse de Zoologie*, t. V, fasc. 4, 1898.

fémeille est beaucoup plus abondante que le mâle, dont le corps est cylindrique et plus petit $l = 330 \mu$. Je n'ai d'ailleurs rencontré qu'une seule fois ce dernier.

4. *Triarthra longiséta* Ehr. var. *limnetica* Zacharias. WEBER, p. 406.

Très commun également, ce Rotateur possède dans la forme du lac d'Amecy des épines qui ont jusqu'à cinq fois la longueur du corps, ce qui permet de le rapprocher de la variété *limnetica* de Zacharias (1).

On le trouve abondamment en mars, il diminue en été pour reparaitre en octobre.

5. *Polyarthra platyptera* Ehr. WEBER, p. 401.

Cette espèce très rare dans le plancton de printemps et d'été, se rencontre surtout d'octobre à mars.

6. *Notholca striata* O. F. Müller. WEBER, p. 720.

Très rare, rencontré une seule fois au large de Saint-Jorioz. Ce Rotateur doit être erratique dans le plancton. C'est d'après WEBER une forme littorale.

7. *Gastropus stylifer* Imhof. WEBER, p. 753.

Très rare.

8. *Anapus ovalis* Bergendal. WEBER, p. 760.

L'estomac est toujours rempli de corpuscules jaunâtres (à cause des Dinobryons dont l'animal se nourrit), et de masses colorées en noir.

9. *Anurwa aculeata* Ehr. WEBER, p. 701.

Espèce rencontrée une seule fois en avril 1899.

Les Copépodes

Ces agiles petits Entomotracés, très transparents et parfois teintés de vives couleurs, sont essentiellement pélagiques et constituent avec les Calanides la majeure partie du Zooplancton,

(1) ZACHARIAS, *Forschungsberichte aus d. biol. Stat. zu Plön*, 1892. Th. I, p. 23.

présentant des variations saisonnières très nettes. On rencontre dans le lac d'Anney les espèces suivantes :

1. *Cyclops strenuus* Fischer. O. SCHEIL, t. II, fig. 12 à 15 (1), J. RICHARD (2), p. 227.

La couleur des individus est rouge ou orangée, surtout au printemps, où a lieu le maximum de cette espèce (avril). En été, ils sont souvent incolores, ils diminuent en automne.

2. *Cyclops abyssorum* G. O. Sars. BRADY (3), p. 8.

Ce Copépode est assez rare. Il est toujours incolore. C'est une forme arctique abondante dans les lacs d'Ecosse. Sars l'a décrit sur des spécimens pêchés dans le lac Maridals près de Christiania. C'est une espèce très voisine de *C. strenuus*, et comme on ne la trouve jamais en été dans le lac d'Anney, il faut probablement la définir comme une forme saisonnière hivernale de ce dernier.

3. *Cyclops pentagonus* Vosseler. = *C. prasinus* Fischer. RICHARD, p. 233. SCHEIL, taf. V, f. 2, FORBES (4), pl. XIX, f. 1 et 2, pl. XX, f. 1 et 2.

Espèce peu commune.

4. *Cyclops serrulatus* Fischer. RICHARD, p. 234. SCHEIL, taf. V, f. 6 à 11.

Espèce également rare

Les Cladocères.

Une grande et très belle espèce domine ce groupe et représente l'unique espèce des Leptodoridae, qui est, par sa transparence absolue, hautement adaptée à la vie pélagique.

(1) OTTO SCHEIL, « Deutschlands freilebende Süßwasser Copepoden Cyclopidae ». *Bibl. zoologica*, Heft II, p. 191.

(2) J. RICHARD, « Recherches sur les Copépodes libres d'eau douce ». *Ann. des sc. nat. zool.*, XII, n° 8, Paris, 1891.

(3) BRADY, « A revision of the British species of fresh water Cyclopidae and Calanidae. » *Nat. hist. transact. of Northumberland*, vol. XI, p. 68.

(4) E. FORBES, « A contribution to a knowledge of North American fresh water Cyclopidae. » *Bull. of the Illinois State laboratory*, vol. V, p. 27.

1. *Leptodora hyalina* Lillj. = *L. Kindtii* Focke. HELLICH p. 116 (1).

Ce cladocère est carnassier, il ne se nourrit que de petits entomostracés qu'il vient chasser pendant la nuit dans les couches superficielles du lac. Il se tient au large et dans les profondeurs pendant le jour. Je ne l'ai jamais recueilli qu'après le coucher du soleil.

2. *Sida cristallina* O.F. Müller HELLICH, p. 15. STINGELIN(2), p. 187.

Cette *Sida* est toujours rare, mais elle se rencontre plus fréquemment en novembre et décembre.

3 et 4. *Diaphanosoma* (*Daphnella*) *brachyurum* Lievin.

Diaphanosoma (*Daphnella*) *Brandtianum* Fischer.

Ces deux espèces sont représentées dans le lac d'Annecy, mais la deuxième est de beaucoup la plus fréquente.

Chez *D. brachyura* les épines des griffes caudales sont parallèles et les bords de la carapace sont munis d'épines courtes. Les dimensions du corps chez celle-ci sont plus grandes $1^{\text{mm}}2$ à $1^{\text{mm}}32$ que chez *D. Brandtiana* qui ne dépasse pas 700 μ . Il n'y a pas de différences sensibles dans la grosseur des yeux, quant à l'étranglement qui sépare la tête du corps, il est moins accusé chez *D. Brandtiana*. Cette dernière se rencontre surtout en hiver. C'est une des espèces qui montent la nuit à la surface, ainsi que le montrent les notes relatives aux pêches nocturnes.

La majeure partie du groupe des Cladocères est formée par le genre *Daphnia*, pour lequel on a établi de nombreuses espèces. BURCKHARDT(3) a bien débrouillé cette systématique un peu confuse en restituant à des variétés (forma) du type la plupart des formes qu'il a rencontrées dans ses investigations des lacs suisses. De l'examen des nombreuses formes du lac d'Annecy, il résulte qu'il faut les considérer uniquement comme des variations sai-

(1) BOHUSLAV HELLICH, « Die Cladoceren Böhmens ». *Arch. der naturw. Landesdurchforsch. von Böhmen*, III. Bd, IV. Abth., II. Heft.

(2) STINGELIN, « Die Cladoceren der Umgebung von Basel », *Rev. suisse de zoologie*, Bd. III. — Id. « Neue Beiträge z. Kenntn. der Cladocerenfauna der Schweiz ». *Rev. suisse de zool.*, t. XIV, 1906.

(3) G. BURCKHARDT, « Faunist. u. System. Studien über das Zooplankton des gross. Seen der Schweiz ». *Rev. suisse de zool.*, t. 7, 1899.

sonnières, du moins en ce qui concerne *D. longispina* var *hyalina*, qui se rencontre très polymorphe en tout temps avec des maxima au printemps (mars, avril) et en novembre, époque à laquelle existent les *ephippium* jusqu'en avril où la cavité incubatrice contient des jeunes.

5. *Daphnia longispina* (type) O. F. Müller. avec sa variété *D. hyalina* est constante en toute saison. Il est maintenant reconnu, d'après les travaux récents de G. O. Sars, que toutes les formes de *D. hyalina* doivent rentrer comme variétés individuelles locales et saisonnières de *D. longispina* (1) (fig. 5-1).

6. *Daphnia hyalina* Leydig forma *typica* Leydig. BURCKHARD, p. 495, pl. 19, fig. 2, abondante au printemps, devient plus rare à la fin de l'hiver (février, mars) où elle est remplacée par les formes suivantes *a, b, c, d, e*, parmi lesquelles on trouve tous les passages depuis la normale jusqu'aux formes les plus aberrantes. Les modifications portent sur les silhouettes de la tête et du bec (v. fig. 5, *a, b, c, d, e*).

a) D. hyalina forma *galeata* Sars. = *D. galeata* Müller. = *D. oxycephala* Sars. BURCKHARDT, p. 502, f. 12 et 13.

La tête porte au vertex une légère éminence, parfois nettement mucronée. La coquille est réticulée et porte à son bord postérieur une rangée de pointes. Forme analogue à celle du Léman.

b) D. hyalina form. *lucernensis* Burek. BURCKHARDT, p. 497, t. 19, fig. 7 et 20. Le corps très ovoïde est allongé, le bord ventral de la tête est légèrement concave, le bord dorsal se raccorde en ligne droite avec le contour du corps. Forme analogue à celle du lac des Quatre-Cantons.

c) D. hyalina forma *turicensis* Burek. BURCKHARDT, p. 496, t. 19, f. 17. Tête aplatie, bec très détaché, ovoïde avec pointe bien indiquée. Analogue à la forme du lac de Zurich.

d) D. hyalina forma *primitiva* Burekh. BURCKHARDT, p. 493, t. 19, f. 8. Tête arrondie surélevée en bosse frontale, rostre très séparé de la tête par un étranglement. Analogue à la forme du lac des Quatre-Cantons.

(1) G. O. Sars, « On the Crustacean fauna of Central-Asia », *Ann. du mus. de St-Petersbourg*, vol. 8, 1903, et STINGELIN, « Unser heutiges Wissen ü. die System. u. d. geogr. Verbreitung der Cladoceren », *Congrès int. de zool.*, Berne, 1904, p. 536.

e) *D. hyalina* forma *Stecki* Burckh. BURCKHARDT, p. 497, t. 19, f. 4. Tête surélevée prolongée sans étranglement dans le rostre qui est conique. Analogue à la forme du lac de Thoune.

A la fin de l'hiver et au commencement du printemps, j'ai pu observer *tous les passages de l'une à l'autre* des formes décrites ci-dessus. Au printemps, celles-ci se raréfient et en été on ne rencontre presque plus que le type. Il semblerait donc que

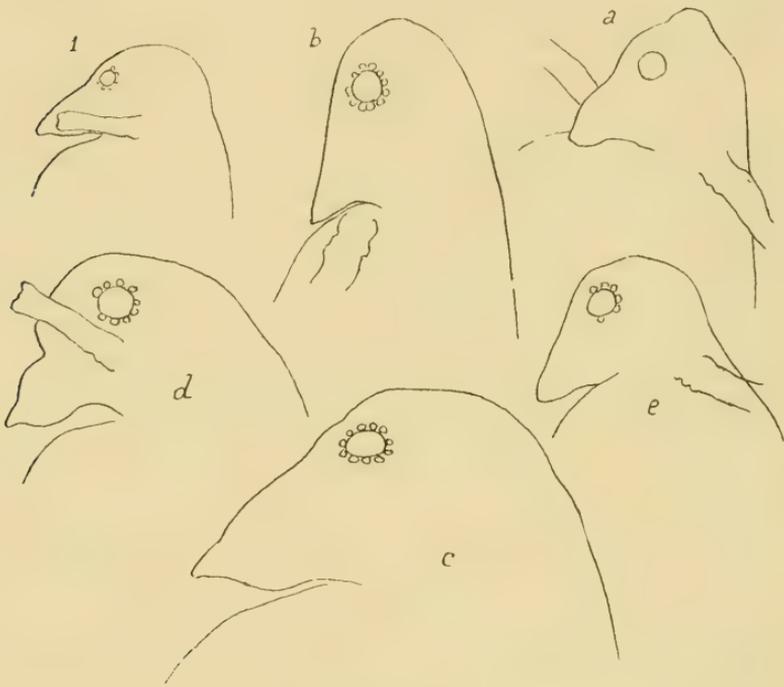


Fig. 5 — Variations saisonnières de *Daphnia longispina* O. F. Muller, var. *hyalina* Leydig. Fig. 1. f. *typica* Burck. fig. a, *galeata* Burck ; fig. b. f. *lucernensis* Burck. ; fig. c. f. *turicensis* Burck. ; fig. d. f. *primitiva* Burck. ; fig. e. f. *Stecki* Burck. — (Répondant comme *formae proximae* de celles décrites par Burckhardt.)

dans l'évolution ontologique de l'animal, ces formes plus ou moins aberrantes représenteraient les divers stades morphologiques qui gravitent autour du type *Daphnia hyalina* forma *typica* (lato sensu) *Daphnia longispina*, avant de se fondre en lui et ne seraient en somme que des variations saisonnières de ce Cladocère.

7. *Bosmina longispina* Leydig. = *B. bohémica* Stingl. STINGELIN, p. 230, t. 6, f. 26. Fréquente en tout temps, mais semble cependant avoir son maximum du printemps à l'été. On rencontre parfois en hiver des individus portant dans leur cavité incubatrice des œufs ou des jeunes teints d'une belle couleur azurée.

8. *Bosmina longirostris-cornuta* O. F. Müller-Jurine. STINGELIN, p. 224. Moins abondante que la précédente, elle se trouve surtout de novembre à janvier. Notre forme mesure 430 μ ; elle a donc une taille supérieure à celle du type qui n'excède pas 350 μ .

Les espèces suivantes jouent un rôle beaucoup moins important dans la composition du zooplancton où elles ne figurent pour ainsi dire qu'à titre erratique. Elles vivent en effet au milieu des touffes flottantes d'algues filamenteuses arrachées au littoral et entraînées au large.

9. *Acroperus leucocephalus* Koch. HELLICH, p. 79. STINGELIN, p. 239, f. 28.

Ce cladocère est ici beaucoup plus petit 183,6 μ que le type, qui atteint jusqu'à 800 μ .

10. *Alona affinis* Leydig. STINGELIN, p. 245, f. 32.

Individus également plus petits 229 μ que le type, qui d'après Stingelin, atteint 770 μ .

11. *Pleuroxus excisus* Fischer. STINGELIN, p. 253, f. 38, 39.

Cette espèce $l = 320 \mu$ paraît au printemps ainsi que la suivante :

12. *Pleuroxus hastatus* Sars. STINGELIN, p. 265.

13. *Chydorus sphaericus* O. F. Müller. Longue de 243 μ , cette forme se rencontre en hiver.

Les Calanides.

Ces Entomostracés sont peu variés comme espèces, mais innombrables en individus. Ils forment avec les Copépodes la majeure partie du zooplancton.

Généralement teints en rouge par un pigment formé d'une matière colorante spéciale (1), ces êtres sont doués d'un haut degré d'héliotropisme positif, ce qui explique leur abondance dans les couches superficielles, particulièrement sur la beine qui est fortement ensoleillée. On constate d'ailleurs que, mis dans une cuvette en verre, ils se massent toujours du côté de la lumière. En hiver, les femelles portent des paquets d'œufs colorés en rouge vermillon et aussi de un à cinq spermatophores accrochés à l'abdomen.

J'ai vainement cherché dans le lac deux formes glaciales et alpines *Diaptomus denticornis* et *D. baccillifer* qui sont fréquentes dans les lacs élevés des Hautes Alpes (2).

1. *Diaptomus gracilis* G. O. Sars. BURCKH., p. 645, t. 22, f. 1, 2.

Ce Calanide hautement pélagique a une distribution géographique assez étendue. Sa présence, d'après DE GUERNE et RICHARD (3), n'avait pas encore été constatée en France. Son développement maximum paraît être de janvier à mars, époque à laquelle on rencontre des femelles chargées d'œufs et mêlées à de nombreux nauplius.

2. *Diaptomus laciniatus* Lillj. DE G. et RICH, p. 47, pl. I, f. 25.

Notre espèce est caractérisée par la forme extrêmement laciniée des lobes latéraux des deux derniers segments de l'abdomen, qui sont très divergents et fortement mucronés. C'est une forme alpine et une espèce arctique, particulièrement abondante dans le lac où elle trouve son maximum au printemps (avril, mai).

(1) R. BLANCHARD, « Sur une carotine d'origine animale », *Mém. de la Soc. zool. de France*, III, 1890, p. 113.

(2) BLANCHARD et RICHARD, « Sur la faune des lacs élevés des Hautes Alpes », *Mém. de la Soc. zool. de France*, 1897, p. 45.

(3) DE GUERNE et RICHARD, « Revision des Calanides d'eau douce », extr. des *Mém. de la Soc. zool. de France*, vol. II, 1889, p. 16.

III

LA RÉGION PROFONDE

A. — Conditions physiques du milieu

Indépendamment du gouffre du Boubioz, dont le fond atteint 80^m60, la plaine du lac d'Annecy s'étend par des fonds moyens de 60 mètres. En raison de cette profondeur relativement faible, y a-t-il une faune et une flore véritablement spéciales ? Les espèces ne s'y rencontrent-elles au contraire qu'à l'état erratique ?

Ce sont des questions qu'il était intéressant d'étudier, aussi, à l'exemple de FOREL pour le Léman, ai-je essayé de me rendre compte des éléments climatiques et de tous les facteurs généraux du milieu : la température du fond, la profondeur à laquelle pénètre la lumière, la nature du limon.

La température. — Les premières observations ont été effectuées par de SAUSSURE (1) en 1780, qui descendit son thermomètre à 163 pieds dans le gouffre du Boubioz et trouva 4°5, alors que la température de la surface était de 11°5.

En 1860, BOLTSHAUSER (2) déterminait les limites extrêmes de la variation de température des eaux du lac. Il trouvait pour la surface 20° et 2° : moyenne = 11° : pour le fond (de la plaine lacustre) 8° et 4° : moyenne = 6°.

En 1883, FOREL (3) constatait 17°5 à la surface et 6°1 à la profondeur de 55 mètres.

Les sondages de DELEBECQUE donnent plus tard les résultats suivants :

1890	27 juillet	plafond du lac	4°7
	10 septembre	id.	4°8
1891	10 juillet	à 63 mètres	4°6
1895	27 février	à 63 "	3°8
Pour le Boubioz en 1891 à		80	" 11°8
		25	" 3°5
		Au-dessus de 25	" 3°4

(1) DE SAUSSURE, *Voyage dans les Alpes*, 1796, vol. III, § 1162, p. 4.

(2) BOLTSHAUSER, « Le lac d'Annecy », *Rev. Savoisiennne*, 1860, p. 2.

(3) FOREL, « Sondages zoologiques et thermométriques », *Rev. Savoïs.*, 1884.

A plusieurs reprises au cours de mes pêches, j'ai eu soin de prendre la température du limon de fond par 55 mètres environ, soit en été, soit en hiver, en utilisant le procédé conseillé par FOREL. Voici les résultats :

Année 1896	30 mai	4°5	
"	" 12 juin	4°6	
"	" 15 juillet	4°5	
"	1897 13 juin	4°3	} Moyenne de l'été 4°5
"	" 30 juillet	4°6	
"	" 10 août	4°5	
"	1898 13 juin	4°6	
"	" 20 juillet	4°4	
"	1896 12 mars	3°5	} Moyenne de l'hiver 3°6
"	1897 4 janvier	3°7	
"	" 8 février	3°6	

J'ai pu ainsi constater que la moyenne de huit sondages en été a donné pour la température du limon 4°5, celle de trois sondages en hiver la moyenne de 3°6.

Le limon de fond. — La plaine du lac est recouverte sur une épaisseur que je n'ai pu évaluer, mais qui doit être considérable, d'un limon assez tenace et uniformément gris. Si on le laisse reposer longtemps dans un cristalliseur à l'air libre, le limon se dessèche, se fendille, une coloration jaunâtre superficielle apparaît, mais celle-ci est due à une couche très mince des Diatomées qui, comme nous le verrons, pullulent dans la région profonde.

Ce limon doit être considéré comme un dépôt d'alluvion et formé en partie par la précipitation mécanique du carbonate de calcium dont les fines particules s'accumulent, par une descente extrêmement lente, sur le fond. Il se réduit par la dessiccation en une poussière blanche impalpable.

Une notion particulière est fournie par l'examen du limon du Boubioz. — J'ai fait plusieurs fois des prises par 75 mètres de profondeur sur les parois de ce gouffre, au moyen d'une drague conique qui pouvait extraire des blocs d'un certain volume. Or ce limon, au sortir de l'eau est formé de deux couches, l'une bleuâtre en profondeur, l'autre superficielle, d'une épaisseur de 1 à 2 centimètres, de couleur jaune ferrugineuse et pénétrant irrégulièrement dans la masse. Il faut attribuer cette

double coloration, ainsi que l'a montré FOREL (1), à un degré différent d'oxydation des sels de fer qui sont contenus dans le limon : « le limon à la surface contient du peroxyde de fer, tandis que dans la couche profonde un certain degré de réduction s'opère par la destruction peut-être des matières organiques et le fer se change en protoxyde ».

Il résulte des analyses de DUPARC (2) que les boues de fond recueillies au milieu du Grand Lac par 64 mètres de profondeur renferment 33 à 34 p. c. de silice.

On doit attribuer cette proportion à l'influence des apports torrentiels du Laudon qui lessive les formations glaciaires et les molasses fortement silicatées qui encombrant la dépression de Leschaux, et aussi pour une partie appréciable à l'extrême abondance des Diatomées qui recouvrent d'une mince couche le limon de fond.

Mais dans les boues du Boubioz la proportion s'élève à 68.03 p. c. de silice et de silicates. Ce fait s'explique aisément, si on considère que le griffon de la source sous-lacustre s'ouvre à même la roche vive qui se rapporte selon toute vraisemblance au niveau supérieur de l'Hauterivien qui est très siliceux (3). Je crois donc que l'on peut attribuer cette proportion considérable de silice à l'intense décalcification de la roche par l'action des eaux de la source qui la traversent.

En résumé, le limon de fond est très homogène sur le plafond du lac et d'une même teinte grisâtre, il est oxydé dans l'entonnoir du Boubioz. Le premier passe, en se rapprochant de la beïne, à des dépôts détritiques, sableux puis argileux. Ceux-ci s'agglomèrent en une argile plastique très liante qui est entraînée dans les émissaires du lac. Cette argile a notablement gêné par sa tenacité les travaux de curage du canal du Vassé, au printemps de 1905.

Pénétration de la lumière. — Les radiations lumineuses jouant un rôle important dans la vie et le développement des organismes, il était intéressant de rechercher la profondeur

(1) FOREL, *Le Léman*, vol. I, p. 119.

(2) L. DUPARC, « Le lac d'Annecy », *Arch. des sc. phys. et nat. de Genève*, t. XXXI, 15 février 1894.

(3) REVEL et LE ROUX, « Structure de la partie septentrionale du Semnoz », *Rev. Sav.*, 1906.

maximale à laquelle les rayons solaires peuvent pénétrer dans la masse des eaux.

Mais cette quantité de lumière qui traverse l'eau devient si diffuse qu'il était nécessaire de trouver un réactif assez sensible pour la déterminer. FOREL a enseigné une méthode photographique (1) très ingénieuse, dont j'ai légèrement modifié le dispositif, afin de pouvoir effectuer les opérations en plein jour.

J'ai décrit ailleurs (2) l'appareil et donné le résultat de mes expériences dont il est seulement besoin de rappeler ici les résultats.

La pénétration de la lumière dans le lac est *plus forte en hiver qu'en été*, en raison inverse du développement des micro-organismes. On peut établir la limite d'obscurité à la profondeur de 80 mètres en hiver et de 70 mètres en été. Sur le plafond du lac, l'éclairage est assez faible; dans les profondeurs moyennes règne un demi-jour plus ou moins long pendant les mois d'hiver et un crépuscule constant pendant l'été.

Des deux procédés de dragage employés par Forel, le râteau à poche de mousseline ou le seau ovale en fer blanc lesté par un plomb à la ligne de sonde, j'ai employé surtout le dernier.

Le produit de la drague était versé dans un cristalliseur et abandonné sur la table du laboratoire dans un endroit sombre ou à la lumière diffuse.

On constate qu'après quelques heures, la surface reposée du limon se colore d'une légère teinte brune composée d'une innombrable quantité de *Diatomées* mêlées à des filaments d'*Oscillaires*.

Lorsqu'on soumet à une vive lumière une partie seulement du vase contenant le dépôt, cette couche brune n'apparaît pas. C'est là une indication probable que ces organismes sont adaptés déjà par leur genre de vie à un milieu totalement dépourvu de radiations puisqu'ils cherchent à se soustraire à l'éclairement en s'enfonçant dans la masse du limon.

(1) FOREL, *Le Léman*, vol. II, p. 434.

(2) M. LE ROUX, « Notes biologiques sur le lac d'Annecy », *Rev. savoisienne*, 1899.

B. — La flore profonde

Il n'a pas été fait jusqu'à présent de recherches sur la région profonde au point de vue de la flore. J'ai exploré seulement le Grand Lac par des profondeurs de 30, 40 et 50 mètres en une trentaine de coups de drague en été ou en hiver. Le gouffre du Boubioz a été également fouillé trois fois.

Les résultats obtenus donnent ainsi une notion assez complète sur la physionomie générale de la vie dans les profondeurs.

Rappelons que les conditions de milieu dans cette région sont les suivantes :

Température basse : en hiver 3°6 et ne dépassant pas 4°5 en été.

Affaiblissement ou extinction presque complète de la lumière. Tranquillité absolue des eaux.

Pression considérable, 6 atmosphères environ, sur le plafond du lac.

Tous ces facteurs contribuent à assurer aux organismes une région de calme et des conditions d'uniformité d'existence.

Les plantes à chlorophylle ne pouvant plus vivre à cette profondeur, toute végétation phanérogamique a disparu. Les bords de cette immense cuvette désertique sont seulement garnis, comme nous le verrons plus tard, jusqu'à 8 ou 10 mètres au-dessous de la surface, des derniers gazons de Characées.

La flore des profondeurs, végétant sur le limon, se compose uniquement de SCHIZOPHYCÉES et de DIATOMACÉES, aux espèces peu nombreuses mais en nombre d'individus considérable.

Schizophycées.

Ce groupe n'est représenté que par des Oscillariées, dont les filaments forment comme une trame lâche au tapis uniforme des Diatomées.

Phormidium subfuscum Ktz. = *Oscillaria subfusca* Agardh.

Phormidium uncinatum Gom. = *Oscillatoria arachnoidea* Agardh.

Diatomacées

	Régions			Spéciales à la région profonde
	30 ^m	40-50 ^m	80 ^m	
<i>Epithemia ocellata</i> Ehr.		+		
<i>E. gibba</i> Ehr.	+			
<i>E. argus</i> var. <i>alpestris</i> Ehr.	+			
<i>Himanthidium arcus</i> Ehr.	+			
<i>Ceratoneis arcus</i> Ehr.		+		+
<i>Amphora ovalis</i> Ktz.	+			
<i>Cymbella Ehrenbergii</i> Ktz.	+			
<i>C. alpina</i> Grun.		+		+
<i>Navicula elliptica</i> Ktz.	+			+
<i>N. pusilla</i> W. Sm. forma <i>alpestris</i> Brun		+		
<i>Pinnularia viridis</i> Rab.		+	+	
<i>P. viridis</i> Ehr. forma <i>major</i> Rab.			+	+
<i>Stauroneis Cohnii</i> Hilse var. <i>minuta</i> Ktz.	+			
<i>Pleurosigma attenuatum</i> W. Sm.		+	+	très + nombreux
<i>Pl. acuminatum</i> Grun.			+	+
<i>Pl.</i> » » var. <i>Scalproides</i> Rab.	+			
<i>Cymatopleura solea</i> Breb. et Sm.	+			
<i>C. solea</i> var. <i>apiculata</i> Pritsch.			+	
<i>C. elliptica</i> type Breb. et Sm.			+	
<i>C.</i> » var. <i>Constricta</i> Grun.		+		
<i>Surirella spiralis</i> Ktz.		+	+	fortement + coloré
<i>Sur. norica</i> var. <i>costata</i> Ktz.		+		
<i>S. biseriata</i> Breb.		+		
<i>S. gracilis</i> Grun.			+	+
<i>Synedra ulna</i> Ehr.		+		
<i>S. biceps</i> W. Sm.	+			
<i>Cyclotella operculata</i> Ag. var. <i>antiqua</i> Ktz.			+	
<i>Melosira arenaria</i> Moor.		+		
<i>Nitzschia sigmoidea</i> var. <i>Brebissoni</i>		+		

La comparaison des éléments de cette liste avec ceux des espèces littorales qui est donnée plus loin, est instructive, car elle montre qu'un certain nombre de formes sont communes aux diverses régions, tandis qu'on ne trouve pas ailleurs que sur le limon de fond les deux *Oscillariées* et les Diatomées : *Ceratoneis arcus*, *Cymbella alpina*, *Navicula elliptica*, *Pinnularia viridis* form. *major*, *Pleurosigma attenuatum*. *Pl. acuminatum* var. *scalproïdes*. *Pl. acuminatum* et les belles espèces *Surirella spiralis*, *S. norica*, *S. gracilis*. Un fait curieux à noter est également la présence exclusive dans la région profonde d'une *Melosira arenaria*; toute autre espèce de ce genre manquant absolument dans le lac d'Annecy.

Doit-on voir là des espèces adaptées? Il n'y a aucun doute pour les formes communes aux deux régions qui résultent d'individus vivant et se reproduisant habituellement sur le littoral et qui ont été entraînés au large, tombés sur le fond où ils continuent à végéter. Ce sont des formes erratiques dans la région profonde.

En ce qui concerne les espèces qui ne se rencontrent que sur le fond, elles pourraient bien être définitivement adaptées, car elles s'y reproduisent. J'ai constaté en effet plusieurs fois le processus de la sporulation. D'autre part, les espèces sont presque toutes de très grande taille; particulièrement *Surirella spiralis* et *Pinnularia*. Les Surirelles spiralées des grands fonds du Léman ont au plus 140 μ . de diamètre. Les nôtres atteignent près de 300 μ . et ne présentent pas la même torsion que les précédentes. Le frustule a en effet la forme d'une hélice de bateau à branches égales. *Pleurosigma* ne se rencontre également qu'en profondeur. Chez *Surirella norica*, l'endochrome est fortement teinté en rouge brun. Y a-t-il là une relation entre cette intense coloration et cette constatation faite par FOREL (1) que certains animaux de l'eau profonde du lac d'Annecy sont plus fortement pigmentés que les mêmes espèces qui vivent sur le littoral? Je ne saurais le dire, me bornant à enregistrer le fait sans pouvoir en donner une explication satisfaisante.

(1) FOREL, *Faune profonde du Léman*, p. 134.

C. — La Faune profonde

Quelques indications sur la faune profonde du lac d'Annecy ont été fournies par deux dragages effectués en 1883, l'un par FOREL (1), l'autre par IMHOF (2), devant Veyrier, par 55 mètres de fond. Le premier donne une liste de douze espèces, le second en ajoute six autres, soit en définitive un total de dix-huit espèces. FOREL conclut en outre que la faune y est abondante et variée et qu'elle se distingue de celle des autres lacs par la grande taille et la pigmentation plus foncée de certains animaux (*Asellus*, *Fredericella*).

Un certain nombre de dragages effectués en toute saison à la profondeur de 40 à 45 mètres, soit à 80 mètres dans le Boubioz, m'ont permis d'arriver à une connaissance plus complète des espèces qui peuplent la région profonde.

Les Sarcodiniés

Ce groupe est représenté par un certain nombre de Rhizopodes et d'Heliozoaires.

Amœba limaæ Duj. PENARD (3), p. 35. Sur le limon par 30 m.

A. proteus Rosel. PENARD, p. 57. Sur le limon par 30 m.

Diffflugia scalpellum Pen. PENARD p. 243. Sur le limon par 30 m.

D. constricta Ehv. PENARD, p. 258. Sur le limon par 40 m.

Hyalosphenia punctata Pen. PENARD, p. 341.

Rare. Je ne l'ai rencontré qu'à l'état de coquille vide par 40 m. de fond.

Quadrula irregularis Arch. var. *globulosa* Pen. PENARD, p. 380 et Sarcodiniés (4) p. 42. Rencontré dans le Boubioz par 80 m. de fond.

Cyphoderia margaritacea Ehv. var. *major* Pen. PENARD, p. 475. Boubioz 80 m., très fréquente.

(1) FOREL, *La Faune profonde des lacs suisses*, 1884, p. 134.

(2) IMHOF, « Die pelagische Fauna u. die Tiefseefauna der zwei Savoyersseen », *Zool. Anzeiger*, VI, n° 155, 1883.

(3) PENARD, *Faune rhizopodique du bassin de Léman*. Genève, 1902.

(4) PENARD, *Les Sarcodiniés des grands lacs*. Genève, 1902.

Gromia squamosa Pen. PENARD, p. 561. Sarcodinés, p. 73. Boubioz par 80 m.

Clathrulina Cienkowskii Menesch. PENARD (1), p. 276. Sur le limon par 40 m.

Acanthocystis turfacea Carter. PENARD, p. 233.

Cet Héliozoaire, qui est fréquent à l'état pélagique, se rencontre souvent sur le limon par 30 mètres où je l'ai observé plusieurs fois en état de reproduction.

Raphidiophrys pallida Schultze. PENARD, p. 176. Sur le limon par 30 m. Le corps est souvent rempli de Diatomées qui lui donnent une teinte jaunâtre.

Actinophrys sol Ehr. PENARD, p. 98. Sur le limon par 30 m. Notre espèce, qui se nourrit de Diatomées, est remarquable par sa taille, qui atteint 85 μ .

On constate dans cette liste quelques formes communes au littoral et à la région profonde; mais les Sarcodinés de fond ont une taille plus considérable. Quelques-uns sont spéciaux à la région profonde et ne se rencontrent jamais ailleurs, tels : *Cyphoderia margaritacea*, *Quadrula irregularis*, *Difflogia scalpellum*, *D. constricta*, *Hyalosphaenia*, *Clathrulina*. Leur taille exceptionnelle coïncide avec celle des grandes Diatomées dont ils font leur nourriture (exemple les *Surirella* et *Pinnularia* du Boubioz où se rencontrent les très grandes *Cyphoderia*).

Les Infusoires.

Ce groupe est pauvrement représenté par deux espèces de profondeur.

Lionotus anser Ehr. ROUX (2), p. 37, pl. II, fig. 5.

Sur le limon par 40 mètres de fond.

Stentor coeruleus Ehr. ROUX, p. 86, pl. V, fig. 7.

Cet infusoire non fixé vit sur le limon par des fonds de 50 mètres, il est toujours plus coloré en bleu vert que le type décrit par Roux.

(1) PENARD, *Les Héliozoaires d'eau douce*, 1904.

(2) ROUX, *La Faune infusorienne des environs de Genève*, 1905.

Les Hydres.

Lorsque l'on abandonne dans une cuvette le limon de fond, après un certain temps de repos apparaissent de petits points rouges qui piquent la surface. Ce sont des Hydres au corps allongé, grêle et bourgeonnant, parsemé de nombreuses taches pigmentaires rouge brique. Cette forme de fond, toujours libre, correspond à la variété *rubra* Lewes.

Les hydres sont d'ailleurs très fréquentes dans la région littorale, fixées aux rameaux des Chara, des Myriophylles de la beïne ou à la partie inférieure des feuilles des Lemna (Albigny). Cette espèce littorale est *H. vulgaris* présentant des variations de couleurs, dues évidemment à l'alimentation de ces animaux, qui ont amené certains auteurs à établir les espèces *H. grisea*, *H. viridis*, *H. rubra*. C'est à cette dernière variété adaptée et à l'état non fixé qu'il faut attribuer l'hydre de la faune profonde.

Les Turbellariés.

Ce groupe est représenté par un petit nombre d'espèces appartenant aux Alloiocoeles et aux Rhabdocoeles.

Plagiostoma Lemani G. du Plessis (1).

Rencontré une seule fois par 30 mètres de fond.

Mesostoma rostratum Ehr.

Sur le limon par 35 mètres.

M. viridatum M. Sch. = *Typhloplana viridis* O. Schm.

Vortex truncatus Ehr.

Ces deux espèces par 30 mètres de fond.

Les Cestodes.

On peut considérer comme faisant partie de la faune profonde, à l'état de parasites chez des poissons qui descendent très bas à certains moments de l'année.

Dibothrium ligula Donad. = *Ligula simplicissima* Auct.

(1) GRAFF, « Note sur la position systématique du *Vortex Lemani* du Plessis », *Matériaux pour l'histoire du Léman*, XXXVI, p. 243.

Parasite de la Perche, du Gardon, du Chevaine. Chez ce dernier, elle envahit la cavité générale d'une façon extraordinaire, à tel point que l'animal en est très dilaté.

Je n'ai jamais constaté *Botryocephalus latus* Br. dans aucun des poissons que j'ai pu disséquer. Ce Cestode paraît donc manquer dans le lac.

Les Nematodes.

Gordius aquaticus L.

Se rencontre en individus assez courts (4 centim.) dans le limon par 35 mètres.

Dorylaimus stagnalis Duj.

Mermis aquatilis Duj.

Parasite dans les larves de *Tanypus*, vit également dans le limon, à l'état libre, par 30 mètres de fond.

Les Oligochoetes

Les Choetopodes d'eau profonde sont représentés seulement par deux espèces.

Tubifex rivulorum Lam., qui vit aussi bien dans la région littorale.

Embolocephalus retutinus H. Randolph = *Scenuris retutina* Grub. PIGUET (1) p. 74. BRETSCHER (2) p. 506.

Ce beau ver est très rare. Je l'ai recueilli une seule fois dans le limon de fond par 40 mètres.

Les Bryozoaires

Deux espèces existent seulement dans le lac, l'une exclusivement littorale *Plumatella repens* L., qui applique étroitement ses colonies sur les pierres, l'autre formant un zoarium libre qui ne se trouve que sur le limon de fond.

Fredericella Duplessii F.-A. Forel. Le zoarium est ramifié en corne de cerf, à branches irrégulières, d'une couleur brune ; les zoécies sont disposées du même côté des rameaux.

(1) E. PIGUET, « Note sur la répartition de quelques vers oligochoètes », *Bull. de la Soc. vaud.*, vol. XXXV, n° 131.

(2) BRETSCHER, « Die Oligochoeten von Zürich », *Revue suisse de Zool.*, t. III, fasc. 4, 1896.

Ce Bryzoaire est toujours libre dans le limon sur lequel il est susceptible de se déplacer. Il ressemble énormément à celui qu'ASPER (1) a découvert dans le lac de Silvaplana, en Engadine. — FOREL, qui a le premier signalé cette Frédéricelle dans le lac d'Anney, tient sa congénère du Léman pour une modification adaptée à la région profonde de la *Fredericella sultana* van Bened., du littoral. Ce qui est vrai pour le Léman ne l'est pas pour le lac d'Anney, où nous ne connaissons pas d'autre espèce littorale que *P. repens*.

Les Rotateurs

Une seule espèce de ce groupe appartient à la faune profonde. *Floscularia proboscidea* Ehr. WEBER, *loc. cit.* 277, pl. 10, f. 10 et 11. Trouvé pour la première fois par IMHOF fixé sur une branche de Frédéricelle, ce Rotateur est entouré d'un tube très transparent et mesure 127 μ de long. Je ne l'ai rencontré que dans cet habitat.

Les Mollusques

Parmi les Pulmonés, un seul se rencontre sur le limon par 48 mètres de fond.

Lymnoea abyssicola L. Brot. BROT (2), p. 109.

Cette coquille transparente et d'un blanc laiteux n'est probablement qu'une variété adaptée à la région profonde de *L. auricularia* fréquente sur le littoral. En tout cas, dans ce nouveau milieu cette Lymnée a diminué de taille et ses tours sont moins nombreux. Sur le fond par 40 mètres et trouvé aussi dans l'estomac d'un Corégone.

Pisidium amnicum Müller. C'est l'espèce du littoral, mais beaucoup plus petite. Il est probable que ce mollusque a été entraîné dans la profondeur où il trouve des conditions de vie analogues, et si la taille a diminué, c'est que le limon est évidemment plus pauvre en matières nutritives, d'où l'arrêt de développement qui en est la conséquence. — Trouvé dans l'estomac d'un Corégone $l = 2^{m/m}$ $h = 1^{m/m}6$.

(1) ASPER, « Beiträge zur Kenntniss der Tiefseefauna der Schweizer Seen ». *Zool. Anz.*, III, 1880, n° 54, p. 206.

(2) L. BROT, « Matériaux pour l'histoire du Léman », XV, n° 109.

Valvata piscinalis O. F. Müller var. *obtusa* Drap. Rencontrée une fois dans l'estomac d'un Corégone.

Les Ostracodes

Deux espèces sont spéciales à la faune profonde. Elles rampent sur le limon où elles peuvent s'enfoncer au moyen de leurs antennes en laissant le trou d'entrée visible derrière elles.

Candona lucens Baird = *C. candida* Lillj. = *C. lucens similis*. Forel Cet ostracode d'une couleur nacréée $l = 1^m/m5$ se trouve sur le limon par 30 mètres.

Acanthopus proxim. elongatus H. Vernet VERNET (1).

Je dois dire que c'est avec un point de doute que je signale cette espèce dont je n'ai rencontré qu'un seul exemplaire en très mauvais état. La coquille étant vide ne permettait pas d'arriver à une détermination rigoureuse par l'examen des organes internes. Celle-ci est jaunâtre, transparente sur les bords qui sont garnis d'une frange de petits cils au milieu de laquelle partent des poils assez longs. Vue de dos, la coquille offre une échancrure au milieu des valves qui baillent en avant et en arrière.

La présence dans le lac d'A. *elongatus* serait intéressante, car cette espèce d'affinités marines, décrite par VERNET dans le Léman, n'a encore été signalée qu'en peu de points. Notre *Ac.* diffère cependant du type par la réticulation assez nette du champ de la coquille et se rapprocherait de *Limnocythere reticulata* Scharpe (2) découvert dans l'Illinois.

Les Cladocères

Les animaux de ce groupe sont surtout adaptés à la vie pélagique. Quelques-uns s'égarent cependant dans la région profonde. C'est de là que la drague ramène avec le limon de toute la plaine centrale.

Alona affinis Leydig. = *Lynceus quadrangularis* Norman et Brady.

(1) H. VERNET, « *Acanthopus*, un genre nouveau d'Ostracodes ». *Bull. de la Soc. vaud. des Sc. nat.*, vol. XV, 80, p. 506.

(2) SCHARPE, « Contrib^{on} to a knowledge of the N. Americ. fresh wat. Ostracoda ». *Bull. Illinois State Labor.*, vol. IV, p. 423, pl. XXXIX, f. 2.

Notre espèce correspond bien à la description et à la figure données par STINGELIN, *loc. cit.*, p. 244, f. 33, avec cette différence au point de vue de l'ornementation de la coquille que celle de la forme d'eau profonde, est complètement lisse, $l=770 \mu$, tandis que notre espèce pélagique est beaucoup plus petite, 229μ , mais conforme au type.

Simocephalus vetulus O. F. Müller. Sur le limon par 30 mètres.

Les Calanides

On ne rencontre dans ce groupe aucun Diaptomus, mais seulement *Canthocamptus staphylinus* Jurine, assez fréquent sur le limon à toutes profondeurs.

Les Amphipodes

Des deux Gammarus qui sont nettement littoraux, un seul habite parfois sur le limon de fond.

Gammarus Delebecquei Chevreux et de Guerne (1), fut recueilli par Delebecque au cours de ses sondages du Boubioz, en février 1891. C'est une espèce ubiquiste qui vit aussi bien sur le littoral que sur le limon de fond, où cependant il est moins fréquent.

Les Isopodes

Asellus Foreli H. Blanc (2). Cet Isopode pêché pour la première fois dans le lac par FOREL, est extrêmement rare. Il est d'un gris plus foncé que le type du Léman, sa taille est également plus réduite, $1^m. m$. Il est aveugle ou du moins ne possède que des taches pigmentaires rudimentaires. BLANC en fait une espèce voisine d'*A. cavaticus* Schrödte, Aselle des cavernes, aveugle et incolore. Notre espèce, privée d'yeux, ne peut être le résultat d'un fait d'adaptation à un milieu privé de lumière, ce qui n'est pas le cas pour le lac d'Annecy, où il n'existe pas d'obscurité absolue dans les profondeurs. Ce ne peut être un produit de transformation d'*A. aquaticus*, qui n'existe pas dans notre lac. Il est plus vraisemblable de supposer que *A. Foreli* est une forme échappée de quelque caverne souterraine en communication avec les eaux du lac.

(1) CHEVREUX et DE GUERNE, *Comptes rendus de l'Ac. des Sc.*, 30 mai 1892.

(2) H. BLANC, *Matériaux pour l'histoire du Léman*, L, pl. XII.

Les Tardigrades.

Un seul est commun au littoral et à la faune profonde : *Milnesium* = *Aretiscôn tardigradum* Schrank, qui habite aussi bien les buissons de Myriophylles et les gazons de Chara, que le limon de fond, où il est cependant beaucoup plus rare.

Les Hydrachnides.

Trois espèces sont caractéristiques du limon de fond : *Hygrobates longipalpis* Kœnig = *Campognatha Foreli* Leb.

Atax crassipes Muller. Espèce pourtant excellente nageuse, que l'on rencontre sur le littoral, mais qui s'égaré aussi dans la profondeur.

Lebertia insignis Neuman, NEUMAN (1), p. 69, T. VIII, fr. 4, forme répondant parfaitement à la description de l'espèce scandinave qui n'a pas été encore rencontrée, dans le Léman ni les autres lacs suisses.

Les Insectes.

Ce groupe est représenté par des larves de Diptères très fréquentes dans le limon à toutes les profondeurs.

Chironomus plumosus L.

Corethra plumicornis Fabr.

Tanyptus (Meig.) Sp.

En résumé si on établit une statistique de la faune et de la flore profondes, on constate que les plantes sont représentées par 31 espèces, tandis que l'on compte 44 espèces d'animaux, et cette liste est naturellement loin d'être complète.

En ce qui concerne ces derniers on a vu que les Rhizopodes sont dominants et sont des formes exclusives de la profondeur. La densité de la population, sur cette plaine du lac uniforme et soumise à des variations climatiques nulles, est relativement faible.

Certaines espèces y sont plus abondantes que les autres : *Campognatha*, *Tubificæ*, *Dorylaimus*, *Mermis* et les larves de *Chironomus* et de *Corethra*, mais on les trouve également dans la région littorale.

(1) NEUMAN, « Om Sveriges hydrachnider », *Kongl. Svenska vetenskaps-Akademien Handlingar*, Bd. 17, n° 3.

Au point de vue des caractères biologiques, la pigmentation est plus marquée que dans les formes littorales et à part les grandes *Cyphoderia* et *Actinophrys*, la taille est généralement plus faible.

Est-ce une faune autochtone ou bien une faune littorale adaptée? La réponse à cette question est difficile... Doit-on y voir une faune émigrée? Dans le chapitre relatif aux origines de nos espèces lacustres, nous verrons ce que nous devons en penser.

Si une affirmation trop précise n'était pas prématurée, il semble que, à part certains animaux tels que *Plagiostoma*, *Acanthopus*, *Fredericella*, il faut considérer la population de la région profonde comme composée d'espèces littorales accommodées à ce milieu, qui non seulement y vivent, mais encore s'y reproduisent, témoin les œufs d'insectes, de vers, d'hydrachnides, et toutes les formes larvaires que la drague ramène presque chaque fois.

Un autre groupe d'animaux fréquente temporairement les eaux profondes : certains poissons. On connaît, en effet, les migrations hivernales des Cyprinoides qui quittent les eaux refroidies de la beine pour descendre vers le « bleu ». L'eau étant plus transparente à cette époque de l'année, ils peuvent plus facilement trouver dans cette région leur nourriture composée des petits animaux qui fuient la beine devenue presque désertique en raison de l'arrêt de la végétation.

La microfaune normale des profondeurs n'est pas influencée par les variations climatiques; elle est d'ailleurs toujours aussi abondante en hiver qu'en été.

C'est ainsi que les bandes de Lottes viennent y poursuivre le frai des Corégones; les Perches descendent également en eau profonde pendant l'hiver; la Truite émigre en tout temps pendant le jour dans les profondeurs pour revenir se nourrir de nuit sur la beine; l'Omble Chevalier se tient toute l'année dans les régions de profondeur moyenne; de même que les Corégones qui viennent frayer en hiver sur les premières pentes du « mont ». Ceux-ci deviennent pélagiques pendant la nuit, car ils chassent à ce moment en plein lac dans les couches superficielles. Enfin, les Gardons, Blageons, Chevaines se retirent en bandes nombreuses pendant l'hiver dans la région de profondeur moyenne pour revenir frayer en beine lors du renouveau de la végétation.

IV

RECHERCHES PLANCTONIQUES

A. — Variations annuelles et décennale du Plancton

Pour étudier le plancton, j'ai eu recours d'abord aux pêches horizontales en ce qui concerne sa distribution et surtout aux pêches verticales pour les évaluations quantitatives. Ces dernières ont toujours été effectuées, pour donner plus d'uniformité aux résultats, depuis la profondeur de 20 mètres en remontant le filet jusqu'à la surface. L'expérience m'ayant appris que les pêches effectuées au delà de 30 mètres ne donnent que des quantités négligeables d'organismes.

Mes recherches ont été poursuivies régulièrement pendant onze années de 1895 à 1905; j'ai effectué une pêche par mois en notant exactement les températures de l'air et l'eau, la transparence et l'état du temps.

Pour obtenir plus de rigueur dans le dosage du plancton le filet était descendu en un même point dix fois de suite après avoir, à chaque remontée, recueilli soigneusement la capture. Il eût été, en effet, difficile dans un seul trait de filet, d'évaluer une quantité de matériel très faible.

La quantité brute de plancton inscrite dans les tableaux suivants est donc calculée en prenant le dixième de la totalité prise dans les dix coups de filet.

L'éprouvette de mesure était un tube divisé en dixièmes de centimètres cubes. Le tassement du plancton pouvait être considéré comme complet au bout de vingt-quatre heures, mais je le laissais reposer pendant quatre jours pour diminuer les chances d'erreur.

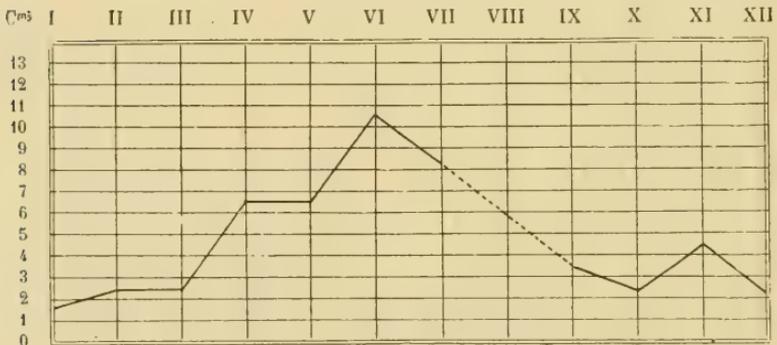
Il était facile de ramener par le calcul la quantité obtenue en cm^3 à l'unité de surface 1 m^2 et d'évaluer ainsi la quantité de plancton contenue dans le cylindre d'eau ayant 1 m^2 de section qui a été filtré par la remontée du filet depuis la profondeur de 20 mètres.

Mon filet ayant $0^{\text{m}}22$ de diamètre : sa surface est de $380^{\text{cm}^2}14$.

Pour obtenir la quantité de plancton recueillie par la filtration d'une colonne d'eau de 20 mètres de hauteur et de 1 m^2 de base, il suffit de multiplier la dose brute de plancton par le facteur 26.31.

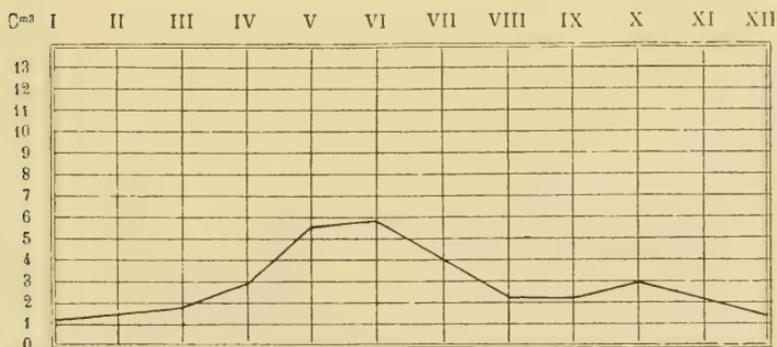
Pêches pélagiques. — Année 1895

MOIS.	Température air.	Température eau.	Transparence.	Temps.	DOSES DE PLANCTON	
					Brut.	Parmètre ²
22 janvier . . .	3°5	4°	10 ^m 5	Couvert	0.07	1.848
12 février . . .	3°	3°	7 ^m 50	Couvert	0.08	2.112
21 mars . . .	8°	5°	8 ^m	Ciel clair	0.09	2.376
8 avril . . .	11°	5°2	7 ^m	Id.	0.24	6.336
10 mai . . .	15°	12°	5 ^m 5	Nuageux	0.25	6.600
25 juin . . .	20°	16°5	4 ^m 5	Très clair	0.40	10.560
26 juillet . . .	23°	21°	5 ^m	Ciel clair	0.32	8.448
août . . .	—	—	—	—	—	—
30 septembre . .	17°	17°	6°5	Couvert	0.13	3.432
2 octobre . . .	16°	17°	6°5	Id.	0.09	2.376
4 novembre . . .	7°	9°5	9 ^m	Id.	0.17	4.488
16 décembre . .	3°	6°2	9 ^m	Beau	0.09	2.376



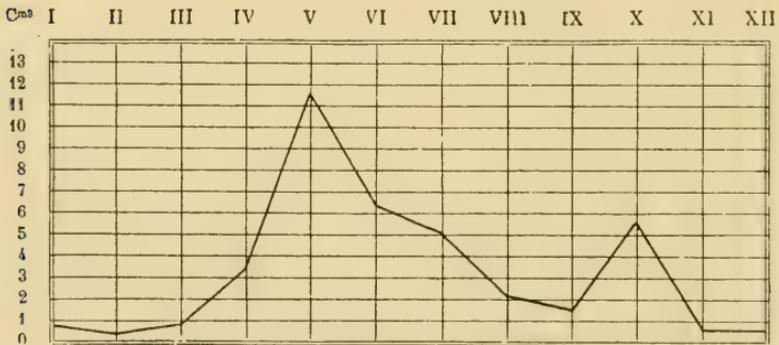
Pêches pélagiques. — Année 1896

MOIS.	Température air.	Température eau.	Transparence.	Temps.	DOSES DE PLANCTON	
					Brut.	Par mètre ²
6 janvier . . .	2°	5°	8 ^m 75	Beau	0 05	1.320
7 février . . .	1°	2°5	8 ^m 50	Couvert	0.06	1.584
12 mars	8°	4°5	8 ^m	Clair	0.07	1.848
16 avril	7°5	7°	7 ^m 50	Id.	0.11	2.904
9 mai	15°5	9°	6 ^m	Id.	0.21	5.544
6 juin	17°	16°5	5 ^m	Couvert et pluie	0.22	5.808
15 juillet. . . .	24°	22°	5 ^m	Beau	0.16	4.224
2 août	23°	20°	5 ^m 50	Id.	0 09	2.376
28 septembre .	17°	15°5	6 ^m	Couvert	0.08	2.112
14 octobre . . .	13°	12°5	6 ^m 50	Id.	0.11	2.904
22 novembre . .	7°	7°5	8 ^m 50	Beau-gelée	0.08	2.112
18 décembre	3°	4°5	9 ^m	Couvert	0.06	1.584



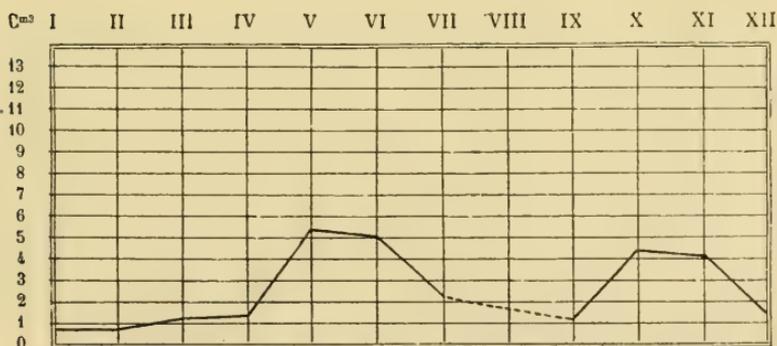
Pêches pélagiques. — Année 1897

MOIS.	Température air.	Température eau.	Transparence.	Temps.	DOSES DE PLANCTON	
					Brut.	Par mètre ²
4 janvier . . .	—5°	5°	7 ^m 2	Beau	0.03	0.792
8 février . . .	2°	5°	9 ^m 5	Couvert	0.02	0.528
15 mars . . .	4°	5°3	9 ^m 2	Id.	0.03	0.792
13 avril . . .	12°	7°3	6 ^m	Beau	0.13	3.432
7 mai . . .	9°4	9°1	4 ^m 5	Couvert	0.43	11.352
13 juin . . .	21°4	19°2	5 ^m 3	Beau	0.25	6.600
30 juillet . . .	15°	20°	5 ^m	Très beau	0.19	5.016
10 août . . .	17°	21°	4 ^m 50	Beau	0.08	2.112
25 septembre .	15°	15°4	4 ^m 3	Id.	0.06	1.584
19 octobre . .	9°1	12°3	8 ^m 20	Id.	0.21	5.544
17 novembre .	5°	8°3	7 ^m 5	Id.	0.02	0.528
15 décembre .	5°4	5°3	8 ^m 1	Couvert	0.02	0.528



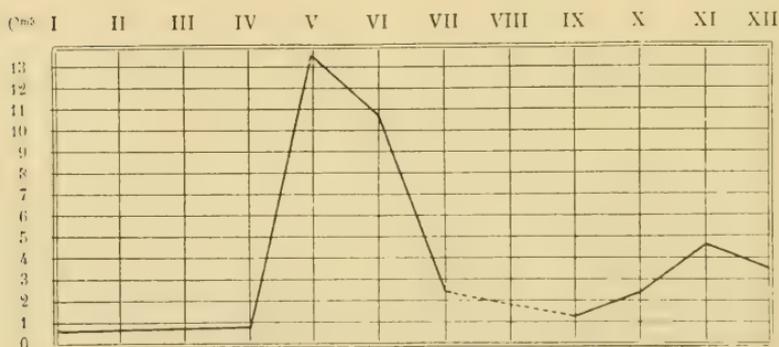
Pêches pélagiques. — Année 1898

MOIS.	Température air.	Température eau.	Transparence.	Temps.	DOSES DE PLANCTON	
					Brut.	Par mètre ²
18 janvier . .	4°	4°2	10 ^m	Couvert	0.03	0.792
22 février . .	8°	5°	11 ^m	Couvert-neige	0.03	0.792
4 mars . . .	7°	5°5	8°5	Couvert	0.04	1.056
30 avril . . .	9°	7°2	7 ^m	Beau	0.05	1.320
7 mai . . .	11°	11°1	3°5	Pluvieux	0.21	5.544
13 juin . . .	17°	15°	4 ^m	Très clair	0.19	5.016
29 juillet . .	19°	20°	5 ^m	Pluie	0.09	2.376
août . . .	—	—	—	—	—	—
30 septembre .	13°	15°	5°5	Pluie	0.04	1.056
18 octobre . .	8°	13°	8 ^m	Pluie	0.17	4.488
27 novembre .	9°	8°	8°5	Pluie	0.16	4.224
7 décembre . .	3°	6°	11 ^m	Très beau	0.05	1.320



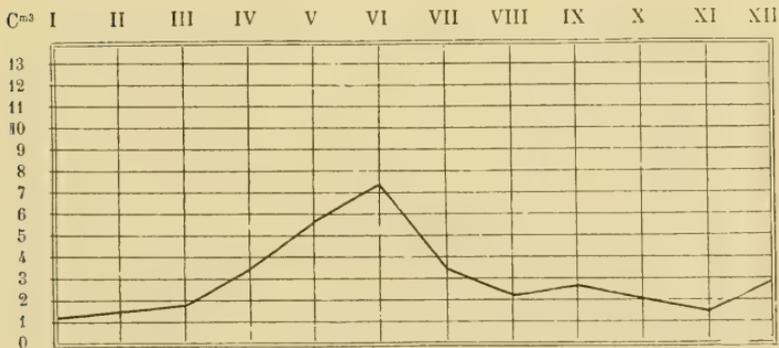
Pêches pélagiques. — Année 1899

MOIS.	Température air.	Température eau.	Transparence.	Temps.	DOSES DE PLANCTON	
					Brut.	Par mètre ²
21 janvier . . .	4°3	6°2	7 ^m 50	Couvert-orage	0.03	0.792
13 février . . .	11°	7°	8 ^m	Pluie	0.03	0.792
4 mars	15°	6°3	7 ^m	Beau	0.03	0.792
28 avril	16°	9°3	6 ^m 50	Très beau	0.03	0.792
20 mai	18°	12°1	4 ^m 50	Pluie	0.51	13.464
5 juin	25°	14°	5 ^m 20	Couvert	0.41	10.824
30 juillet	27°	21°	5 ^m 50	Clair	0.09	2.376
août	—	—	—	—	—	—
30 septembre . .	13°	12°5	7 ^m 50	Couvert	0.05	1.320
18 octobre . . .	14°	14°2	6 ^m 50	Beau	0.09	2.376
27 novembre . .	4°	9°	6 ^m 70	Ciel très clair	0.17	4.488
7 décembre . . .	7°	6°3	8 ^m	Couvert	0.15	3.960



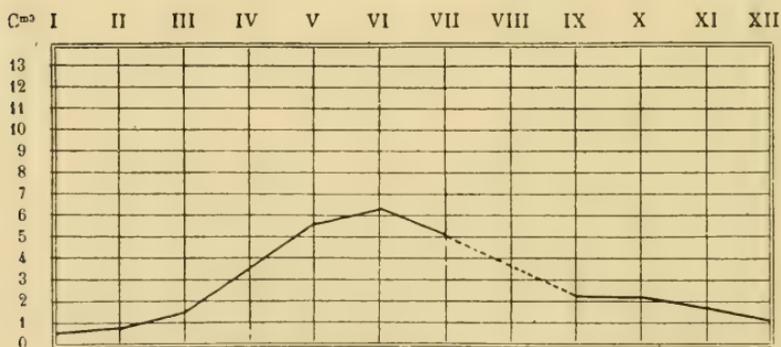
Pêches pélagiques. — Année 1900

MOIS.	Température air.	Température eau.	Transparence.	Temps.	DOSES DE PLANCTON	
					Brut.	Par mètre ²
18 janvier . . .	6°5	4°1	9°9	Beau	0 04	1.056
9 février . . .	5°	5°	8°7	Orageux	0.05	1.320
10 mars . . .	18°	7°2	8°4	Beau	0.06	1.584
15 avril . . .	16°1	10°	6°5	Beau	0.13	3.432
22 mai . . .	15°	13°2	5°7	Beau	0.22	5.808
17 juin . . .	22°	18°	5°	Nuageux	0.27	7.128
25 juillet. . .	27°	21°	5°9	Très clair	0.13	3.432
1 ^{er} août . . .	28°	22°	6°6	Très beau	0.09	2.376
29 septembre .	20°	17°3	7°1	Couvert	0.10	2.640
3 octobre . . .	19°	16°2	8°6	Orageux	0.08	2.112
7 novembre . .	12°5	7°1	9°1	Beau	0.07	1.848
12 décembre . .	2°5	4°5	10°1	Couvert	0 11	2.904



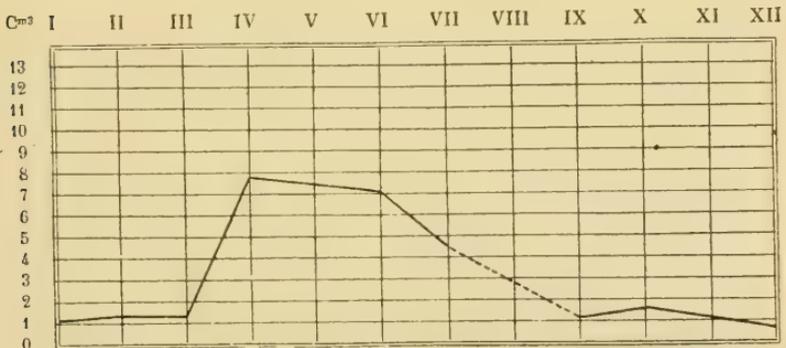
Pêches pélagiques. — Année 1901

MOIS.	Température air.	Température eau.	Transparence.	Temps.	DOSES DE PLANCTON	
					Brut.	Par mètre ²
3 janvier . . .	5°	3°7	10 ^m 70	Beau	0.02	0.528
11 février . . .	6°	4°1	11 ^m	Beau	0.03	0.792
13 mars	4°	5°2	6 ^m 80	Couvert	0.05	1.320
20 avril	14°	6°3	7 ^m 50	Beau	0.14	3.696
5 mai	18°	8°	6 ^m	Beau	0.21	5.544
15 juin	16°	12°5	4 ^m 50	Pluvieux	0.23	6.072
29 juillet. . . .	22°	19°	5 ^m 50	Pluvieux	0.19	5.016
août	—	—	—	—	—	—
28 septembre . .	19°	15°	6 ^m 50	Couvert	0.09	2.376
3 octobre	14°6	13°	7 ^m	Pluvieux	0.08	2.112
7 novembre . . .	6°	6°5	8 ^m 20	Beau	0.07	1.848
12 décembre . . .	4°	5°2	9 ^m	Beau	0.04	1.056



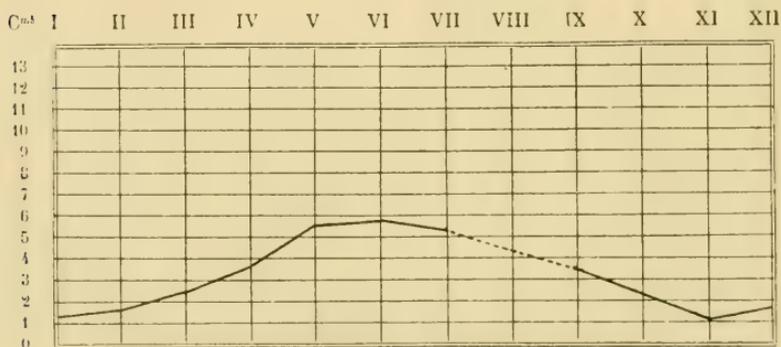
Pêches pélagiques. — Année 1902

MOIS.	Température air.	Température eau.	Transparenc.	Temps.	DOSES DE PLANCTON	
					Brut.	Par mètre ²
25 janvier . . .	6°	5.2	10 ^m 20	Couvert	0.04	1.056
4 février . . .	2°	6.6	9 ^m 50	Neigeux	0.05	1.320
23 mars . . .	4°	5.7	9 ^m	Pluvieux	0.05	1.320
12 avril . . .	15.5	7.7	4 ^m 50	Nuageux	0.30	7.920
17 mai . . .	16°	10.7	3 ^m 50	Nuageux	0.29	7.656
5 juin . . .	20°	15.7	4 ^m 70	Clair	0.27	7.128
30 juillet . . .	23°	20.2	5 ^m 80	Très beau	0.16	4.224
août . . .	—	—	—	—	—	—
29 septembre . .	17°	13.7	7 ^m 50	Pluvieux	0.04	1.056
9 octobre . . .	12°	10.7	8 ^m 70	Nuageux	0.06	1.584
6 novembre . . .	10.5	6.2	8 ^m 90	Nuageux	0.05	1.320
17 décembre . .	3.1	1.5	9 ^m 60	Pluvieux	0.03	0.792



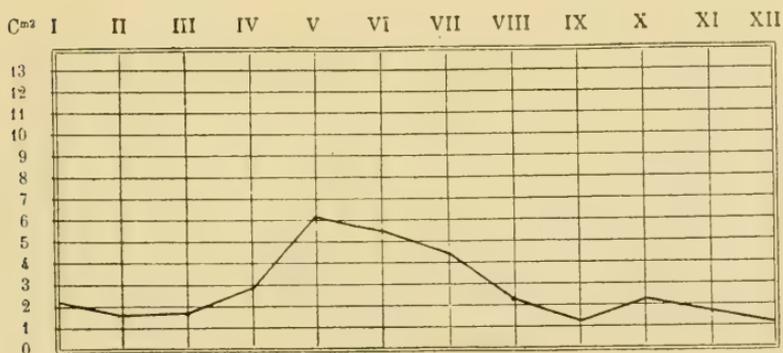
Pêches pélagiques. — Année 1903

MOIS.	Température air.	Température eau.	Transparence.	Temps.	DOSES DE PLANCTON	
					Brut.	Par mètre ²
13 janvier . . .	2°	0.3	10 ^m 20	Neigeux	0.05	1.320
9 février . . .	6.5	5.2	9 ^m 80	Clair	0.06	1.584
11 mars . . .	8°	5.7	8 ^m	Beau	0.09	2.376
19 avril . . .	7°	6.5	6 ^m 50	Beau	0.14	3.696
6 mai . . .	17°	8.5	5 ^m 80	Pluvieux	0.21	5.544
20 juin . . .	16°	16.5	6 ^m	Pluvieux	0.22	5.808
30 juillet . . .	18°	20°	6 ^m 50	Pluvieux	0.20	5.280
août . . .	—	—	—	—	—	—
28 septembre . .	23°	17.6	7 ^m 3	Beau	0.13	3.432
15 octobre . . .	18°	16.2	7 ^m 10	Pluvieux	0.09	2.376
6 novembre . . .	9°	13°	9 ^m 2	Nuageux	0.04	1.056
10 décembre . .	5°	7.2	9 ^m 4	Pluvieux	0.06	1.584



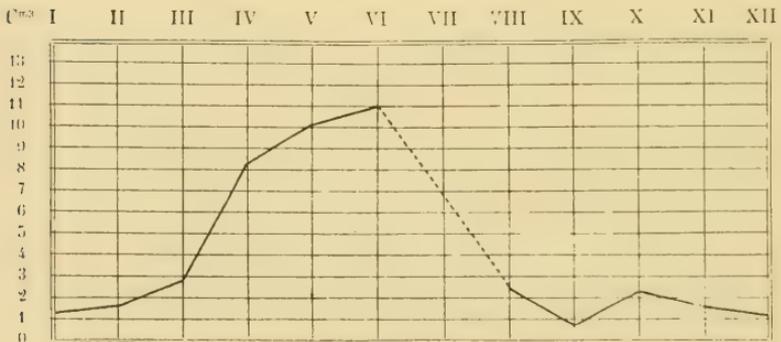
Pêches pélagiques. — Année 1904

MOIS.	Température air.	Température eau.	Transparence.	Temps.	DOSES DE PLANCTON	
					Brut.	Par mètre ²
18 janvier . . .	3°	5°5	9 ^m 50	Beau	0.08	2.112
3 février . . .	3°	4°5	10 ^m 40	Nuageux	0.07	1.848
12 mars . . .	11°	6°2	10 ^m	Nuageux	0.07	1.848
8 avril . . .	12°	7°5	8 ^m 20	Nuageux	0.11	2.904
11 mai . . .	13°	11°	6 ^m 10	Couvert	0.23	6.072
15 juin . . .	22°	19°	6 ^m 50	Beau	0.21	5.544
30 juillet . . .	26°	22°7	6 ^m 80	Beau	0.18	4.752
1 ^{er} août . . .	29°	23°	7 ^m 70	Beau	0.09	2.376
28 septembre .	19°	16°7	8 ^m 30	Nuageux	0.05	1.320
22 octobre . .	15°	13°6	7 ^m 80	Beau	0.08	2.112
12 novembre .	11°	12°3	9 ^m	Nuageux	0.07	1.848
17 décembre .	5°2	7°2	9 ^m 10	Beau	0.04	1.056



Pêches pélagiques. — Année 1905

MOIS.	Température air.	Température eau.	Transparence.	Temps.	DOSES DE PLANCTON	
					Brut	Par mètre ³
30 janvier . .	1°9	4°7	9 ^m 80	Couvert	0.05	1.320
12 février . .	1°2	4°3	9 ^m	Clair	0.06	1.584
21 mars . . .	8°9	5°7	7 ^m 80	Beau	0.11	2.904
7 avril . . .	6°7	8°2	7 ^m 10	Clair	0.31	8 184
14 mai . . .	12°	11°7	4 ^m 90	Couvert	0.38	10.032
19 juin . . .	19°	14°2	5 ^m	Couvert et pluie	0.42	11.088
juillet . . .	—	—	—	—	—	—
2 août . . .	23°	21°5	8 ^m 20	Couvert	0.09	2 376
30 septembre .	12°8	17°6	9 ^m 50	Nuages et pluie	0.03	0.792
17 octobre . .	8°5	12°8	8 ^m 40	Beau	0.09	2.376
20 novembre .	5°2	8°7	9 ^m 10	Brouillard	0.07	1.848
7 décembre .	4°	7°5	9 ^m 70	Couvert	0.06	1.584



B. — La transparence

On a vu que dans une colonne des tableaux précédents, la transparence évaluée par la limite de visibilité d'un corps éclairé descendu dans la profondeur (par le disque de Secchi) avait été soigneusement notée au cours de chacune des pêches mensuelles. Il y a, en effet, une relation très nette entre cette propriété de l'eau et les variations du plancton. L'opacité ou la transparence sont dues à la plus ou moins grande abondance des minuscules éléments en suspension dans le liquide et sont fonction de la vie animale ou végétale et de la multiplicité des organismes.

Tableau de la transparence observée de 1895 à 1905

MOIS	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Année 1895	10 ^m 5	7 ^m 50	8 ^m	7 ^m	5 ^m 5	4 ^m 5	5 ^m	»	6 ^m 5	6 ^m 5	9 ^m	9 ^m
„ 1896	8 ^m 75	8 ^m 50	8 ^m	7 ^m 50	6 ^m	5 ^m	5 ^m	5 ^m 5	6 ^m	6 ^m 5	8 ^m 5	9 ^m
„ 1897	7 ^m 2	9 ^m 5	9 ^m 2	6 ^m	4 ^m 5	5 ^m 3	5 ^m	4 ^m 5	4 ^m 3	8 ^m 2	7 ^m 5	8 ^m 1
„ 1898	10 ^m	11 ^m	9 ^m 5	7 ^m	3 ^m 5	4 ^m	5 ^m	»	5 ^m 5	8 ^m	8 ^m 5	11 ^m
„ 1899	7 ^m 5	8 ^m	7 ^m	6 ^m 5	4 ^m 5	5 ^m 2	5 ^m 5	»	7 ^m 5	6 ^m 5	6 ^m 7	8 ^m
„ 1900	9 ^m 9	8 ^m 7	8 ^m 4	6 ^m 5	5 ^m 7	5 ^m	5 ^m 9	6 ^m 6	7 ^m 1	8 ^m 6	9 ^m 4	10 ^m 1
„ 1901	10 ^m 70	11 ^m	6 ^m 8	7 ^m 5	6 ^m	4 ^m 5	5 ^m 5	»	6 ^m 5	7 ^m	8 ^m 2	9 ^m
„ 1902	10 ^m 2	9 ^m 5	9 ^m	4 ^m 5	3 ^m 5	4 ^m 7	5 ^m 8	»	7 ^m 5	8 ^m 7	8 ^m 9	9 ^m 6
„ 1903	10 ^m 2	9 ^m 8	8 ^m	6 ^m 5	5 ^m 8	6 ^m	6 ^m 5	»	7 ^m 3	7 ^m 1	9 ^m 2	9 ^m 4
„ 1904	9 ^m 5	10 ^m 4	10 ^m	8 ^m 2	6 ^m 1	6 ^m 5	6 ^m 8	7 ^m 7	8 ^m 3	7 ^m 8	9 ^m	9 ^m 1
„ 1905	9 ^m 8	9 ^m	7 ^m 8	7 ^m 1	4 ^m 9	5 ^m	»	8 ^m 2	9 ^m 5	8 ^m 4	9 ^m 1	9 ^m 7
Totaux . . .	104 ^m 25	103 ^m	91 ^m 7	74 ^m 3	56 ^m	55 ^m 7	56 ^m	32 ^m 5	76 ^m	83 ^m 3	94 ^m	102 ^m
Moyennes décennales .	9 ^m 48	9 ^m 35	8 ^m 34	6 ^m 75	5 ^m 09	5 ^m 06	5 ^m 6	6 ^m 5	6 ^m 91	7 ^m 57	8 ^m 55	9 ^m 27

Il résulte de ces observations qu'une variation saisonnière très marquée existe pour la transparence.

La plus forte limite de visibilité constatée est de 11^m10 en février 1898, la plus faible de 3^m5 en mai 1902 (1). On voit par comparaison, à la lecture des tableaux annuels, que le 22 février 1898 la quantité de plancton par mètre carré est très faible = 0.792 cm³ et que le 17 mai 1902 le maximum annuel est atteint avec 7.656 cm³.

La transparence est plus grande en hiver qu'en été. La moyenne déduite de la période décennale est de 8^m76 d'octobre à mars et de 5^m98 d'avril à septembre.

L'écart des limites de visibilité entre les périodes froide et chaude de l'année est moins considérable dans le lac d'Annecy que dans le Léman où FOREL a trouvé (2) comme moyenne, d'octobre à avril, 12^m5 et de mai à septembre 7^m3.

Les maxima du printemps et du commencement de l'automne sont dus au développement des organismes qui se multiplient à ces époques de l'année. L'abondance du plancton et la transparence varient en raison inverse. (V. graphique.)

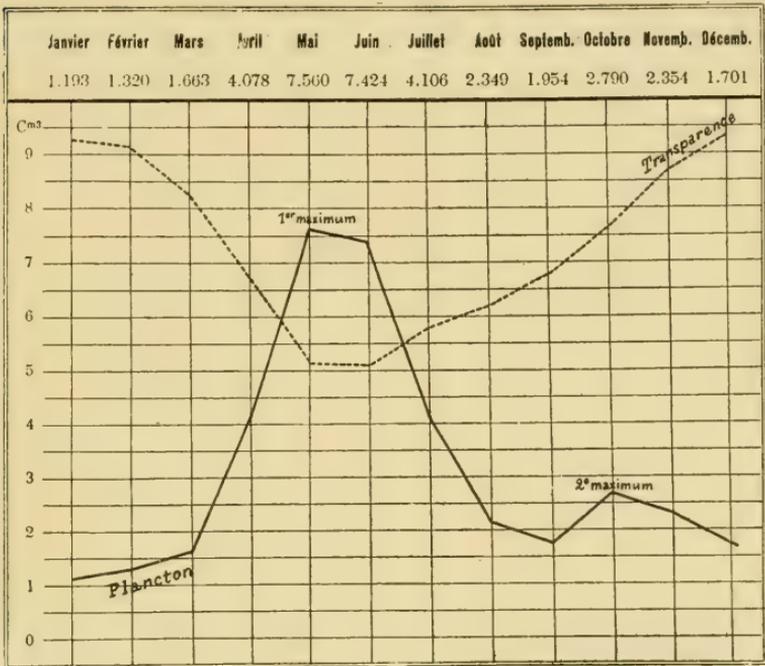
(1) DELEBECQUE (*Les Lacs français*, p. 176) a constaté qu'au milieu du Grand Lac la transparence variait entre le minimum de 6^m30 (10 mai 1890) et le maximum de 13 mètres (14 février 1894); en outre qu'en deux jours, à la fin de juin 1890, elle tombait de 6^m50 à 2^m50 à la suite de pluies torrentielles.

(2) FOREL, *Le Léman*, t. II, p. 421.

COURBES RÉCAPITULATIVES

de la variation quantitative du Plancton et de la transparence

Les quantités totalisées par mois pendant onze années consécutives donnent le schéma général de l'allure des variations planctoniques de 1895 à 1905 :



Moyenne	}	Hiver : janvier, février, mars	1.390
		Printemps : avril, mai, juin	6.354
		Été : juillet, août, septembre.	2.803
		Automne : octobre, novembre, décembre.	2.280

V

BIOLOGIE DU PLANCTON

A. — Variations diurnes et nocturnes du Plancton

En ce qui concerne les variations diurnes et nocturnes du plancton, je n'ai à fournir que trois observations : l'une allant de 8 h. du matin à 9 h. du soir, les deux autres allant de 8 h. du matin jusqu'à la nuit (9 h. du soir), pour être reprises à 4 h. du matin. A ce dernier moment la partie explorée du lac, entre Annecy et Chavoire, n'était pas encore atteinte par les rayons du soleil levant.

La pêche a été effectuée en tirant le filet horizontalement, pendant dix minutes, à la surface et à 20 mètres de profondeur.

2 juillet 1897. — Petite brise et beau soleil, température de l'eau : 21°; le temps se couvre à partir de 9 h. du soir.

Surface	8 h. M.	4 cm ³ 4	à 20 mètres	0 cm ³ 5
	10 h.	4 4		0 2
	Midi.	2 6		0 8
	4 h. S.	3 7		1 2
	9 h. S.	5 2		1 9
(3 juillet)	4 h. M.	4 7		2 1

L'examen de la courbe de surface montre que la quantité de plancton diminue à midi, moment où le soleil est très brillant, pour augmenter à 4 h. et atteindre son maximum à 9 h. du soir. Une légère diminution est constatée à 4 h. du matin.

La courbe à 20 mètres donne une quantité beaucoup moindre et montre un fléchissement vers 10 h. du matin pour reprendre une ascension continue jusqu'au matin.

22 juin 1899. — Pluie à 10 h. du matin, tempér. de l'eau 17°.

Surface	8 h. M.	3 cm ³ 9	à 20 mètres	1 cm ³ 4
	10 h.	3		1 6
	Midi.	4 1		1 7
	4 h. S.	4 3		2 1
	9 h. S.	4 8		2 5

4 h. m.

9 h. s.

4 h. s.

midi.

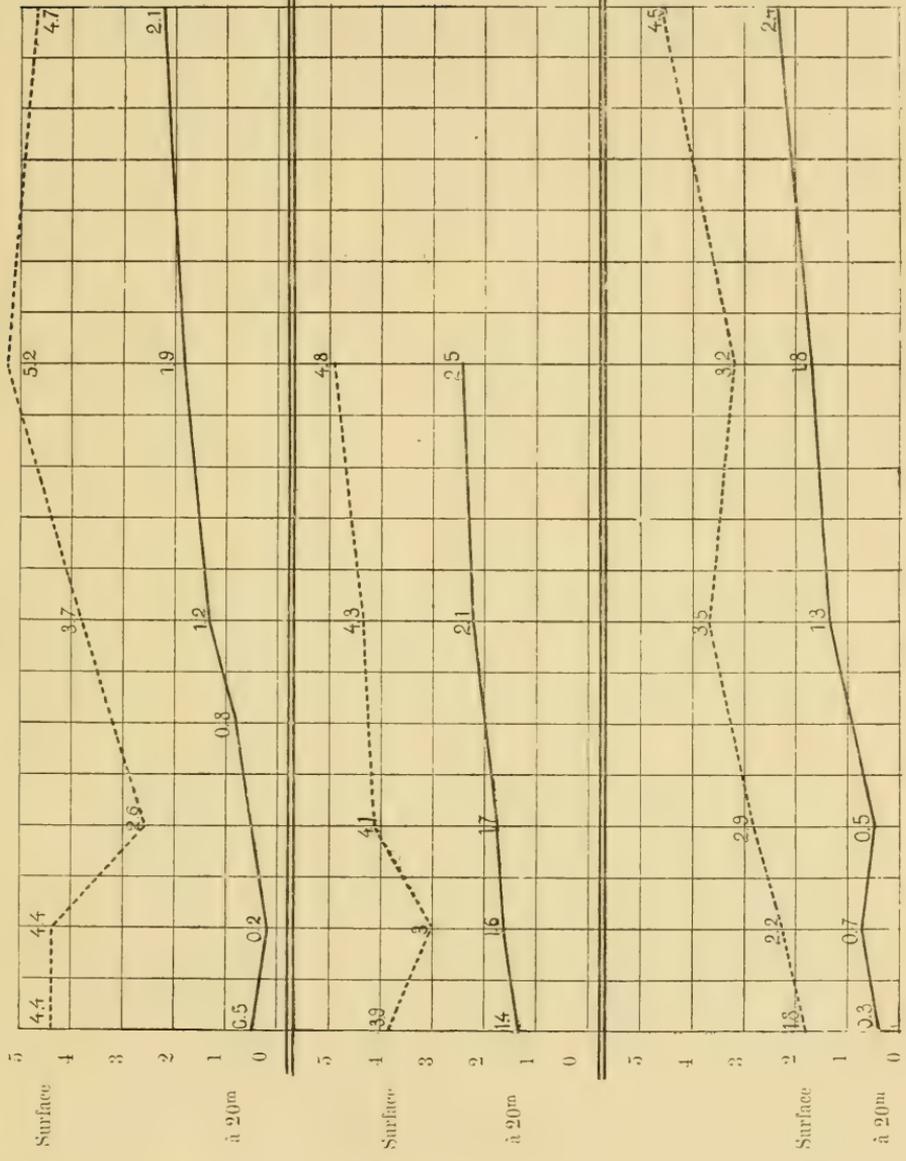
10 h. m.

8 h. m.

2 juillet 1897
 l'empire 21°, vent
 faible, beau soleil,
 temps couvert à
 partir de 9 h. soir.

22 juin 1899
 l'empire 17°, pluie
 à 10 h. du matin.

11 juillet 1900
 l'empire très beau,
 soleil légèrement
 couvert à midi,
 beau clair de lune
 le soir.



Courbes des variations diurne et nocturne du Plankton.

La courbe de surface indique une diminution pendant la pluie, à 10 h. du matin, puis une augmentation continue, mais extrêmement faible, jusqu'à 9 heures du soir. La courbe de profondeur marque un léger accroissement continu.

11 juillet 1900. — Temps très beau, ciel clair, le soleil se couvre légèrement à midi. Pendant la nuit, beau clair de lune.

Surface	8 h. M.	1 cm ³ 8	à 20 mètres	0 cm ³ 3
	10 h.	2 . 2	" "	0 7
	Midi	2 9	"	0 5
	4 h. S.	3 5	"	0 . 3
	9 h. S.	3 2	"	1 8
(12 juillet)	4 h. M.	4 5	"	2 4

La courbe est ascendante avec une faible quantité de plancton jusqu'à 4 heures du soir; elle redescend un peu pendant la période d'éclairement de la lune pour recroître et atteindre son maximum à 4 heures du matin. La courbe profonde accuse une diminution à midi avec remontée lente vers le maximum à 4 heures du matin.

Il résulte de ces observations que la migration verticale des organismes est évidente dans le cours d'une journée.

Des variations quantitatives s'affirment avec des différences notables pour le jour et pour la nuit.

En moyenne, la courbe est ascendante depuis midi jusqu'à la nuit.

La période d'éclairement, soit par le fait du soleil, soit par celui de la pleine lune, détermine une descente du plancton dans la profondeur. Celui-ci est à peine influencé dans les couches profondes, mais il a cependant une tendance à remonter vers la surface en raison directe de l'affaiblissement de la lumière.

Le rafraîchissement de température causé par la pluie semble avoir également une certaine influence sur la migration des organismes, qui n'est d'ailleurs pas troublée par l'agitation de l'eau produite par le vent.

B. — Distribution spécifique du plancton

Sans vouloir préciser d'une façon rigoureuse, ce qui d'ailleurs serait illusoire, le mode de distribution d'éléments essentiellement mobiles et soumis à l'action d'agents complexes, on peut établir cependant dans ses grandes lignes la répartition des organismes qui composent le plancton.

Pendant le jour, à partir du rivage sur toute la beine, les premiers coups de filet ramènent des *Copépodes* et des *Calanides* dominants à la surface et mêlés à une faible quantité de *Cladocères*. En profondeur de 5 à 20 mètres, on trouve, très rares, *Cladocères* et *Copépodes*.

A mesure qu'on s'avance vers le large, les *Cladocères* diminuent et on n'en trouve presque plus dans une zone où abondent les Péridiniens (*Ceratium*, *Dinobryon*) et les Diatomées pélagiques (*Asterionella*, *Cyclotella*, *Fragilaria*).

Le plancton se raréfie; les *Rotateurs*, êtres pélagiques par excellence, deviennent dominants, et plus au large il y a abondance de *Botryococcus* et d'*Anabaena*, se cantonnant à une faible distance au-dessous de la surface. La faculté hydrostatique de ces Algues les maintient exactement à la surface dans une eau absolument calme, mais elle est entravée par la plus faible agitation des eaux. Il en est de même des Phéophycées, ce qui fait que si l'on veut recueillir du phytoplancton, il est nécessaire de traîner le filet à la profondeur optima de 50 centimètres. Ces algues sont très abondantes pendant le jour.

À la fin de la journée, près du rivage, la distribution des organismes change. Les *Cladocères* deviennent dominants; les *Copépodes*, mêlés à quelques *Rotateurs*, sont plus disséminés.

Pendant la période d'obscurité, à partir de 9 heures du soir, le plancton augmente. Les *Copépodes* diminuent et ce sont les *Cladocères* qui montent à la surface, mêlés aux *Leptodora*, qui apparaissent seulement à ce moment. Je n'ai jamais rencontré ces dernières pendant le jour.

Les *Copépodes* et *Calanides* sont mêlés à une quantité innombrable de larves de Crustacés à divers stades de développement. Les *Asterionella*, *Fragilaria*, *Ceratium*, *Dinobryon* dominent. *Botryococcus* et *Anabaena* sont rares. J'ai constaté,

de même que BLANC (1) pour le Léman, une extraordinaire multiplication de ces organismes qui se développent pendant la nuit. Il faut donc attribuer, avec l'auteur précité, l'augmentation du plancton superficiel, à ce moment, à ce fait que les *Ceratium* se multiplient avec intensité pendant la nuit, en même temps que les Nauplius se transforment en Copépodes.

Avant le lever du soleil, à 4 heures du matin, les *Copépodes* et *Calanides* redeviennent dominants à la surface.

C. — Résultats des recherches planctoniques

De l'examen des tableaux précédents, on peut déduire un certain nombre de faits bien établis.

La quantité de plancton varie dans le cours d'une même année.

Il existe deux maxima très inégaux qui s'introduisent dans les limites d'avril à juin pour le plus fort et de novembre à décembre pour le plus faible.

Le graphique récapitulatif des onze années montre le premier maximum en mai, le deuxième en octobre.

Toutes choses égales d'ailleurs le développement du plancton marche avec le réchauffement progressif de l'eau jusqu'à une certaine limite, tandis qu'en deçà de la limite inférieure atteinte par le décroissement autumnal de la température, la multiplication des organismes semble être moins active.

L'époque des maxima pour chaque année peut se déplacer.

Variations des maxima

	1 ^{er} MAXIMUM	2 ^e MAXIMUM	VALEUR	Totaux annuels de plancton cm ³
1895 . .	Juin . . .	Novembre . .	Très inégaux . .	50.952
1893 . .	Juin . . .	Octobre . . .	Très faibles . . .	34 320
1897 . .	Mai	Octobre . . .	Très inégaux . . .	38 808
1898 . .	Mai	Octobre . . .	Presque égaux . .	28.084
1899 . .	Mai	Novembre . .	Très inégaux . . .	41.676
1900 . .	Juin	Décembre . .	Faibles et inégaux	35.640
1901 . .	Juin	O	—	30.360
1902 . .	Avril	Octobre . . .	Le 2 ^e très faible.	35.376
1903 . .	Juin	Décembre . .	Le 2 ^e très faible	34.056
1904 . .	Mai	Novembre . .	Très faibles . . .	33.592
1905 . .	Juin	Octobre . . .	Très inégaux . . .	44.090

(1) H. BLANC, « Le plancton nocturne du Léman », *Bulletin de la Soc. vaudoise*, XXXIV, n° 128, 1898.

La quantité de plancton varie d'une année à l'autre et on voit qu'au total il y a eu, par exemple, deux fois plus de plancton en 1895 qu'en 1898.

Si l'on examine le tableau de l'année 1898, on constate que la température de l'eau a été moins élevée presque pour chaque mois que dans les autres années, que les jours d'expérience ont été pluvieux ou neigeux. Il y a donc une relation évidente entre la température et l'abondance du plancton.

La comparaison des moyennes donne pour le plancton un minimum de $1\text{cm}^3 390$ pendant les mois d'hiver et un maximum de $6\text{cm}^3 354$ pendant ceux du printemps. Cette quantité est beaucoup plus faible que dans le Léman pour les mois correspondants.

Les maxima correspondent à la prolifération de certaines espèces, par exemple :

Le 25 juin 1895, le chiffre s'est élevé à 10,560, à cause de l'abondance de *Cyclops strenuus*; le 15 juillet 1896, la quantité de plancton (4,224) est due à la multiplication extraordinaire des *Ceratium*; le 15 avril 1900, le chiffre s'élève à 3,432, à cause du pullulement des *Botryococcus*; le 18 janvier 1904, c'est la quantité prodigieuse de *Dinobryons* qui relève anormalement le chiffre du dosage à 2,112.

Le plancton n'est pas uniformément réparti à toutes les profondeurs. Abondants à la surface, les organismes se raréfient à mesure que la profondeur augmente, et à partir de 30 ou 35 m. les quantités ramenées par le filet sont inappréciables.

Le plancton est plus abondant par temps couvert au large et il est en plus grande quantité à la surface au-dessus d'une faible couche d'eau qu'au large.

Près du bord, la densité des organismes est forte pendant les mois de mars et d'avril; elle diminue en été. Toutefois, à cette dernière période le plancton est toujours massé en plus grande quantité près du rivage, tandis qu'il est raréfié au large. Ces derniers résultats concordent avec ceux de PITTARD (1), mais sont en désaccord avec les faits établis par BLANC (2) pour les lacs suisses.

Les organismes sont inégalement répartis dans les couches

(1) E. PITTARD, « Sur le plancton des lacs de Joux ». *Arch. des sc. phys. et nat. de Genève*, 4^e pér., III, 1897.

(2) H. BLANC, « Distribution horizontale et verticale du Plancton ». *Arch. des sc. phys. et nat. de Genève*, nov. 1895, p. 460.

superficielles. Ils peuvent s'accumuler en certains endroits et former des essaims très localisés : « Chemins d'animaux de Graeff ». Je n'ai pu, jusqu'à présent, déterminer les causes de ce phénomène.

Enfin le plancton est soumis à des migrations verticales assez nettes. — Lorsque le soleil brille ou par un beau clair de lune, la quantité diminue; elle augmente d'autre part pendant les nuits obscures. Le gros plancton : *Leptodores*, grands *Cladocères*, *Daphnella*, est à peu près absent de la surface pendant le jour; il remonte des profondeurs pendant la période d'obscurité.

Incertitude des observations planctoniques.

En résumé, dans l'état actuel de nos connaissances, il règne encore beaucoup d'obscurité sur les causes qui produisent les irrégularités considérables constatées dans les allures des organismes flottants.

Après des recherches poursuivies pendant une longue période, je n'arrive à enregistrer qu'un certain nombre de conclusions sans pouvoir expliquer les phénomènes observés.

Les faits sont en eux-mêmes parfois très déconcertants.

Les différences morphologiques saisonnières, la périodicité des espèces sont des résultats bien établis, mais les variations quantitatives du plancton présentent de tels écarts qu'il est difficile d'en déduire des lois.

En somme, les conditions d'apparition et de développement des organismes sont soumises à des facteurs d'essences très différentes, biologiques ou physiques, dont les effets se combinent et se pénètrent à l'infini et ces variations sont fonction d'éléments et d'énergies que nous ne savons jusqu'à présent déterminer.

Je ne pourrai qu'adopter la conclusion qu'un certain nombre de limnologues ont énoncée à la suite de leurs travaux.

Les études planctoniques, — et j'ajouterai par expérience même poursuivies sans interruption pendant une série d'années — sont un peu illusoire et jusqu'à ce jour ont été assez infructueuses. Il faut trouver une autre voie dans ce champ d'expériences, afin d'éviter les déboires et les mécomptes dans lesquels les procédés exclusifs de la mensuration du plancton nous ont entraînés.

* Nos notions actuelles, a dit YUNG (1), sur les variations sai-

(1) E. YUNG, « Variations quantitatives du plancton dans le lac Léman ». *Arch. des sc. phys. et nat. de Genève*, 15 août 1902, p. 130.

sonnières du plancton reposent sur des recherches fragmentaires s'étendant soit à un certain nombre de mois de l'année, soit à une année entière, mais jamais à une série d'années. La hâte que l'on met généralement à publier des résultats incomplets obtenus par des méthodes différentes encombre la littérature planctonique de documents sans portée. Il est inutile de continuer à se faire des illusions à cet égard. »

Je crois avoir répondu au désir exprimé par le naturaliste genevois en poursuivant mes observations pendant une période plus que décennale. Les résultats obtenus n'ont pas été proportionnés à l'effort et j'en arrive à être convaincu qu'en ce qui concerne les lois déterminantes des variations du plancton, il est impossible, à l'heure actuelle, de démêler un fil conducteur qui permette de les dégager de l'ensemble complexe des influences physico-chimiques ou climatiques auxquelles sont soumis les organismes. — Je me suis borné à enregistrer des faits. Peut-être l'espoir subsiste-t-il que de la multiplicité des observations et de la coordination des matériaux accumulés sortira un jour une explication satisfaisante de ces phénomènes très attachants de biologie générale qui, jusqu'à présent, n'ont pas laissé pénétrer leur secret.

D. — **Éléments de la variation des espèces**

La température

La température a une certaine influence sur la variation morphologique ou la périodicité de certains végétaux ainsi que sur l'époque de leur multiplication ou de leur diminution.

Ceratium cornutum par exemple apparaît en hiver.

Ce Péridinien est, par contre, extrêmement rare pendant les mois chauds de l'année. — Cette forme a-t-elle une véritable valeur spécifique ou bien n'est-elle que la physionomie dimorphique d'une espèce modifiée par l'action d'un facteur thermique ?

C. *Cornutum* montre un corps trapu, ramassé, muni de courts prolongements et offre une surface plus réduite que *C. hirundinella*, dont les cornes longues et très déliées favorisent la flottaison en multipliant la surface dans un milieu d'une densité moindre, puisque ce dernier offre son maximum en été.

C. Cornutum apparaît donc naturellement pendant l'hiver avec des propriétés hydrostatiques adéquates à un milieu plus froid et plus dense et n'ayant pas besoin de développer une grande surface. Il disparaît ou regagne les profondeurs pendant les mois d'été.

Pour *C. hirundinella*, la forme à deux cornes parallèles courtes et épaisses est probablement une variété saisonnière du type, car je l'ai toujours rencontrée pendant les mois de janvier, février et mars.

Une adaptation analogue se constate chez certaines Diatomées pélagiques. *Asterionella gracillima* est plus grêle en été qu'en hiver, pas d'une façon absolue, mais c'est un fait général (fig. 6-3). Sa forme se rapproche de celle d'*A. gracillima* var. *gracilior* Chodat, du Léman (1).

La longueur de ses frustules est de 89 à 90 μ ; ceux-ci s'organisent en étoiles dont les rayons sont en nombre supérieur à 8 (mai à juillet).

Depuis la fin d'octobre et pendant les mois d'hiver, la longueur des rayons est moindre; elle ne dépasse pas 68 μ . et leur épaisseur est sensiblement plus considérable (fig. 6-1).

C'est pendant la saison froide que l'on rencontre plus spécialement la disposition spiralée (fig. 6-2) ou du moins l'accolement plus serré des frustules se groupant suivant une surface gauche (2). Voilà encore un fait d'adaptation à un milieu plus froid et plus dense.

On ne rencontre pas dans le lac d'Annecy *Tabellaria fenestrata* dans la disposition très régulièrement étoilée qu'elle prend au lac de Zurich (3), mais nos Tabellaires ont cependant en hiver une tendance à organiser leurs frustules en rayons par 3 ou 4 (fig. 6-4-5) donnant ainsi une forme pseudo-asterionelloïde.

En été, à cause de la plus faible densité de l'eau, ces Diatomées pélagiques se disposent en chaînes plus ou moins sinueuses.

(1) CHODAT, *Études de biologie lacustre*, p. 22.

(2) L'existence d'une Asterionelle de taille très réduite, rencontrée par PITTARD dans les eaux très froides du Daubensee, à 2,174 m. d'altitude, vient encore confirmer ce fait de la variation individuelle de cette Diatomée pélagique en fonction de la température du milieu où elle vit.

(3) C. SCHROETER, *Die Schwebeflora unserer Seen*, taf. 1, fig. 34.

Les *Cyclotelles* organisent leurs colonies en bandes très longues, sortes de chapelets inclus dans une gelée qui est éminemment favorable à leur flottabilité.

Dans un lac de type tempéré comme celui d'Annecy, où la

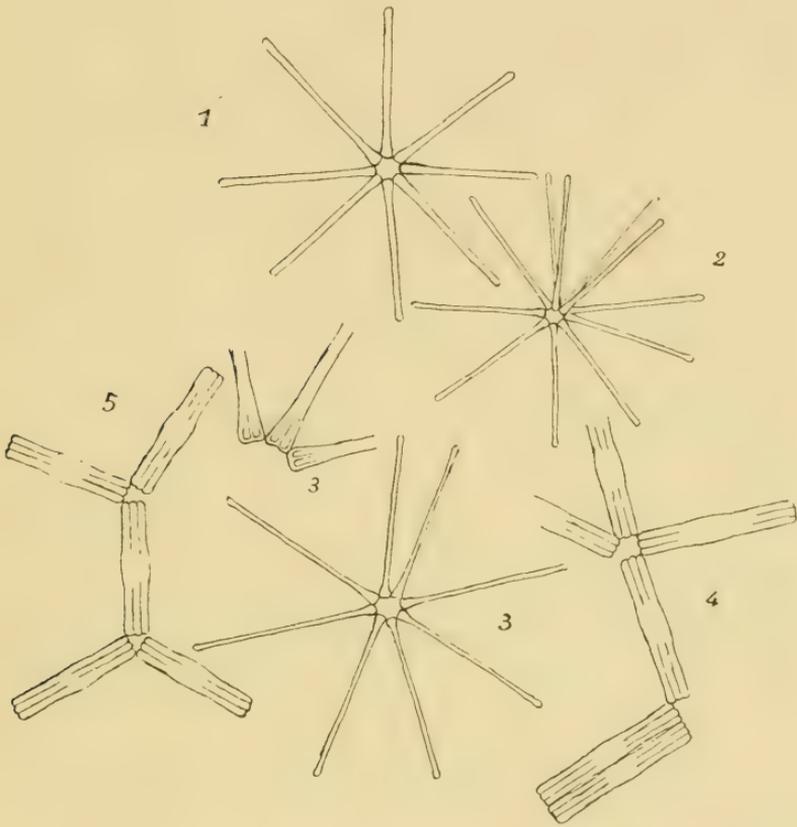


Fig. 6. — Variations saisonnières d'*Asterionella gracillima*, fig. 1, forme d'hiver, long. des ray. = 64 μ ; fig. 2, forme spiralée; fig. 3, forme d'été (forma *gracilior* Chodat) long. des ray. = 89 μ . — Fig. 4 et 5, *Tabellaria fenestrata* montrant la tendance à l'arrangement asterionelloïde pendant l'hiver.

température de l'eau ne descend jamais bien bas, ces Diatomées n'éprouvent pas le besoin de condenser leurs bandes en spirales surbaissées comme les individus du lac de Zoug.

Les colonies de *Fragilaria crotonensis* semblent, pour la même raison, formées d'un nombre beaucoup plus considérable d'individus pendant l'été.

Aptitude à la flottaison

Les *Tabellaria* sont admirablement adaptés à la flottaison, à cause de la plus grande surface qu'elles peuvent développer par la disposition de leurs frustules et aussi à la faveur des petits coussinets de gelée hyaline qui séparent ces derniers. On retrouve le même processus chez *T. flocculosa*.

Les Chlorophycées nettement pélagiques : *Sphaerocystis*, *Oocystis*, etc., sont incluses dans une enveloppe hyaline, sorte de gelée qui augmente le volume de l'algue et la rend plus apte à la vie flottante.

Il faut également citer pour mémoire, les flocons de Conjuguées filamenteuses dont la faculté hydrostatique est favorisée par l'émission des bulles gazeuses résultant de l'activité biologique de ces plantes, ainsi que les plaques d'Oscillaires arrachées au fond et qui montent à la surface en raison de la production de nombreuses bulles d'oxygène.

Les *Anabæna* sont criblées de vacuoles où se développe un gaz que CHODAT a reconnu comme étant une amine (1).

Ce dernier auteur a démontré que les vacuoles d'*Oscillatoria rubescens* contiennent le même gaz (2). Ce sont des conditions éminemment propres à la flottaison.

Les *Botryococcus* secrètent une huile qui imprègne tout le réseau de la colonie. « C'est le seul exemple, dit CHODAT (*loc. cit.*), d'une Algue flottant par ce procédé et s'organisant une demeure aux dépens d'une huile. »

Rôle de la lumière. Moyens de défense contre l'insolation

Si l'énergie solaire est nécessaire à la vie des plantes, les recherches de WIESNER (3) ont montré que les végétaux n'utilisent qu'une certaine partie de la lumière qu'ils reçoivent, soit par la disposition particulière des organes, soit par leur ombre portée.

(1) CHODAT, « Flore pélagique superficielle des lacs suisses et français ». *Bull. de l'herbier Boissier*, t. V, n° 5, p. 311.

(2) CHODAT, « Structure et biologie de deux algues pélagiques ». *Journal de Botanique*, 1896.

(3) WIESNER, « Die heliotropischen Erscheinungen im Pflanzenreich ». *Akad. d. Wiss. zu Wien*, t. XXXIX, II. T.

Il est certain que les algues vertes ne se trouveraient pas bien d'une trop forte insolation et ce fait est surtout très net chez quelques-uns de ces organismes habitués à la vie pélagique, c'est-à-dire vivant dans une région superficielle où aucune fraction de la lumière incidente n'est perdue.

CHODAT (1) avait déjà fait remarquer que l'huile rouge secrétée par *Botryococcus Brauni* n'était pas seulement destinée à faciliter la flottaison de ces algues; cette production concourt surtout, en tant qu'écran coloré, à protéger le végétal contre l'action trop violente de la lumière.

L'expérience m'a prouvé cette assertion, car j'ai pu obtenir des colonies rouges en maintenant des *Botryococcus* verts dans un bocal exposé au soleil pendant tout un mois de juillet.

J'ai d'ailleurs toujours noté exactement l'apparition des *Botryococcus* colorés et mes observations confirment les faits établis par le professeur genevois.

Dans l'été, au lac d'Annecy, les colonies sont rouges numériquement dans la proportion de un tiers. La production du pigment a donc lieu à l'époque où la température de l'eau est très élevée et où l'insolation est la plus forte, deux facteurs qui agissent dans le même sens.

En hiver et au printemps, les *Botryococcus* colorés apparaissent dans les journées très claires et après une période de temps très découverts ou de beau soleil hivernal; les colonies rouges et vertes sont alors en quantité égale.

AMBERG (2) a fait connaître que dans le lac de Muzzano, qui s'échauffe fortement en hiver, on ne rencontre que des *Botryococcus* rouges. Il en est de même pour le *Katzensee*.

Il y a évidemment une relation entre l'élévation de température et la forte insolation, qui agissent dans le même sens (comme c'est le cas pour le lac d'Annecy), de manière à provoquer une réaction de l'organisme en vue de développer des moyens de protection.

Les Phaeophycées (*Ceratium*) sont douées d'une grande facilité de flottaison, à cause de la présence dans ces organismes de

(1) CHODAT, V. dans « Rech. sur la flore superficielle » (*Bull. de l'herbier Boissier*, t. V, n° 5, p. 58) la théorie de cette action physico-chimique.

(2) AMBERG, *Beiträge z. biol. des Katzensesee*, 1900, p. 45.

— « *Biolog. notiz. üb. den Lago di Muzzano* ». *Forsch. aus d. biol. Station zu Plön*, Bd X, 1903.

globules incolores de nature grasseuse. BERGH avait admis une telle composition pour d'énigmatiques taches rouges qui apparaissent à certaines époques de l'année, ainsi que je l'ai constaté maintes fois en été (fig. 4-1, 2, 32).

L'apparition de cette tache rouge, précisément dans les mois où l'insolation est la plus forte, permet de supposer qu'elle joue, comme chez *Botryococcus*, peut-être pour une faible part, le rôle d'un écran protecteur.

E. — Périodicité. Variations saisonnières

Lorsqu'on examine comparativement les captures faites au filet fin aux différentes époques de l'année, on constate qu'à côté d'espèces *permanentes* qui figurent en plus ou moins grande abondance et en tout temps dans le plancton, certaines formes animales ou végétales *temporaires* apparaissent, deviennent progressivement ou parfois brusquement *dominantes* pour disparaître ensuite ou ne laisser subsister que quelques individus *disséminés*.

Il y a donc là des sociétés animales ou des groupes d'associations végétales qui déterminent des physionomies saisonnières.

L'allure de la périodicité est particulièrement intéressante à noter pour le lac d'Annecy, où les recherches ont été poursuivies pendant une longue période.

En ce qui concerne les végétaux, on remarque d'abord que le Phytoplancton est plus riche en hiver qu'en été.

Anabaena circinalis présente son maximum de développement en février et mars.

Oscillatoria rubescens est abondant en hiver et au commencement du printemps.

Ceratium hirundinella présente tout son développement en juin et juillet, avec un deuxième maximum en octobre. Parmi les variations individuelles de cet organisme, le type à deux cornes parallèles se rencontre principalement en février et mars.

C. cornutum est une forme exclusivement hivernale.

Les *Dinobryons* abondent en juin et juillet. Je n'ai constaté qu'une fois le fait anormal de leur extrême multiplication en janvier.

Peridinium tabulatum se rencontre depuis mai jusqu'au commencement de l'automne.

Glenodinium pusillum de juin à fin juillet.

Asterionella gracillima est abondante en avril et mai. Elle diminue en été.

Cyclotella comta présente deux maxima : l'un en février et mars, l'autre en novembre et décembre.

Tabellaria fenestrata est abondante en février et mars.

Synedra delicatissima est pérennante, mais paraît plus fréquente à la fin de l'automne.

Botryococcus Brauni est pérennant, mais surtout abondant en mars et avril, avec un nouveau maximum en octobre.

Sphaerocystis Schroeteri paraît depuis mai jusqu'à la fin de l'automne, toujours disséminée. Cette algue devient rare en hiver.

Pediastrum Boryanum est pérennant, mais semble être plus abondant en automne.

Quant aux Conjuguées filamenteuses, erratiques pour la plupart dans le plancton, leur maximum se place depuis avril et mai jusqu'en automne.

En particulier, *Mougeotia gracillima* se rencontre en tout temps dans les pêches pélagiques.

F. — Les associations végétales saisonnières

Il existe des espèces saisonnières apparaissant sous l'influence de conditions climatiques ou physico-chimiques encore indéterminées, qui constituent des associations composées de formes se groupant pour donner en quelque sorte un faciès *temporaire et variable* à la végétation flottante. Certains types sont en nombre restreint, *disséminés*; d'autres sont *dominants*. Ceux-ci impriment au passage végétal une caractéristique analogue à celle que l'on a décrit sous le terme de *Groupes d'associations* (FLAHAUT) ou dans le cas particulier d'*Associations planctoniques*. On pourrait interpréter ici avec PAVILLARD (1) le Phytoplancton comme un ensemble, nuancé dans sa physionomie par l'intervention de quelques éléments secondaires, décom-

(1) J. PAVILLARD, *Recherches sur la flore pélagique de l'étang de Thau*. Montpellier, 1905, p. 97.

posé ainsi en *sous-formations* chronologiquement enchainées dans un ordre plus ou moins régulier suivant le cours des temps et le caprice des évolutions individuelles ».

Il y a donc lieu de considérer en faisant cadrer nos grandes formations saisonnières avec les sous-formations précédentes :

1° PHYTOPLANCTON D'HIVER (novembre, décembre, janvier, février, mars) caractérisé par les Diatomées dominantes : *Fragilaria crotonensis*, *Cyclotella comta*, *Tabellaria fenestrata*, *Asterionella gracillima* (forme moins grêle à rayons plus courts ; des Périдиниens : *Ceratium cornutum* et des Schizoplycées dominantes : *Anabaena circinalis*, *Oscillatoria rubescens*. (Sous-formation : DIATOMO-SCHIZOPHYCAIE).

2° PHYTOPLANCTON DE PRINTEMPS (avril, mai, juin) caractérisé par la multiplication de *Ceratium hirundinella*, *Asterionella gracillima* dominants ; l'apparition des Dinobryons et de *Botryococcus Brauni* ; la diminution des Diatomées. (Sous-formation : CERATIO-ASTERIONELLAIE.)

3° PHYTOPLANCTON D'ÉTÉ (juin, juillet, août) caractérisé par les Périдиниens dominants : *Peridinium tabulatum*, *Glenodinium pusillum*, *Dinobryon divergens*, *D. cylindricum*, *D. stipilatum* ; Conjuguées filamentenses et Chlorophycées géliées : *Spherozystis* et *Oocystis* disséminées. (Sous-formation : PERIDINO-CHLOROPHYCAIE.)

4° PHYTOPLANCTON D'AUTOMNE (septembre, octobre) caractérisé par *Pediastrum Boryanum* dominant, diminution des Périдиниens et la réapparition des Diatomées pélagiques (*Cyclotella*) qui commencent à redevenir dominantes. (Sous-formation : PEDIASTRO-CYCLOTELLAIE.)

G. — Périodicité du Zooplancton

Les Héliozoaires se rencontrent toute l'année, toujours peu nombreux dans le Plancton.

Les Infusoires semblent présenter un maximum de développement à la fin de l'automne et en hiver, à cause de l'abondance excessive des Diatomées dont ces petits êtres font leur nourriture.

Les Rotateurs existent en toute saison, mais sont plus fréquents à certaines périodes de l'année.

Triarthra longiseta est abondant en hiver. Il atteint son

maximum en février et mars, devient très rare en été, pour reparaitre en octobre.

Polyarthra platyptera est relativement rare. On le rencontre très disséminé d'octobre à mars.

Notholca longispina présente un maximum en mars-avril.

Anuræa cochlearis paraît depuis avril jusqu'en juillet.

Asplanchna priodonta est fréquent de décembre à mars. Il devient rare en été.

Les Entomostracés, qui forment le plancton de grande taille, existent pendant toute l'année, mais en quantités variables et présentant des variations sensibles.

Cyclops strenuus offre son maximum au printemps; il diminue en automne.

C. abyssorum est une forme d'hiver.

Sida cristallina existe en tout temps, mais toujours en petite quantité; elle semble plus fréquente en novembre et décembre.

Daphnella Brandtiana est une forme d'hiver, tandis que *D. brachyura* existe en toute saison.

Bosmina longispina se rencontre toute l'année, mais elle semble présenter un maximum du printemps à l'été.

Daphnia longispina var. *hyalina* est très polymorphe. Dans sa forme type, elle est plus fréquente au printemps et en été. Ses *variétés morphologiques* existent surtout à la fin de l'hiver.

Bosmina longirostris est plus rare et paraît de novembre à janvier.

Pleuroæus excisus et *Pl. hastatus* sont fréquents au printemps.

Chydorus sphaericus se trouve en hiver, mais toujours à l'état disséminé.

Parmi les Calanides, *Diaptomus gracilis* et *D. laciniatus* existent toute l'année, mais le premier semble être beaucoup plus abondant de janvier à mars, tandis que le second offre son maximum au printemps (avril, mai).

En ce qui concerne le zooplancton, on peut en définitive délimiter les groupements saisonniers suivants :

1° PLANCTON D'HIVER : *Triarthra longiseta*, *Polyarthra platyptera*, *Asplanchna priodonta*, *Cyclops abyssorum*, *Daphnella Brandtiana*, les variétés de *Daphnia hyalina*,

Bosmina longirostris, *Chydorus sphaericus*, *Diaptomus gracilis*.

2° PLANCTON DE PRINTEMPS : *Notholca longispina*, *Anuraea cochlearis*, *Bosmina longispina*, *Pleuroxus excisus*, *Pl. hastatus*, *Diaptomus laciniatus*.

3° PLANCTON D'ÉTÉ : *Anuraea cochlearis*, *Cyclops strenuus*, *Diaptomus laciniatus*.

4° PLANCTON D'AUTOMNE : *Infusoires* et à peu près toutes les formes précédentes très disséminées.



VI

LES ASSOCIATIONS LITTORALES

LES MACROPHYTES

Quelques notes sommaires d'herborisations représentent toutes les contributions apportées depuis une cinquantaine d'années à la flore des environs d'Annecy, mais les plantes du littoral du lac ou les vraies Limnophytes n'ont fait l'objet d'aucun travail. Parmi ces dernières, quelques espèces seulement sont citées éparses parmi les listes floristiques (1) (2).

On ne trouve naturellement dans ces articles aucune indication sur le groupement des plantes, la raison de leur habitat et l'influence des stations sur les associations végétales. PUGET seul montre une certaine préoccupation autre que celle d'établir une liste aride et non méthodique des plantes qu'il rencontre en donnant le conseil aux géographes botanistes de s'attacher à la « topographie et à la géologie des espèces ».

Les rapports de la vie végétale avec les conditions fondamentales du milieu et du sol sont cependant des plus intenses et ce n'est que depuis les travaux de HUMBOLDT (1807), MEYEN (1836), DE CANDOLLE (1855), GRISEBACH (1877), WARMING (1895), DRUDE (1897), SCHIMPER (1898), que la géobotanique s'est rapidement développée. En Suisse, BRIQUET, CHODAT; en France, FLAHAUT ont donné une vigoureuse impulsion à cet ordre de recherches et c'est à ce dernier que l'on doit d'avoir, par un essai de nomenclature phytogéographique, apporté une lumineuse clarté dans l'emploi des termes, engagés jusqu'à ce jour dans une synonymie confuse.

Ce sont ces principes qui ont été suivis au cours de ce travail, soit en faisant cadrer la terminologie avec celle employée par

(1) PUGET, « Botanique des environs d'Annecy ». *Bull. de l'Association florimontane*. 1855; Id., « Plantes des environs d'Annecy ». 1856, p. 46.

(2) « C. R. de la session extraordinaire de la Société botanique de France à Annecy ». *Bull. de la Soc. bot. de France*. 1866.

SCHRÖTER et KIRCHNER (1), soit en conservant les divisions établies par MAGNIN (2) dans ses publications limnologiques.

Le terme *zone* a été en particulier introduit dans la nomenclature par MAGNIN, qui en fait usage pour la délimitation des espèces végétales en profondeur (zone des Chara, zone des Potamots). Cette désignation sera maintenue en ne l'admettant que pour décrire la région où la plante croit de préférence (*l'unité topographique*), mais en spécifiant bien que telle espèce peut être remplacée dans sa zone habituelle par telle autre. Par exemple, les Chara, qui croissent sur le talus de la baine jusqu'à une assez grande profondeur, peuvent envahir cette dernière et former des gazons littoraux sous une très faible couche d'eau; il en est de même des Potamots et des Myriophylles, qui, quittant leur zone bathymétrique, peuvent venir végéter tout près du bord.

La nomenclature relative aux unités biologiques se réduct à la notion des *Associations végétales* ou *Groupes d'associations* (FLAHAUT) (3), *FORMATION* (GRISEBACH et SCHIMPER).

La végétation des eaux, celle des marais, celle de la prairie constituent un *type de végétation* : facies du paysage en relation étroite avec le milieu et dépendant des conditions physiques de la station. Ce type de végétation est caractérisé par une *association* ou des *groupes d'associations* (*l'unité biologique*).

Prenons, par exemple, le marais. On y verra des individus d'une seule espèce groupés, les Roseaux, qui se développent en fourré compact pour constituer un association, une formation : la PHRAGMITAIE.

Que les Jones viennent à pénétrer les Roseaux en laissant à l'une ou l'autre des espèces la place prépondérante, nous aurons ainsi un groupement de deux sociétés, l'association des Roseaux et des Jones : la PHRAGMITO-SCIRPAIE. Maintenant que, parmi l'espèce dominante des Roseaux viennent par îlots s'installer les Massettes, que, d'autre part, dans l'intervalle laissé libre entre les tiges aériennes de ces plantes, s'étalent à la surface les Némuphars, un autre groupe plus complexe d'associations se sera établi, imprimant une physionomie particulière à la station et constituant ainsi le type de végétation du marécage.

(1) SCHRÖTER und KIRCHNER, *Die Vegetation des Bodensees*, Lindau, 1896.

(2) A. MAGNIN, *La végétation des lacs du Jura*, 1904.

(3) FLAHAUT, « Essai de nomenclature phytogéographique ». *Bull. de la Soc. languedocienne de géographie*, 1901.

On aura ainsi déterminé dans leurs grandes lignes divers groupes d'associations : la CHARAIE, caractérisée par les Chara ; la POTAMAIE, par les Potamots, les Myriophylles, les Naiades ; la PHRAGMITAIE, par les Roseaux ; la SCIRPAIE, par les Junces ; la CARICAIE, groupement très complexe d'associations où dominent les grands Carex déterminant une MAGNO-CARICAIE, autour desquels viennent se ranger de nombreuses espèces constituant le type de végétation de la prairie humide : les groupes d'associations de la *Molinia caerulea*, du *Schoenus nigricans* et du *Juncus obtusiflorus*.

Il est important de noter que ces groupes d'associations peuvent être remplacés dans leur zone par des associations représentatives (espèces prenant la place de l'espèce type de la formation), par exemple la TYPHIAIE pénétrant la Phragmitaie, à l'exclusion des Phragmites, l'ÉQUISETAIE ou l'HELEOCHARAIE remplaçant les Scirpes, la MOLINAIE ou la BRYOPHYTAIE pouvant se substituer à la Caricaie, représentée seulement par la SAULAIE ou l'AULNAIE (1).

A. — Les zones de végétation

Les associations qui déterminent la physionomie végétale du lac d'Annecy et de ses bords sont disposées en général avec une certaine régularité. Elles enserrant le littoral de plusieurs ceintures dont la continuité n'est pas absolue et qui se pénètrent parfois les unes les autres en s'invertissant très rarement. Mais il existe une condition fondamentale qui détermine le groupement de ces sociétés, c'est l'élément station dépendant du substratum et de la profondeur de l'eau.

Cette répartition est bien caractérisée pour le lac d'Annecy, qui rentre dans le type des lacs véritables, c'est-à-dire d'une étendue et d'une profondeur suffisantes pour que l'action des vagues ait pu déterminer une plate-forme littorale ou beine (2).

La beine est principalement bien développée au Nord, à l'Ouest et au Sud faisant suite à la plaine basse d'Albigny, aux marécages entre Sevrier et Saint-Jorioz (pl. III-2 et pl. IV-1), à la

(1) C'est au moyen de tous ces termes, dus à MAGNIN, que les associations seront désignées.

(2) F.-A. FOREL, *Le Léman*.

partie alluvionnaire comblée par les affluents du lac, l'Ire et l'Eau morte.

Il est à noter de suite que si l'on compare le littoral d'Albigny et celui du Bout du Lac, la beine d'amont est plus riche en associations végétales que la beine d'aval, à cause du voisinage des affluents et peut-être aussi parce que les eaux n'y ont pas encore subi de décalcification.

La Caricaie.

La première de ces zones qui appartient au rivage et s'étend sur la grève émergée et les bords marécageux, est intermédiaire entre les domaines terrestre et lacustre.

Les conditions de milieu y sont très variables. Cette région peut être alternativement émergée aux basses eaux ou inondée pendant les crues. Là, s'organisent les associations de Laïches : la Caricaie, formation assez complexe des terrains littoraux où les espèces palustres plongent leurs racines dans un sol constamment humide.

Les espèces dominantes de grands Carex, justifiant l'appellation de Magno-Caricaie (MAGNIN) pour cette association, sont représentées par *Carex stricta* et *C. paludosa*. Ce dernier, moins fréquent, croit en individus formant des gazons serrés sur le terrain déjà gagné sur l'eau et qui a acquis une certaine stabilité. *C. stricta* se présente sous forme de larges touffes isolées, épaisses et robustes, déterminant une zone littorale ou cordon plus ou moins développé (pl. VI-1).

Cette espèce, aux racines et rhizomes enchevêtrés, consolide le terrain pour y préparer la venue de sociétés qui, telles que *Molinia caerulea*, se groupent en une Molinaie qui joue un rôle actif dans la constitution du marais à graminées et de la prairie humide qui se relie à la Strictaie littorale.

La prairie humide est l'habitat des Aulnes (*Alnus incana* A. *glutinosa*) et des Saules (*Salix alba*, *S. purpurea*, *S. cinerea*, *S. incana*) formant l'association ALNO-SALICAIE prenant place dans la Caricaie ou s'y substituant.

Dans la Caricaie sont disséminés ou associés les éléments suivants : *Stachys palustris*, *Alisma plantago*, *Pedicularis palustris*, *Senecio paludosus*, *Polygonum amphibium* var. *terrestre*, *Sparanium ramosum*, *Carex flava*, *C. Davalliana*, *C. hirta*, *C. maxima*, *C. disticha*, *C. stricta*, *C. paludosa*.

Les espèces végétales qui habitent la prairie humide sont : *Calltha palustris*, *Thalictrum flavum*, (*Euanthe Lachenalii*), *Spirœa ulmaria*, *Epipactis palustris*, *Scabiosa succisa*, *Lysimachia vulgaris*, *Cirsium palustre*, *Angelica sylvestris*, *Lythrum salicaria*, *Galium palustre*, *Hypericum tetrapterum*, *Scutellaria galericulata*, *Mentha aquatica*, *Scrophularia nodosa*, *Juncus obtusiflorus*, *J. conglomeratus*, *J. effusus*, *J. glaucus*, *J. bufonius*, *Scirpus compressus*.

Quelques plantes montagnardes, adaptées à cette basse altitude, s'y reproduisent exceptionnellement par individus isolés. Ce sont : *Tofieldia calyculata*, *Soyeria paludosa*, *Spirœa aruncus*, *Alnus viridis*, *Phyteuma orbiculare*, *Ph. spicatum*, *Gymnadenia odoratissima*, *Campanula rhomboïdalis*, *Astrantia major*, *Ranunculus flammula*, *Orchis simia* (1).

La Bryophytaie.

Dans la Caricaie s'associent fréquemment deux mousses, *Hypnum cuspidatum* et *Climacium dendroides*, mais dans la zone littorale, alternativement émergée et submergée, dans les endroits où les enrochements, les éboulis ou les murs de soutènement des quais empêchent l'extension de la Caricaie, se développe un autre groupe d'associations : la BRYOPHYTAIE. Parmi ces mousses, les unes s'accoutument indifféremment de la sécheresse ou de l'humidité. *Orthotrichum saxatile* Brid. *Hypnum euryngium*. Sch., espèce rare dont les touffes brun jaunâtre sont associées aux feuilles vertes de *Barbula vinealis* Brid., auxquelles se mêlent également les touffes brunes de *Barbula recurvifolia* Sch. = *B. reflexa* Lind., aussi associée à *Eurynchium crassinervum* Tayl.; *Barbula muralis* Tim.; *Bryum argenteum* L.; *Grimmia pulvinata*, Sch.; *G. apocarpa* Hedw. Les autres, franchement hydrophiles, laissent flotter leurs touffes lâches au-dessous de la surface de l'eau, s'accrochent aux cailloux submergés, ou tapissent les cavités ombreuses creusées dans le Roc de Chère, *Fissidens crassipes*, *Cinclidotus fontinaloides*, P. B. *Amblystegium riparium*, Br. = *Hypn. z. distichum*. Boul.; *Funaria hygrometrica*; *Mnium undulatum* Neck.

(1) Ces huit dernières espèces m'ont été obligeamment signalées par M. G. Beauverd, conservateur de l'Herbier Boissier.

Les groupes d'associations suivantes, représentés par des plantes amphibies ou des limnophytes exclusifs, rentrent entièrement dans le domaine lacustre. C'est d'abord la puissante formation de la Roselière (*Rohrsümpfe* de WARMING) qui comprend les sociétés de Scirpes et de Phragmites.

C'est à cet horizon bathymétrique que se développe ce type de végétation particulier des microphytes, constructeurs des tufs lacustres résultant de l'intense décalcification des eaux produite par l'activité biologique de certaines algues Schizophycées, ainsi que nous le verrons dans un chapitre suivant (pl. III-2).

La Scirpaie

L'association de *Scirpus lacustris*, le Jonc des chaisiers, se constitue en zone plus ou moins discontinue qui est presque toujours présente le long du littoral. Elle s'étend jusqu'à la profondeur de 1^m50 au maximum et est habitée par des plantes aux rhizomes traçants qui s'enracinent au fond de l'eau, mais développent à l'air libre leurs tiges et leurs fleurs. La Scirpaie, nettement individualisée au lac d'Annecy, est plus ou moins développée ou réduite et ne manque, pour ainsi dire, que dans les endroits où la côte s'abaisse trop rapidement ou plonge à pic sous les eaux. Elle est, dans la règle, bordée au large par la ceinture des Roseaux.

La Scirpaie peut être envahie par des associations représentatives de plantes telles que *Typha*, *Equisetum*, *Heleocharis*, rarement *Lemna*, qui constituent ainsi une TYPHAIE, une EQUISETAIE, une HELEOCHARAIE, une LEMNAIE. On y rencontre donc les espèces suivantes : *Typha latifolia*, *Equisetum limosum*, *Heleocharis palustris*, *Baldingera arundinacea*, *Iris pseudoacorus*, *Lemna minor*, *Sparganium ramosum*, *S. simplex*, *Hippuris vulgaris*, *Menyanthes trifoliata*, *Trapa natans*, *Roripa amphibia*.

La Phragmitaie

Voici, maintenant, la plus importante association de la Roselière qui occupe des étendues considérables au nord, à l'ouest et au sud du lac, en raison du grand développement de la baine dans ces régions.

Les sociétés de Roseaux *Phragmites vulgaris* (*Arundo*

Phragmites L.) se multiplient en fourrés dans une zone qui ne dépasse pas la profondeur de 3 mètres. Cette espèce, dont les individus atteignent parfois la hauteur de quatre mètres, possède la propriété d'assécher le sol qu'elle occupe en le recouvrant de ses débris et en le transformant peu à peu en prairie marécageuse. Les Roseaux subsistent encore en groupes disséminés sur le sol conquis (pl. VI-2), et leurs tiges brisées apportées au bord par les vagues contribuent aussi (pl. III-2) à la formation d'un cordon littoral de matières organiques décomposées qui servira de substratum à l'établissement de la Strictaie. Cette formation couvre la Beine proprement dite, sur laquelle elle s'étale parfois sur une largeur de 400 mètres.

C'est sur les Roseaux que s'organisent d'autres associations littorales microphytiques formant un enduit glaireux recouvrant leurs tiges au-dessous du niveau de l'eau. On retrouve également sur les Jones ce même enduit brunâtre dont il sera question plus loin.

La Phragmitaie est souvent envahie, dans les anses abritées où l'eau est tranquille, par certaines associations. Ainsi se constituent une NUPIARAIE (pl. V-1), une POLYGONAIE où se groupent les espèces : *Nuphar luteum*, *Nymphaea alba*, *Ranunculus divaricatus*, *R. trichophyllus*, *Hippuris vulgaris*, *Glyceria aquatica*, *Utricularia vulgaris*, *Polygonum amphibium* variété *natans*.

La Potamaie

La région lacustre proprement dite ou zone des eaux profondes est habitée par des plantes essentiellement limnophytes (*Limnées* de WARMING). Quelques-unes élèvent leurs tiges feuillées et leurs fleurs jusqu'à la surface de l'eau et constituent les groupes d'associations des Potamogeton et des Myriophylles. C'est la POTAMAIE ou SUBMERSIPOTAMAIE (MAGNIN). Elle s'étend dans sa situation normale de 4 à 5 mètres de profondeur sur la beine, mais peut aussi se rapprocher du rivage dans les endroits où la profondeur s'affirme rapidement, près des estacades des embarcadères où l'agitation de l'eau causée par le mouvement des bateaux à vapeur contribue à une aération intense. Comme association représentative, on trouve souvent dans cette zone la NAIADAIE.

Les espèces habituelles de la Potamaie sont :

Potamogeton perfoliatus se groupant quelquefois nettement

à l'exclusion des autres espèces pour former une *PERFOLIATI POTAMAIE* (MAGNIN), *P. crispus*, *P. lucens*, *P. nitens*, *P. pectinatus*, *P. pusillus*, *Myriophyllum spicatum*, *M. verticillatum*, *Ceratophyllum demersum*, *Najas major*, *Ranunculus dicaricatus*, *R. trichophyllus*, *Fontinalis antipyretica*.

La Charaie

La végétation des plantes phanérogames est cantonnée au rivage et sur la beine. Mais sur celle-ci, même tout près des bords et descendant sur le talus de la beine jusqu'à la profondeur de 8 mètres, s'installent les associations des Chara en gazons courts et denses. Au delà de cette limite bathymétrique s'arrêtent les macrophytes et la vie végétale n'est plus représentée sur le limon de fond que par des microphytes. Les limites de la Charaie sont, d'autre part, très extensibles, car ces plantes s'accommodent fort bien du peu de profondeur des eaux. On les voit, en effet, en compagnie des Myriophylles envahir toute la beine nord et couvrir de leur tapis, au-dessus duquel s'inclinent dans le sens du courant les longues tiges des Potamots, les émissaires du lac : le Thioux et le Vassé.

On y trouve associés : *Chara foetida* (mêlés aux rares *Nitella flexilis*), *Ch. aspera* Wild var. *curta*, *Ch. ceratophylla*, très abondant, *Ch. gymnophylla* Braun, dans la forme *paragymnophylla* Unger, par laquelle elle se rattache à *Ch. foetida* (feuilles cortiquées ça et là sur leur premier entre-nœud).

B. — Biologie de quelques limnophytes

Nous avons noté que les Jones (*Scirpus lacustris*) peuplent la région du lac comprise entre les Roseaux (*Phragmites vulgaris*) du large et la grève rocailleuse. Ils pénètrent parfois ces derniers en déterminant ainsi un groupe d'associations, la *Phragmito-Scirpaie*. Ce n'est qu'à titre de disposition tout à fait anormale, en regard de ce qui se passe pour les autres lacs, que dans celui d'Annecy la Scirpaie peut se développer en dehors des Roseaux vers le large (1). J'ai longtemps cherché la raison

(1) Cette inversion a été signalée par MAGNIN (loc. cit.) comme fait exceptionnel, aux lacs du Bourget et d'Aiguebelette, ainsi que dans quelques lacs du Jura.

de cette curieuse inversion et ce n'est qu'à la suite de la longue période de sécheresse de l'été et de l'automne 1906, où le niveau du lac a baissé de plus d'un mètre, laissant à découvert de vastes étendues de beine (100 mètres en face de Saint-Jorioz), que j'ai pu

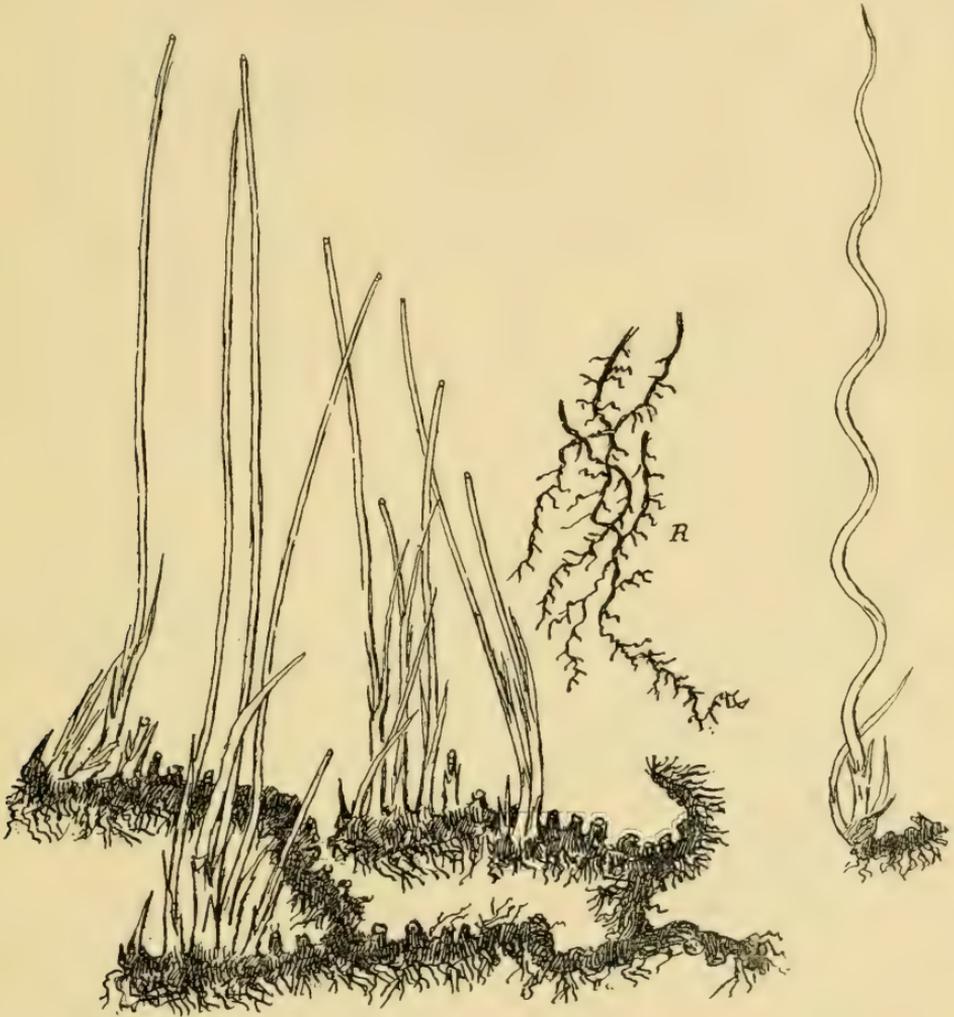


Fig. 7. — Biologie des Juncs. Rhizomes de *Scirpus lacustris*, R. Racines.
A droite, *Sc. lacustris*, variété volubile.

me rendre compte des conditions biologiques qui influent sur la localisation de ces associations (pl. IV-1).

Sur le sol desséché, encombré de cailloux, serpentait le lacin

noir des rhizomes des jones, sigillés de nombreuses cicatrices provenant des anciennes tiges brisées et présentant vers l'extrémité vivante un faisceau de deux ou trois tiges, tandis que le bout du rhizome se relevait en un bourgeon terminal (1) (pl. V-2).

Partout où le sol, soit par le fait de l'érosion qui déblaye les rives, soit par suite de l'établissement d'un cône de déjection torrentiel à gros éléments, est formé d'un cailloutis mélangé de sable et de dépôts détritiques, les Scirpes s'installent à l'exclusion des Phragmites. Ces derniers, au contraire, semblent trouver leur optimum végétatif sur les beines plus ou moins développées où le sol est limoneux et extrêmement meuble.

L'examen comparé de la structure des racines de ces deux plantes donne l'explication des préférences écologiques de celles-ci.

Considérons le rhizome des Jones; il est formé de sortes de longs câbles noueux, souvent anastomosés, de couleur noire, hérissés de toutes parts de *racines relativement courtes, épaisses, robustes, munies de radicelles peu nombreuses* (fig. 7).

Tout autre est l'aspect d'un pied de Roseaux fraîchement extirpé. D'un rhizome de couleur blanche, de consistance faible, muni à l'extrémité d'un bourgeon terminal à écailles minces et souples, se détachent des faisceaux de tiges se ramifiant par le développement de bourgeons basilaires. Des entre-nœuds part un *chevelu de racines munies de radicules secondaires ténues, flexibles, formant dans l'ensemble des touffes très lâches s'échappant latéralement du rhizome*. (fig. 8).

Or, les bords du lac sont en général garnis d'un talus d'éboulis caillouteux. C'est là que se groupent les Scirpes dont les racines courtes et robustes s'introduisent dans les interstices des pierres y trouvant, par adaptation morphologique, des conditions biologiques excellentes.

Plus au large, les cailloux n'existent plus; les matériaux d'alluvion des torrents, superposés par ordre de densité décrois-

(1) Il est à remarquer que les bourgeons des Scirpes et des Phragmites qui se développent normalement l'année suivante, montraient, ainsi que les jeunes tiges de l'année, une foliaison nouvelle d'un vert tendre; le 8 octobre 1906, conséquence de ce fait que ces organes avaient été exondés pendant longtemps.

sante à partir du rivage, ne sont plus composés que de fins limons. C'est un sol des plus favorables pour la végétation des Roseaux, que les racines minces et flexibles pénètrent facilement et qui sont adaptées à la nature meuble du substratum.

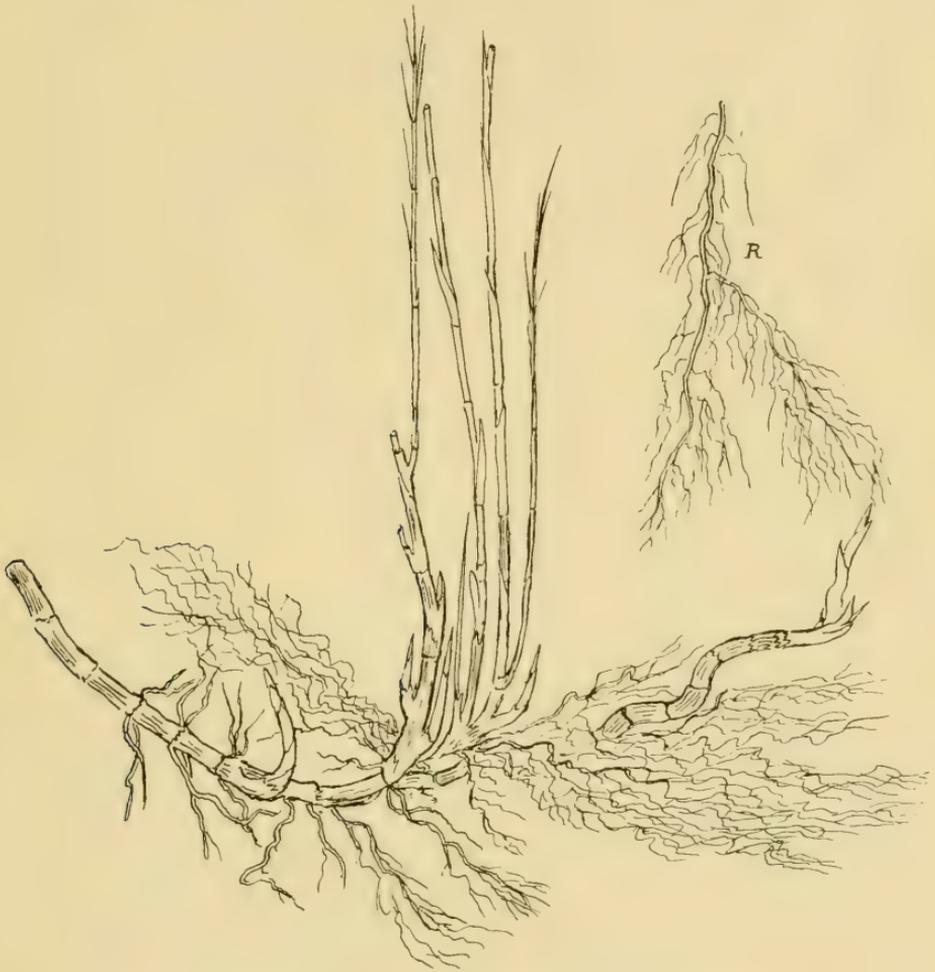


Fig. 8. — Biologie des Roseaux. Rhizomes de *Phragmites vulgaris*.
R. = chevelu des racines.

Dans les fourrés de Scirpes, on rencontre parfois des individus déformés d'une façon curieuse. Cette anomalie consiste chez certains de ces Jones en une torsion spiralée de la tige résultant d'une inégalité de croissance des faisceaux. Les plantes affectées de cette déformation végètent toujours près du bord et ce cas

tératologique est dû probablement aux périodes alternantes de sécheresse et d'immersion auxquelles sont soumises les tiges dans cette région (fig. 7).

La biologie de *Polygonum amphibium* offre un fait parti-

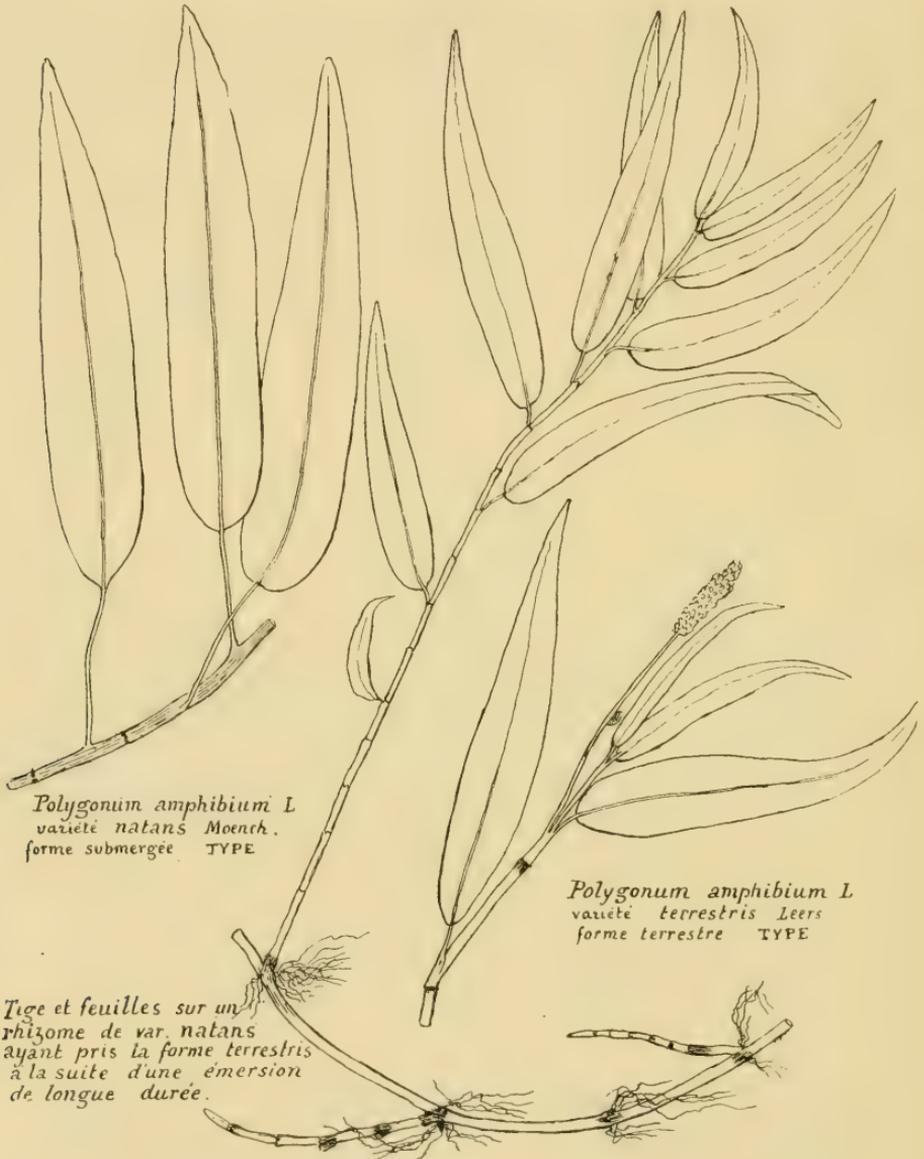


Fig. 9. — Biologie de *Polygonum amphibium*. Adaptation d'une forme submergée au milieu aérien.

culièrement intéressant. Près du port de la Tour, en un point ou l'association de *P. amphibium* var. *natans* est représentatif de la Potamaie, je trouvais en octobre 1906, à la suite de la longue sécheresse de l'été, un certain nombre de tiges s'échappant de rhizomes sur lesquels j'avais recueilli, les années précédentes, *P. amphib.* var. *natans* type, dont les feuilles flottaient à la surface par 1 mètre de profondeur (pl. II).

De ces rhizomes émergés poussaient des rameaux dont les feuilles reproduisaient (ainsi que le montre la fig. 9) sensiblement la forme *terrestre* caractérisée par le long pétiole, la pubescence et les gaines ciliées.

Il y a donc lieu de remarquer ici un phénomène remarquable d'adaptation au milieu aérien d'une plante habituellement submergée, et une variation morphologique très nette, marquée par le retour d'un type à feuilles nageantes à la forme terrestre, à la suite d'une émergence prolongée.

C'est dans la région de la beine nord que l'on peut surtout se rendre compte de la marche de la végétation des limnophytes. L'arrêt de la vie végétale est complet en hiver, et il est marqué en outre par la mort de beaucoup de plantes lacustres, tandis que chez certaines autres les rhizomes vont reprendre au printemps une nouvelle vigueur pour développer les jeunes tiges. En hiver, on n'aperçoit sur la beine que les teintes neutres ou rouillées des fourrés de Roseaux; la ceinture littorale des Jones a disparu, car les vagues ont brisé toutes les tiges au niveau de la surface, seules les feuilles radicales en longues lanières de ces dernières plantes végètent en rosettes sur le sol. Quelques buissons de *Potamogeton pectinatus* restent vivaces, tandis que les gazons vert sombre des Charas couvrent le fond de leur morne tapis pendant toute l'année.

À la fin du printemps, le développement de la végétation lacustre est très rapide. On a pu constater récemment, après les travaux de curage des canaux (21 mai 1905) qui avaient bouleversé les rhizomes et racines des plantes aquatiques, que huit jours plus tard les Potamots et les Myriophylles apparaissaient hâtivement et qu'à la fin de juillet tous ces végétaux étaient en fleurs.

C. — Répartition des associations littorales

Après avoir énuméré les divers groupements biologiques qui caractérisent les zones de végétation du lac, il y a lieu maintenant d'entrer dans le détail des stations, en indiquant la succession des associations particulières aux régions lacustre, stagnale et palustre. On devra y rattacher les sociétés des espèces des marécages et des prairies fraîches, qui ne peuvent être disjointes des formations littorales ; leurs stations sont en effet fondées sur un substratum qui se relie étroitement par son origine aux précédentes régions, car il n'est que le résultat de l'envahissement de la végétation consécutif à la période de comblement, le terme ultime du cycle vital d'un lac.

Les éléments topographiques du lac d'Annecy qui déterminent les stations sont les suivants :

1° Les bords marécageux et les larges beines : Bout du Lac, Albigny, Sevrier-St-Jorioz-Duingt ;

2° Le littoral oriental du Petit-Lac, caractérisé par une pente caillouteuse et une beine presque nulle ;

3° La rive est qui, de Menthon, va rejoindre les marécages d'Albigny ;

4° La rive ouest, depuis le Beau-Rivage jusqu'au port d'Annecy.

Ces deux dernières régions à beine absente et à pente très déclive.

5° La falaise abrupte du Roc de Chère, aux associations littorales très réduites, avec les éléments xéothermiques des parois méridionales.

Du Port du Bout du Lac à la Tour Beauvivier

(Section A-L., fig. 10) (1).

Au ponton des bateaux à vapeur, la beine est très réduite et la profondeur tombant à cinq mètres, permet l'association de

(1) Il ne faut pas espérer trouver ici une liste floristique complète. Tel n'a pas été mon but, je n'ai eu que la pensée d'esquisser à grands traits la physionomie spéciale de la végétation, en faisant ressortir le groupement principal des associations.

Potamogeton perfoliatus et *P. lucens*, cette dernière aux feuilles non incrustées de calcaire. Cette Perfoliati-Potamaie, *Pot. oppositifolius*, forme β et α , *P. crispus*, *Polygonum amphibium* v. *natans*, *Myriophyllum verticillatum* est pénétrée d'une petite Nupharaie et au Sud d'une Phragmito-Scirpaie.

Jusqu'à l'embouchure du ruisseau de Bournette s'étendent concentriquement :

1° Une Magno-Caricaie, *Carex stricta*, en touffes bien développées, piquée de quelques buissons de *Salix triandra* et offrant la végétation des prairies humides : *Alisma plantago*, *Festuca arundinacea*, *Juncus effusus* ;

2° Une Héloécharaie (*Heloccharis palustris*) formant une bande entre la zone inondée et la grève exondée périodiquement ;

3° Une Scirpaie (*Scirpus lacustris*) avec taches de *Nymphaea* et disséminés : *Eranthe crocata*, *Stachys palustris*, *Equisetum arvense* ;

4° Une Phragmitaie.

La série se complète plus loin d'une Potamaie (*Pot. pectinatus*) pénétrant la Scirpaie avec associations représentatives de *Polygonum amphibium* var. *natans*, *Ranunculus trichophyllus*, *Hippuris vulgaris*.

Les éléments marécageux de cette région sont : *Senecio paludosus*, *Galium palustre*, *Spiraea ulmaria*, *Lysimachia vulgaris*, *Stachys palustris*, *Heloccharis palustris*, *Cirsium palustre*, *Alisma plantago*.

A l'embouchure du ruisseau se dressent les épis violets de *Baldingera arundinacea* accompagnés de *Mentha aquatilis*, *Hippuris vulgaris*, *Ranunculus divaricatus* et *R. trichophyllus*.

Jusqu'à l'embouchure du ruisseau de la Nubièrre se développe une formation marécageuse avec dominants : *Molinia caerulea*, *Scabiosa succisa* et parsemés : *Epipactis palustris*, *Pedicularis palustris*, *Parnassia palustris*, *Lotus tenuis*, *Roripa amphibia*, qui a pour ceinture le long du littoral les associations suivantes en série complète :

1° Saulaie (*Salix alba*, *S. triandra*) en rares buissons, et un pied d'*Alnus viridis* ; 2° Magno caricaie ; 3° Equisetaie comprenant l'association de *Equisetum limosum* et *E. variegatum* pénétrant les Scirpes ; 4° Scirpaie avec taches de *Najas major* ; 4° Phragmitaie ; 5° Potamaie ; 6° Charaie.

Dans toute la prairie humide jusqu'au moulin de la Nubièrre

se dressent des Jones (*J. obtusifolius*) dominants avec Phragmites parsemés au-dessus d'un tapis végétal composé de *Ranunculus flammula*, *Pedicularis palustris*, *Œnanthe Lachenalii*, *Parnassia palustris*, *Senecio paludosus*.

Vers le bord apparaît une zone de *Molinia cærulea* suivie d'une Caricaie pénétrée de Roseaux et réduite à 1 mètre où végètent *Salix purpurea*, *S. triandra*, *Alnus incana*, *Rhamnus frangula*.

Plus loin la Molinie forme une bonne moitié des associations : Jones dominants et Phragmites disséminés. Apparaissent parsemés : *Lotus tenuis*, *Œnanthe Lachenalii*, *Symphytum officinale*, *Pedicularis palustris*.

La prairie humide passe à une véritable Molinaie avec *M. cærulea* et *Equisetum limosum* parsemé. Sur le bord, dans l'eau peu profonde apparaissent : *Myriophyllum verticillatum*, *Potamogeton lucens*, *Nuphar luteum*.

C'est alors que se développe une colossale association de Phragmites hauts de 3 à 4 mètres, se serrant en une sorte de brousse presque impénétrable qui s'étend vers l'est, jusqu'au bord de l'Ire, en remontant jusqu'à la prairie humide qui est bordée au sud par le cours d'eau, d'où émergent sur la lisière quelques buissons de *Salix alba* et d'*Alnus glutinosa*.

Sous le couvert de ces fourrés végètent sur le sol de plus en plus inondé : *Menyanthes trifoliata* en tapis; dominants : *Juncus obtusiflorus*, *Molinia cærulea*, *Scabiosa succisa*, *Equisetum palustre*; parsemés : *Orchis conoepa*, *Hypericum tetrapterum*, *Parnassia palustris*, *Œnanthe Lachenalii*, *Galium uliginosum*, *Lysimachia vulgaris*.

En se dirigeant vers le sud, le marais s'assèche progressivement. Là se développent les groupes d'associations de *Juncus obtusiflorus* et de *Schœnus nigricans*, ce dernier établi dans les dépressions et formant dans l'ensemble de l'association des taches brunes. Sont parsemés : *Eriophorum latifolium*, *Carex flava*, *Pinguicula vulgaris*, avec buissons isolés de *Salix triandra* et *S. purpurea*. On constate ici la présence inattendue de *Tofieldia calyculata*, très abondant au milieu des *Schœnus*. Cette plante montagnarde vient s'associer dans la prairie humide avec *Molinia cærulea* (1). Quelques taches

(1) Cette Colchicacée a été signalée également par MAGNIN dans une station analogue (marais du Bourget).

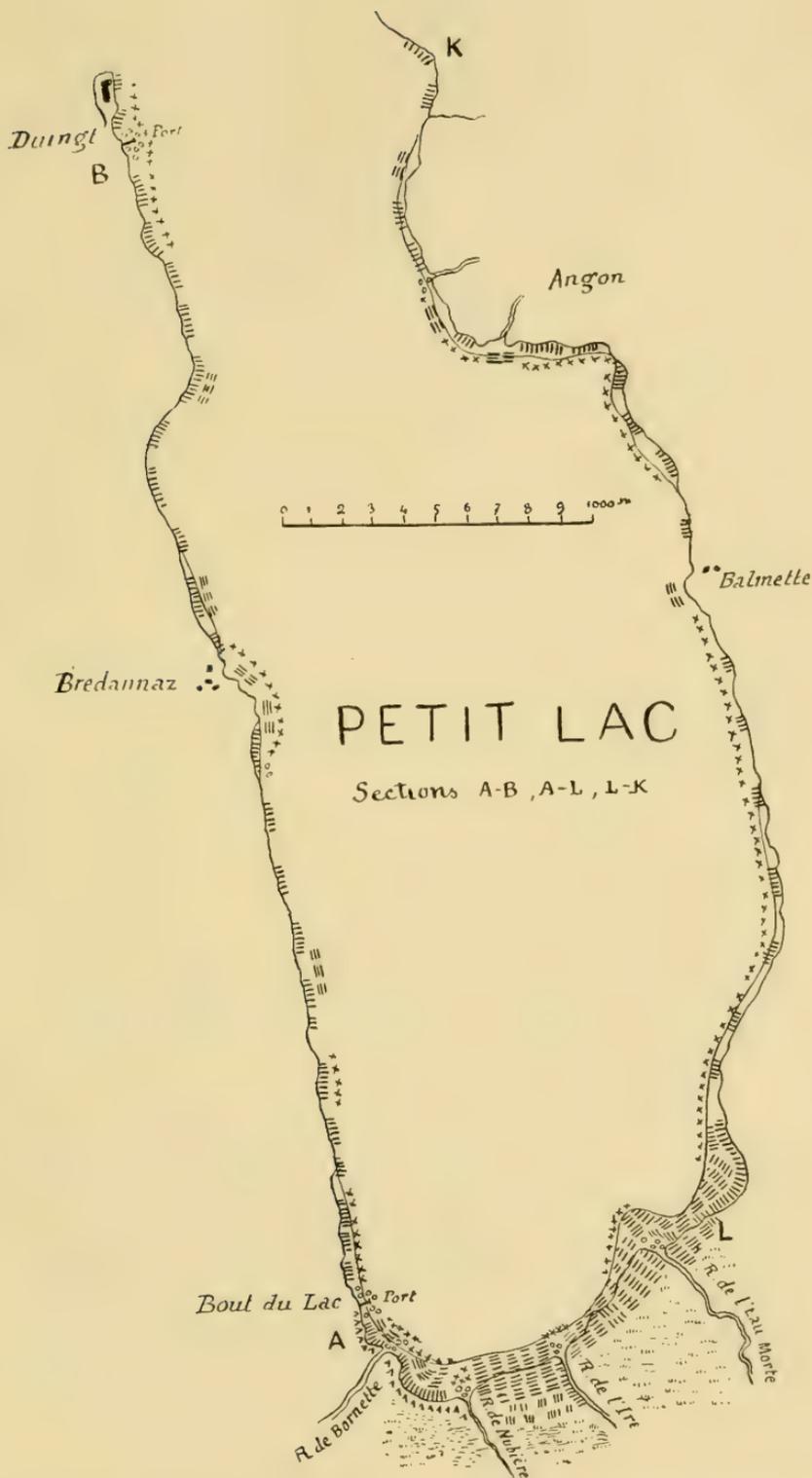


Fig. 10. — Les associations littorales. — Le Petit Lac et les marais du Bout du Lac. (Sections A-B, A-L, L-K du plan, voir légende fig. 12.)

disséminées de *Typha latifolia* viennent également se mêler avec *Oenanthe Lachenalii*.

Cette prairie marécageuse est drainée par un ruisseau ravissant un cône de déjection plus ancien qui amène l'apparition de *Salix incana*, de *Juncus tenageia*, *Equisetum palustre* et *Aira caespitosa* en raison du colmatage du marais par les alluvions.

Ces alluvions se poursuivent vers l'est jusqu'au bord de l'Ire où l'on constate l'envahissement de la végétation forestière dans un bois d'Aulnes blancs et de Peupliers noirs, constituant l'étage dominant. Apparaissent comme sous-bois encombré de lianes : *Humulus lupulus*, *Lonicera periclymenum*, *L. xylosteum*; les espèces sylvatiques suivantes, abondantes : *Salix incana*, *S. purpurea* et parsemées : *Rhamnus frangula*, *Prunus spinosa*, *Viburnum opulus*, *Ligustrum vulgare*, *Salix incana*.

En se rapprochant des bords du lac, la prairie devient de plus en plus humide avant de passer au marécage inondé. C'est une grande Joncaie à *Juncus obtusiflorus* et *Scabiosa succisa* dominants avec *Lotus tenuis*, *Galium uliginosum* abondants, *Trifolium pratense*, *T. montanum*, *Oenanthe Lachenalii*, *Orchis conopsea*, *Epipactis palustris*, parsemés.

Puis l'association de *Juncus obtusiflorus*, avec les *Phragmites* de plus en plus dominants, s'étend pour se relier à la grande Phragmitaie, très dense, qui, sur une largeur de près de 150 mètres, envahit la beine du lac.

Sur la rive droite de l'Ire, près de la Tour Beauvievier, sur chaque rive de l'Eau morte, se reproduit la même physionomie de paysage, car les mêmes groupes d'associations se continuent avec une parfaite monotonie, pour s'éclaircir progressivement et se raccorder aux associations littorales de la rive orientale du Petit Lac (section L-K.).

En résumé, le champ de cette exploration, sur laquelle il est nécessaire d'insister, offre, avec une régularité que nous ne retrouverons plus ailleurs, la série des associations types ou de ses facies représentatifs correspondant aux unités topographiques, c'est-à-dire aux stations représentées par l'eau peu profonde, le marécage, la prairie inondée, les alluvions. Ces différentes conditions sont caractéristiques de l'une des phases cycliques de la vie du lac correspondant au stade du marais et à

celui où la profondeur de l'eau est devenue assez faible pour permettre le développement de la zone palustre, où le rivage se fixe par l'arrivée des Laïches et de la Molinie, et aussi celui où la végétation sylvatique apparaît sur les cônes de déjection des cours d'eau.

En schématisant les zones et les associations végétales du Bout du Lac, on se représentera une ceinture littorale constituée par les plantes des terrains humides qui plongent leurs racines dans un sol constamment imprégné d'eau :

1° La Molinaie où, dans la prairie humide, *Molinia caerulea* joue un certain rôle dans l'empiètement de la végétation sur l'eau et dans certains cas arrive à constituer, d'après SCHRÖTER, l'espèce définitive de la prairie. Cette association végétale est peu développée au lac d'Annecy ;

2° La Magno-Caricaie (MAGNIN), représentée par les grandes espèces de *Carex C. Stricta* et *C. paludosa* ;

3° La Saulaie ou son association représentative l'Aulnaie, disséminée dans la Caricaie ;

4° La Scirpaie, pénétrée par les associations représentatives Equisetaie et Hélocharaie ;

5° La Phragmitaie, souvent pénétrée par les Scirpes ;

6° La Potamaie, accompagnée des associations représentatives Nupharaie, Myriophyllaie, Naiadaie, tandis que sur le talus du mont de la beine s'étalent les gazons de *Chara* formant :

7° La Charaie.

Du Port du Bout du Lac au promontoire de Duingt. (Section A-B., fig. 10.)

La côte se dirige sans articulations du sud au nord et ne présente partout qu'une beine excessivement réduite. On en trouve une sensible en face du hameau de Bredannaz, à cause d'un ancien cône de déjection. Au nord de ce point, le lac a entamé les alluvions fluvio-glaciaires qui s'élèvent à une assez grande hauteur et la rive est, par suite, caillouteuse et très déclive.

Les associations littorales se composent d'une zone de *Carex*, Magno-Caricaie, très réduite, piquée de quelques Saules buissonnants : *Salix cinerea*, *S. alba*, *S. purpurea* et d'*Alnus incana*. Jusqu'au niveau de Bredannaz, une zone continue de *Juncus* jalonne la côte, pénétrée çà et là par de rares taches de *Roseaux*.

Au port de Duingt, où la profondeur de l'eau augmente brusquement, se développe une belle *Perfoliati-Potamaie* avec groupes d'associations de *Polygonum amphibium* var. *natans* et de *Nuphar luteum*, tandis que le fond est tapissé des gazons noirs de *Najas major*.

Une zone très clairsemée de *Scirpes* entoure le promontoire du château de Duingt; on retrouve également au large une *Scirpaie* très réduite autour des gros cailloux qui servent de soubassement à la balise du haut fond du Roselet.

Du promontoire de Duingt au delta du Laudon.
(Section B-C., fig. 11-I.)

En contournant le promontoire de Duingt, on ne rencontre qu'une *Phragmitaie* très lâche avec *Scirpes* disséminés.

La présence de trois petits ports, où la profondeur est un peu plus grande, détermine des anses abritées où l'eau est tranquille. Dans la première nagent les feuilles de *Polygonum amphibium*; dans la deuxième se groupent *Typha latifolia*, *Alisma plantago*, *Lemna minor*; dans la troisième où *Typha latifolia* domine, végètent *Potamogeton pectinatus*, *Nuphar luteum*, *Polygonum amphibium* abondants, *Scirpus lacustris*, *Alisma plantago*, *Stachys palustris*, *Glyceria aquatica* parsemés.

En dehors, les *Scirpes* forment une zone enveloppée elle-même par une *Phragmitaie* très dense (pl. I).

À l'ouest s'étend une prairie marécageuse à Roseaux dominants et à *Juncus* disséminés, dont les éléments caractéristiques sont : abondants : *Phragmites vulgaris*, *Caltha palustris*, *Enanthe Lachenalii*, *Spiraea ulmaria*; parsemés : *Juncus obtusiflorus*, *Epipactis palustris*, *Lotus uliginosus*, *Scabiosa succisa*, *Lysimachia vulgaris*, *Cirsium palustre*, *Angelica sylvestris*, *Lychnis flos cuculli*, *Lythrum salicaria*, *Soyeria paludosa* (1).

Cette prairie va se raccorder à une association de *Carex stricta* et *C. paludosa* formant *Magno-Caricaie* appuyée par un

(1) La présence, en cet endroit, de cette plante montagnarde est intéressante comme exemple à rapprocher de *Tofieldia*, d'adaptation d'une plante à une basse altitude.

cordon littoral de débris de plantes apportées par les vagues, au delà de laquelle *Polygonum amphibium* var. *terrestre*, *Equisetum limosum* et *Heleocharis palustris* envahissent une Typhaie entourée par une mince Scirpaie et une large Phragmitaie (pl. III-2).

En face l'église de Duingt, un marais du même type se continue avec Phragmites dominants, pénétrant une Strictaie bordée de Saules et d'Aulnes, reliée à une vaste Phragmito-Scirpaie. Tout le sol de cette Roselière est littéralement jonché de cailloux sculptés, les tiges elles-mêmes sont fortement incrustées (v. fig. 13-1, chap. suivant), et cette formation particulière va se continuer très développée jusqu'au delà du delta du Laudon.

Dans ce marais se rencontrent parsemés : *Pedicularis palustris*, *Hypericum tetrapterum*, *Scutellaria galericulata*, *Equisetum palustre*, *Senecio paludosus*.

Avant le ruisseau d'Entrevernes, la Scirpaie devient très réduite, envahie par la Caricaie. Dans le marais et la prairie humide qui bordent le ruisseau s'associent aux Carex les *Juncus obtusiflorus* disséminés. La Caricaie est envahie par les Phragmites.

Au delà du ruisseau, la prairie marécageuse bordée sur le littoral par les mottes de *Carex stricta*, se relie à une Scirpaie et à une Phragmitaie qui très vaste s'étend fort loin sur la beine.

Les groupes d'associations qui constituaient la végétation de ce marais sont, dominants : *Juncus obtusiflorus*, *Schoenus nigricans* ; abondants : *Carex flava* associé à des gazons de *C. Ducalliana* ; parsemés : *Phragmites vulgaris*, *Eranthe Lachenalii*, *Orchis palustris*, *Epipactis palustris*, *Parnassia palustris*, *Orchis latifolia*, *Lysimachia vulgaris*, *Pedicularis palustris* ; très parsemés : buissons de *Rhamnus frangula*.

Le cône de déjection du torrent de Bourdon interrompt brusquement la série des associations littorales en ne laissant subsister qu'une Caricaie très réduite (pl. VI-2).

Cette station offre un exemple intéressant de la prise de possession du terrain conquis sur le domaine du lac par la végétation sylvatique.

1° **Arbres** : dominants : *Alnus incana*, *Populus nigra* ; abondants : *Salix alba* ; parsemés : *Fraxinus excelsior*, *Quercus pedunculata*, *Abies excelsa*, *Salix purpurea* ;

2° **Arbustes** : abondants : *Viburnum opulus*, *Cornus sanguinea*, *Ligustrum vulgare*; parsemés : *Prunus spinosa*, *Eronimus europæus*, *Frangula vulgaris*, *Spiræa ulmaria*, *S. aruncus*, *Lonicera xylosteum*;

3° **Tapis herbacé** : abondants : *Molinia cœrulea*, *Brachypodium sylvaticum*, *Vinca minor*; parsemés : *Euphorbia amygdaloides*, *Helleborus fetidus*, *Galium sylvaticum*, *Phragmites vulgaris*, *Bromus asper*, *Agrostis alba*, *Carex paludosa*.

A partir du delta du Bourdon s'étend un marais à *Juncus obtusiflorus* dominant et *Molinia cœrulea* et *Senecio paludosus* parsemés, ourlé sur le littoral par une Magno caricaie et une Phragmito-Scirpaie. La Caricaie disparaît pour faire place à l'association représentative Heleocharaie (*H. palustris*), sur laquelle s'élèvent des buissons d'Aulnes glutineux et de Saules blancs.

La ceinture littorale s'invertit, Phragmites au bord, Scirpes au large et passe sans transition à une prairie humide à *Juncus obtusiflorus* dominants et Phragmites abondants. Toujours dans les dépressions humides apparaissent les taches sombres des *Schœnus nigricans*, à côté des espèces suivantes :

Abondants : *Parnassia palustris*, *Potentilla tormentilla*; parsemés : *Eupatorium cannabinum*, *Spiræa ulmaria*, *Spiranthes cœstivalis*.

Avant la Tuilerie, une Magno-Caricaie en mottes disjointes de *C. stricta* envahit la Scirpaie qui est bordée vers le large par une Phragmitaie (pl. VI-1).

Au port de la Tuilerie végètent dans l'eau plus profonde les associations de *Potamogeton pectinatus* et *Myriophyllum spicatum*, bordées en dehors par la succession normale, puis *invertie* des Scirpes et des Phragmites.

Plus loin, la Phragmitaie pénètre la Caricaie très inondée où se trouve une station riche en *Utricularia vulgaris*.

Le marais donne asile à *Orchis palustris*, *Lycopus europæus*, *Selinum cariflora*, *Spiranthes cœstivalis* et la ceinture littorale s'appauvrit, représentée seulement par quelques rares touffes de grands Carex.

Jusqu'à l'embouchure du Laudon, les associations de la Rose-lière montrent une tendance à l'inversion, qui s'affirmera défini-

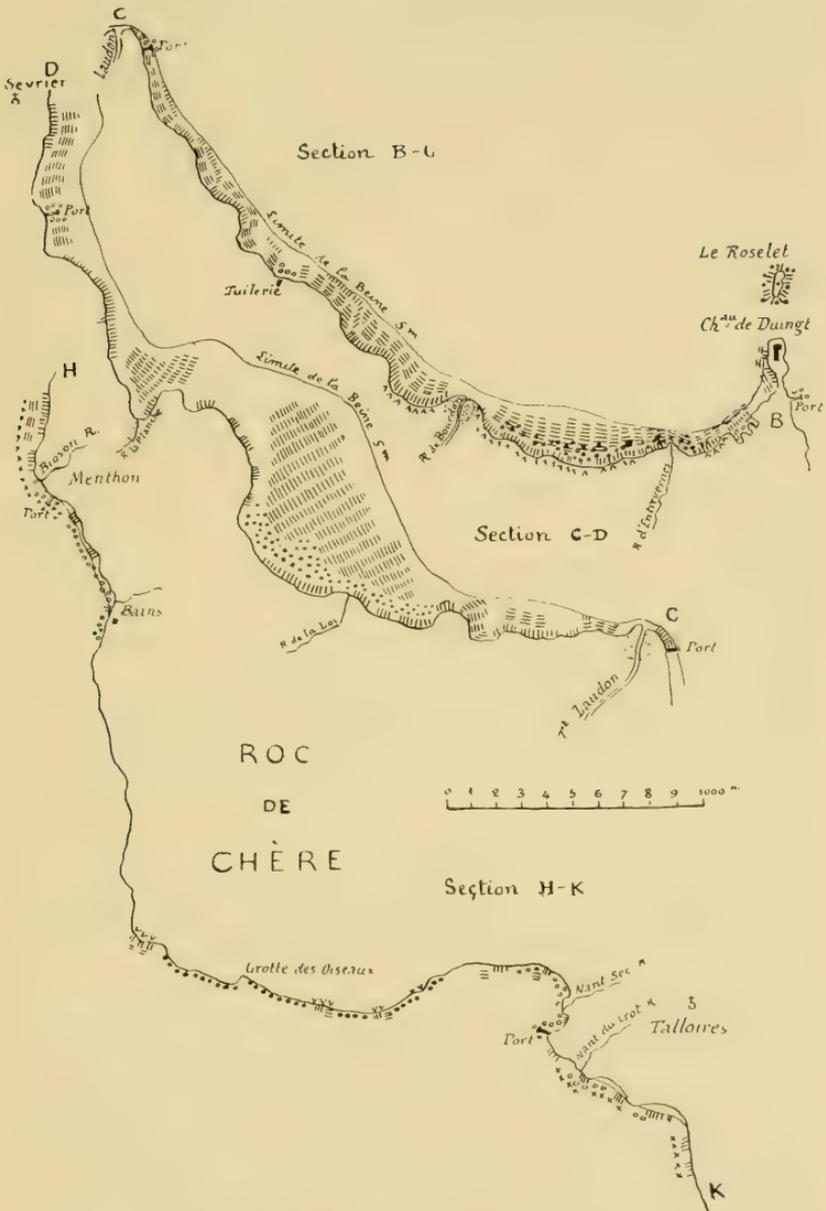


Fig. 11. — Les associations littorales. — I De Duingt au Laudon (section B-C); II, du Laudon à Sevrier (section C-D); III, La côte et la falaise du Roc de Chère de Menthon à Talloires. (Sect. H-K du plan, v. fig. 12.)

tivement complète au débarcadère des bateaux. Une véritable Molinaie s'établit, avec larges taches très pures de *Schænus nigricans* dans la prairie humide à *Juncus obtusiflorus*. Les autres éléments floristiques sont : abondants : *Equisetum palustre*, *Potentilla tormentilla*; parsemés : *Lysimachia vulgaris*, *Thalictrum flavum*, *Epipactis palustris*, *Orchis latifolia*, *Galium uliginosum*, *Ceanothe Lachenalii*, avec rares individus de *Chlora perfoliata*.

Dans la Caricaie à taches de *Menyanthes trifoliata* pénétrée par la Phragmitaie avec Scirpes au large, en face le hameau de Sales s'étend une prairie marécageuse avec *Equisetum palustre* et *Tofieldia calyculata* très parsemé; quelques buissons d'*Alnus glutinosa*, *Salix triandra*, *S. purpurea*, *S. triandra* × *cinerea*, piquent çà et là le tapis végétal.

L'avancée sur le domaine du lac du cône de déjection du Laudon amène encore la discontinuité dans les associations littorales. Ce cône peut être considéré comme une Phragmitaie envahie par les alluvions d'où surgissent encore parsemés *Heleocharis*, *Typha*, *Scirpus*, *Phragmites*, *Equisetum*, *Carex* avec prise de possession du terrain par *Salix alba* et *S. triandra*.

Une barre de galets, sorte de cordon littoral, exhausse le sol à l'embouchure du Laudon, réduisant au minimum, par ce changement de conditions de milieu, l'ancienne végétation lacustre.

On reconnaît sur le delta de ce torrent les stades successifs de l'envahissement de la végétation forestière. Apparition des plantes d'alluvion, premiers pionniers de la consolidation du sol : *Hippophae rhamnoides*, *Salix incana*, *Populus nigra*, dont les longues racines traçantes affermissent le terrain, puis de la végétation sylvatique : *Euphorbia*, *Ligustrum*; élimination progressive des éléments du marécage : *Phragmites*, *Scirpes* et prédominance de *Molinia cærulea*. Enfin les arbres prenant rapidement le dessus constituent un étage dominant surmontant un sous-bois formé par les espèces arbustives :

1° **Arbres** : dominants : *Salix incana*, *Alnus incana*, *Populus nigra*; abondants : *S. triandra*, *S. purpurea*; parsemés : *Salix alba*;

2° **Arbustes** : abondants : *Hippophae rhamnoides*, *Fragula vulgaris*, *Ligustrum vulgare*, *Euphorbia amygdaloides*; parsemés : *Clematis vitalba*;

3° **Tapis herbacé** : dominants : *Molinia caerulea* qui devient de plus en plus abondant à mesure que les *Phragmites* disparaissent ; parsemés : *Calamagrostis Epigeios*, *Agrostis alba*, *Brachypodium pinnatum*.

Du delta du Laudon à Sevrîer
(Section C.-D., fig. 11-II.)

Le caractère topographique de cette région est l'existence d'une beine parfois extrêmement large et d'une faible profondeur, la disparition de la prairie humide et des marécages par suite de l'extension des cultures jusqu'au bord du lac.

Sur la rive gauche du Laudon s'étend un marais à *Schoenus nigricans* associés à des rares *Phragmites*. Il est bordé par une Caricaie réduite où poussent *Salix incana*, *Alnus incana*, *Frangula vulgaris*, *Fraxinus excelsior*, *Spirœa ulmaria*.

Le tapis herbacé est constitué par *Eriophorum latifolium* et *Schoenus nigricans* dominants, avec parsemés : *Cirsium palustre*, *Lysimachia vulgaris*, *Trifolium pratense*, *Orchis conopea*, *Orchis bifolia*, *O. maculata*.

A la hauteur de la Tuilerie s'étend une assez vaste Equisetaie se continuant par une Nupharaie (*Nuphar luteum*) qui pénètre la Scirpaie bordée au large par une Phragmitaie. Dans l'eau plus profonde végètent : *Potamogeton perfoliatus*, *P. crispus*, *Chara fetida* (pl. V-1).

C'est ensuite la répétition du marais à Jones à *J. obtusiflorus* et *Eriophorum latifolium* dominants, et un groupe d'associations assez marqué de *Carex Davaliana* et *C. panicea*.

Au delà du promontoire débouche le ruisseau de la Planche, sur le cône de déjection duquel la végétation forestière s'est établie avec éléments connus.

Arbres : *Populus nigra*, *Fagus sylvatica*, *Salix incana*, *Fraxinus excelsior*, *Alnus glutinosa*, *Quercus sessiliflora*.

Arbustes : *Ligustrum vulgare*, *Frangula vulgaris*, *Spirœa ulmaria*.

Le **tapis herbacé** possède encore l'empreinte de la végétation palustre : *Molinia caerulea*, *Carex stricta*, *Phragmites* parsemés.

Plus loin, le marais à Jones et à Schoenus présente quelques pieds isolés de *Tofieldia calyculata*, tandis que la Caricaie qui le borde envahit tout le littoral qui devient très humide avec *Menyanthes trifoliata* dominant et, parsemés : *Eriophorum latifolium*, *Tofieldia calyculata*, *Mentha aquatica*, *Lychnis flos cuculli*, *Iris pseudo acorus*. Dans la prairie près de la gare de Sevrier, le tapis végétal est émaillé d'une belle association de *Gentiana pneumonanthe*.

Dans toute la région décrite ci-dessus s'étend une énorme Roselière, avec invertissement dans la règle des Phragmites et des Jones. En quelques points ceux-ci jalonnent le bord, séparés par une vaste étendue stérile limoneuse semée de concrétions tufeuses, au delà de laquelle la Phragmitaie s'étend sur une largeur de 3 à 400 mètres (pl. IV-1). Aux embouchures des ruisseaux, contre les jetées, s'organisent des Potamaies, envahies parfois par la Charaie et piquées en deux endroits de taches d'une Nupharaie très réduite.

De Sevrier à la Puya. (Section D-E, fig. 12.)

Depuis le chemin de l'église de Sevrier, sur une certaine étendue, se développe une ceinture littorale de Scirpes plus ou moins pénétrée par les Phragmites. Dans l'anse, où débouche un ruisseau dont les alluvions limoneuses ont constitué un terrain favorable pour les Roseaux, les Jones n'existent plus. Là prend place une énorme Phragmitaie formant une épaisse brousse de 3 à 3^m50 de hauteur et qui s'étend jusqu'à 150 mètres sur la beine.

Les fourrés de Scirpes recommencent avec des taches lointaines de Phragmites. — A partir du sentier qui passe sous la voie du chemin de fer, il y a inversion peu importante dans les éléments de la Roselière.

Jusqu'à la tour du Cellier, les associations de limnophytes se réduisent à des buissons de *Myriophyllum* mêlés à des gazons de *Chara*; une Caricaie représentée par des touffes isolées de *C. stricta*, piquée çà et là d'*Alnus glutinosa* et de *Salix incana*, se relie à la prairie cultivée par une Molinaie aux individus assez parsemés.

Les Phragmites s'étendent alors sur la beine recouverte de cailloux à incrustations tufeuses et bordée vers le large par une Charaie (*C. fetida*, *C. aspera*).

En arrivant à l'esplanade de l'hotel Beau-Rivage, quelques Scirpes environnent le débarcadère dont les pilotis s'enfoncent dans une végétation dense de *Myriophylles* et de *Potamogeton perfoliatus*.

Puis la profondeur s'accuse rapidement, quelques touffes de Scirpes jalonnent le rivage.

Après le hangar de bateaux, une petite plage permet l'établissement d'une Caricaie avec pieds disséminés de *Juncus glaucus*. Tout près du bord s'installent *Ceratophyllum demersum* dans une Potamaie à *P. natans*, *P. perfoliatus* et *Myriophyllum spicatum*. Au large, dans le bleu, transparaisent les gazons de Chara (*Ch. ceratophylla* associé à *Ch. foetida*) Les mêmes associations se continuent jusqu'au promontoire de la Puya où, sur les blocs à demi submergés et sur les murs de soutènement, végète la florule des mousses décrites plus haut dans la Bryophytaie.

De la Puya au Port d'Annecy. (Section E-E', fig. 12.)

La beine reparait encore peu développée. La côte se jalonne de Scirpes et de Phragmites. Dans l'eau peu profonde croissent : *Potamogeton lucens*, *P. densus*, *Polygonum amphibium*, *Utricularia vulgaris*. La lisière du rivage est formée par une Caricaie où végètent : *Salix capraea*, *S. cinerea*, *S. alba*, *Stachys palustris*, *Heleocharis palustris*, *Spiraea ulmaria*, *Polygonum amphibium* var. *terrestre*, *Equisetum palustre*, *Scrophularia nodosa*, *Eupatorium cannabinum*.

La beine s'élargit de plus en plus; les gazons de Chara *C. ceratophylla*, associés à *Najas major*, atteignent presque le bord et contournent la jetée. C'est là qu'apparaissent les concrétions tufeuses de plus en plus nombreuses, jonchant le sol.

Dans le Port (Thioux) et le canal du Vassé, la profondeur de l'eau permet l'établissement des associations habituelles de la Charaie et de la Potamaie. A l'entrée, végètent isolés quelques pieds de *Nymphar luteum*, associés à de rares Jones. La Charaie est représentée par des gazons de *Chara foetida*, mêlés à *Ch. aspera* var. *curta* et à quelques rares *Nitella flexilis*.

La Potamaie comprend : *Potamogeton perfoliatus*, *P.*

densus, *P. crispus*, *P. lucens*, *P. pectinatus*, *P. pusillus*, associés aux formes de Renoncules aquatiques, *Ranunculus* (*Batrachium*) *trichophyllum*, *R. divaricatus*.

Du Port d'Annecy à Chavoire.
(Section E'-F-G, fig. 12.)

Une large beine s'étend dans toute la partie nord du lac, qu'elle borde depuis la Préfecture jusqu'à la Tour en diminuant d'importance à la pointe d'Albigny.

Là se développent en abondance les gazons de *Chara*, *C. gymnophylla*, *C. foetida*, *C. gymnophylla*, associés à quelques buissons de *Myrophyllum spicatum* et des groupes isolés de *Potamogeton perfoliatus*, et *P. densus*.

Le sol est ici abondamment jonché, autour de l'île des Cygnes, de concrétions tufeuses.

Les murs de soutènement de l'avenue Eugène Sue, qui borde le lac, sont garnis de quelques mousses : *Barbula vinealis*, *B. recurvifolia*, *Grimmia pulvinata*, *G. apocarpa*, *Eürynchium crassinervium*. Une zone continue de Scirpes contourne la presqu'île d'Albigny avec bordure externe de Phragmites.

La prairie humide, dans cette partie, est une Caricaie bien déterminée avec *Salix cinerea*, *S. purpurea* et caractérisée par l'association de *Carex* qui se pénètrent mutuellement : *C. stricta*, *C. disticha* avec parsemés : *C. Davaliana*, *C. pulicaris* et une petite forme de *C. distans*, isolé à souche rampante et ne s'organisant pas en touffes.

Les plantes habituelles des prairies humides forment ici le tapis végétal : *Sparganium ramosum*, *Caltha palustris*, *Scirpus compressus*, *Cardamine pratensis*, *Valeriana dioica*, *Colchicum autumnale*, *Polygala depressa*, *Pedicularis palustris*, *Spiraea ulmaria* et une mousse abondante *Climacium dendroides*.

Au delà de la presqu'île s'étend un petit marécage envahi par une belle Caricaie en touffes discontinues : *C. stricta*, *C. disticha* associés. Dans les flaques d'eau végètent : *Nymphaea alba*, *Lemna minor*, *Equisetum limosum*, *Amblystegium ripa-*

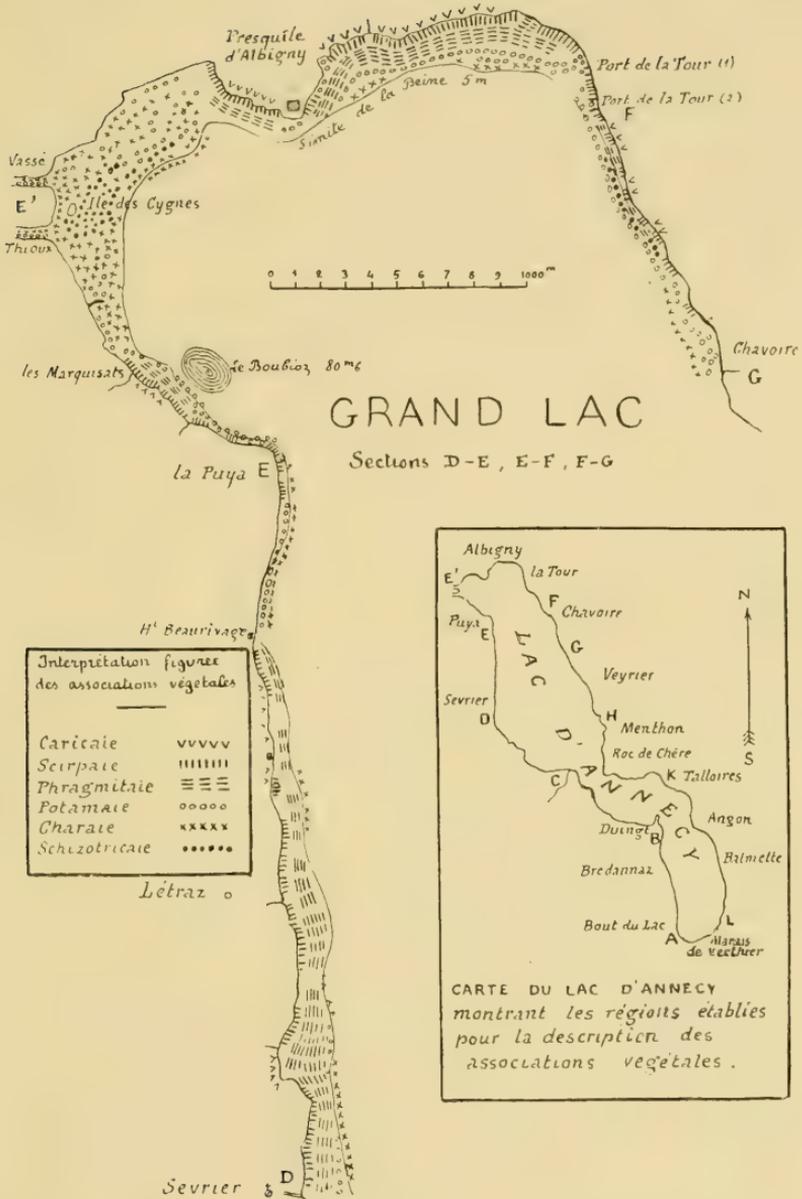


Fig. 12. — Les associations littorales. — De Sevrier à la Puya (section D-E). — Le port d'Annecy, la beime nord et les marécages d'Albigny (section E-E'-F). — La côte de Chavoire (section F-G).

rium. Contre la jetée, dans l'eau profonde : *Potamogeton lucens*, *P. densus*, *P. pectinatus*, *P. pusillus*, *P. perfoliatus*, *Myriophyllum verticillatum*.

Cette Potamaie se relie à une Caricaie avec *Senecio paludosus* et *Equisetum limosum* dominants.

Il y a à remarquer ici l'alluvionnement progressif déterminé par un cordon littoral de débris de Roseaux et de Jones. L'herbe finit par s'y installer et c'est un processus de la prise de possession de la terre ferme sur le domaine du lac.

La Scirpaie clairsemée se maintient assez loin du rivage et les fourrés de Roseaux forment au large un rideau compact.

A l'embouchure du ruisseau d'Albigny s'établit *Carex riparia*. Sur ces bords croissent : *Iris pseudo acorus*, *Alisma plantago*; dans l'eau flottent les tiges de *Ranunculus divaricatus*.

Au delà s'étend une large Caricaie formée par l'association de *C. stricta*, *C. paludosa*, *C. acuta*, et *Equisetum limosum*, *Caltha palustris*, *Heleocharis palustris* qui végètent presque en contact avec la Scirpaie.

Au premier port de la Tour s'établit une Potamaie dont les espèces représentatives sont *Myriophyllum spicatum* et *Polygonum amphibium* var. *nataus*. Les Scirpes bordent le rivage jusqu'au deuxième port ombragé de la Tour dont l'eau tranquille abrite *Potamogeton crispus*, *P. perfoliatus*, *Myriophyllum spicatum* (pl. II).

Jusqu'au port de Chavoire, il y a alternance de Scirpes et de Roseaux avec tufs lacustres (pl IV-2). Le rivage est bordé d'une Magno-Caricaie réduite à quelques touffes de *C. stricta* au-dessus desquelles s'élèvent des buissons de *Salix purpurea* et *S. cinerea*. Plus au large s'étend une ceinture littorale de *Potamogeton perfoliatus* et des gazons de la belle *Chara ceratophylla* particulièrement abondante au-dessous de la roche Margeria. Les murs qui soutiennent les terrains des propriétés riveraines ont empêché le développement des associations littorales, qui se réduisent à quelques îlots Scirpes en dedans d'une zone constante de Potamots et de Chara.

De Charoïre aux bains de Menthon. (Section G-II.)

Les terrains cultivés qui arrivent jusqu'au bord du lac, soutenus parfois par des murs en pierres sèches, ont notablement contribué à modifier la physionomie végétale de cette partie du littoral. La côte est en outre très déclive. Seules, les associations de limnophytes subsistent : Scirpes alternant avec les Roseaux, invertis rarement. Une zone continue de Potamots et de Chara forme la bordure interne. La Caricaie est réduite à quelques touffes de *C. stricta* ou à des buissons de *Salix cinerea*, *S. incana*, *S. alba*, *S. fragilis*, *Cornus sanguinea* au-dessus desquelles s'élèvent *Populus nigra* et quelques rares individus d'*Ulmus campestris*.

La profondeur augmente brusquement dans l'anse de Menthon. La Potamaie s'étend ici tout le long du rivage piquée de rares touffes de Scirpes.

La Falaise du Roc de Chère. (Section II-K, fig. 11-III.)

Au sud des Bains s'élève brusquement une énorme falaise urgonienne, à pic sur le lac, au delà de laquelle une faille détermine un dénivèlement qui ramène la masse urgonienne inférieure au niveau de l'eau. — Puis celle-ci se relève lentement pour atteindre son maximum à la Grotte des Oiseaux et retomber après deux ondulations synclinales au nord de la baie de Talloires.

Dans ces conditions, il n'y a guère de place pour l'établissement des associations littorales.

Ces associations n'existent pas, en raison de la profondeur des eaux jusqu'à la faille occidentale. Sur la grande falaise s'accrochent des espèces xérophytes supportant les conditions de chaleur et de sécheresse particulières à ces parois ensoleillées et s'échauffant fortement.

Dans les fissures croissent de rares *Quercus sessiliflora* et les espèces arbustives *Amelanchier vulgaris*, *Cerasus mahaleb*, *Juniperus communis*. Les plantes herbacées sont représentées par *Sesleria cerulea*, *Geranium sanguineum*, *Silene nutans*, *Hippocrepis comosa*, *Sempervivum tectorum*, *Pencedanum cervaria*, *Aethionema saxatile*. On aperçoit, cramponnés à des hauteurs inaccessibles, deux éléments carac-

téristiques des parois rocheuses : *Potentilla caulescens*, *Hieracium Jacquini* ; enfin des fougères xérophiles : *Asplenium*, *Polypodium serratum*, *Ceterach officinarum*.

Quelques anfractuosités ou grottes, dans lesquelles l'eau pénètre au niveau du lac, sont des stations favorables où végètent, dans une atmosphère humide, l'intéressant *Adiantum capillus Veneris*, dont les touffes chétives sont constamment arrosées par les embruns des vagues (1).

La côte se relève ensuite et les éboulis rocheux de la falaise ont permis l'établissement d'une très petite Caricaie où quelques touffes de *C. sticta* et d'*Heleocharis palustris* mêlés à *Scirpus lacustris* ont pris pied au niveau de l'eau. Au-dessus, presque en contact, *Frangula vulgaris*, *Rhamnus cathartica*, *Rh. alpina* mêlent leurs chétifs buissons à quelques *Salix purpurea*, *S. incana*, *S. alba* disséminés. Enfin *Populus nigra*, *Alnus incana* forment les éléments raréfiés d'une Saulaie.

Aux environs de la Grotte des Oiseaux, une petite plage donne prise à une Molinaie composée de *Molinia coerulea*, mêlé à *Carex stricta* et aux espèces habituelles des marécages : *Lysimachia vulgaris*, *Lythrum salicaria*, *Oenanthe Lachenalii*, envahie par quelques Scirpes et Phragmites disséminés.

Au-dessus, sur les falaises plus ou moins abruptes, se sont établies des colonies xérothermiques et l'aire du Buis décrites en grand détail par PH. GUINIER (loc. cit.) et sur lesquelles il est superflu de revenir ici.

L'anse profonde de Talloires se raccorde par une courbe gracieuse aux pentes broussailleuses et très rapides de la partie méridionale du Roc, et la profondeur qui devient moindre détermine un changement dans les associations littorales. Celles-ci se réduisent à quelques touffes de Scirpes en bordure d'une large zone de Potamots et de Myriophylles.

Du marais de Verthier à la baie de Talloires.

(Section K-L, fig. 10.)

La puissante Roselière qui s'étend depuis l'embouchure de l'Eau morte en fourrés compacts ou en groupes d'associations

(1) PH. GUINIER, « Le Roc de Chère, Étude phytogéographique ». *Revue savoisiennne*, 1906-1907.

(Jones et Roseaux) devient de moins en moins dense à mesure qu'on s'avance vers l'est.

Cette Phragmito-Scirpaie se termine brusquement au coude de la route de Talloires. En ce point, le domaine du lac s'affirme, et la ceinture littorale se simplifie. — Les Phragmites disparaissent presque complètement et on ne trouve plus maintenant que des taches isolées de Scirpes qui jalonnent la rive dans une zone large de 1 à 3 mètres.

Cette particularité est commune avec la rive opposée du Petit lac, on la notera constamment jusqu'à Talloires. Si on se rappelle certains faits de la biologie des Roseaux et des Jones, on se rendra compte que si les Jones existent ici, c'est à cause des conditions de station : berge très déclive, formée d'éboulis caillouteux. Les Roseaux, faute de beine limoneuse et meuble, ne peuvent y prendre pied.

La ceinture très disjointe des Jones se continue jusqu'après le cône de déjection du petit torrent des Balnettes où les Phragmites reparaissent par îlots très peu denses. Ceux-ci se continuent très disséminés pour contourner le promontoire d'Angon, où des Potamaies très réduites avec *Naias major* s'installent. Le cordon littoral des Jones se continue jusqu'au port de Talloires. La Caricaie n'existe pour ainsi dire pas depuis l'extrémité sud de la côte orientale jusqu'à Talloires; elle est représentée par de rares touffes de grands Carex, ceinture très lâche, piquée çà et là de buissons d'Aulnes, de Saules blancs et cendrés. Les cônes de déjection des torrents donnent prise, suivant la règle, à l'envahissement de la végétation sylvatique avec ses éléments habituels.

VII

LES MICROPHYTES LITTORALES.

Les associations littorales ayant été décrites en ce qui concerne les Macrophytes (Phanérogames, Mousses, Characées), il reste à étudier d'autres plantes qui sont fixées au sol ou sur les corps étrangers, ou bien reposent sur le limon dans la région littorale et qui appartiennent aux Microphytes.

Les conditions écologiques qui permettent le développement de cette flore microphytique du littoral se rencontrent dans plusieurs stations distinctes : les murs des quais, les pilotis, les blocs alternativement émergés et recouverts par les eaux, la zone submergée des cailloux de la grève, l'embouchure des ruisseaux ; enfin, les plate-formes constituées par la beïne où des algues Schizophycées, décalcifiant l'eau avec énergie, édifient les intéressantes concrétions tufeuses du lac, où aussi d'autres algues du même groupe corrodent les pierres et contribuent, par un curieux processus de carie, à la formation des cailloux sculptés.

Un simple coup d'œil sur les rives du lac permet de se rendre compte qu'il existe une certaine localisation, presque de la régularité, dans l'ensemble de la distribution des associations littorales de Microphytes.

Lorsqu'on suit les quais qui bordent les émissaires du lac et aussi ceux du jardin public, on aperçoit d'abord, au travers de l'eau verte et cristalline, un type de végétation particulier.

Sur le fond limoneux des canaux, près du bord, s'étendent de larges plaques lichenoïdes brunes ou à reflets verdâtres, dont le contour est comme godronné et légèrement soulevé. Elles développent leur tapis velouté souvent sur une largeur de plusieurs décimètres. C'est l'*Oscillatoria limosa* Agardh. = *O. Froelichii* Ktz. GOMONT (1), p. 230, pl. VI, f. 13, très développée en hiver, mais qui devient rare en été. A côté vivent en association

(1) GOMONT, « Monographie des Oscillariées », *Ann. de la Soc. nat. Bot.*, 7^e série, t. XV et XVI.

avec la précédente : *Phormidium favosum* var. β Gom. * (1), GOMONT, *loc. cit.*, p. 200, pl. V. f. 13, *Phormidium Retzii* Gom. form. *rupestris* * = *Ph. rupestre* Ktz. Dans le feutrage compact formé par les longs trichomes de ces Oscillariées vivent de nombreuses Diatomées : *Stauroneis anceps* Ehr. et *Cymatopleura solea* var. *apiculata* Pritch.

Les mêmes Oscillaires s'accrochent à la partie submergée des pilotis des embarcadères en compagnie d'autres curieuses Diatomées agglomérées en chaînes dans une gelée muqueuse : *Schizonema lacustre* Ag. = *Colletonema lacustre* Ktz., dont les colonies se découpent en franges brunes mêlées aux lanières blanchâtres, décolorées, des Oscillaires mortes. Ce tapis sombre et ces buissons sont égayés par la note claire des Conjuguées vertes : *Zygnemées*, *Spirogyrées*, dont les filaments croissent et s'agglomèrent en masses floconneuses qui sont emportées ensuite par les courants et deviennent erratiques dans les eaux du lac. Vers la fin de l'hiver apparaissent sur les gazons de Chara, qui tapissent le fond de l'eau, de singulières boules blanchâtres, petites masses muqueuses de quelques millimètres à 2 centimètres de diamètre, qui sont piquées d'une multitude de points d'un vert clair. Ce sont les colonies d'un Infusoire : *Ophrydium versatile*, dans la gelée duquel vivent en symbiose des Algues vertes, *Chlorella* spec. Dans la masse se meuvent en quantités innombrables de très petites Diatomées : *Nitzschia minutissima* Gm.

Sur les mêmes gazons et les rameaux touffus des Myriophylles reposent en gros flocons verts les filaments enchevêtrés de *Mougeotia genuflexa* Ktz., arrachés aux pierres du rivage et dont l'isolement de leur substratum habituel n'entrave pas l'activité végétative.

Au milieu des cordons littoraux de débris organiques ou sur la grève exondée gisent çà et là des coquilles vides d'Anodontes, dont quelques-unes sont recouvertes près de la charnière de taches gris verdâtre plus ou moins confluentes, qui sont formées par les filaments rampants de *Gougosira codiolifera* Chodat, algue perforante jouant également un certain rôle dans la carie des pierres.

(1) Les algues marquées d'un * ont été soumises à l'examen de M. Gomont, qui, très obligeamment, a bien voulu les déterminer.

La Tolypotricae. — Au niveau exact de la surface de l'eau, les murs des quais, les degrés des escaliers, les blocs à demi submergés sont frangés d'une lisière absolument continue de houppes noirâtres qui ondulent sous l'action des vagues.

Cette zone est habitée par les groupes d'associations de *Tolypothrix lanata* Wartm. et *Tolyp. penicillata* Thuret *, dont les filaments servent de support à certaines Diatomées : *Cocconeis placentula* Ehr. et *Achnantes exilis* Ktz., qui dresse sur de graciles pédoncules ses frustules rigides. En février et mars, ces *Tolypothrix* présentent leur maximum de développement. Leur activité biologique est soumise au degré de hauteur des eaux ; quand celles-ci baissent, les algues se dessèchent et forment un enduit noirâtre caractéristique qui marque la zone constante de cette association, la TOLYBOTRICAIE, que l'on rencontre tout le long du littoral du lac (pl. III-1).

Les Mousses submergées servent également de support à *Tolypothrix distorta* Ktz., auxquelles viennent se mêler les houppes vert bleu de *Plectonema Tomasinianum* Bornet * = *Pl. mirabile* Thuret.

À l'embouchure des ruisseaux, sur les pierres lavées par l'eau vive, s'installent les rameaux bruns piqués d'un chapelet de glomérules sombres de *Batrachospermum moniliforme* Ktz. (que l'on trouve également, mais de taille très réduite, sur les pierres de la beine Nord) et les élégantes touffes pourpres de *Bangia atropurpurea* (Dillw.) Ag.

Certaines parties du littoral, où la grève est très déclive et bordée d'une série d'enrochements ou d'éboulis de cailloux submergés, sont des stations spéciales soumises à divers facteurs climatiques : éclairage intense, changements de température de grande amplitude, alternatives de sécheresse et d'humidité (côte depuis la Puya jusqu'à Beurivage et tout le littoral est du lac).

Les gros blocs à demi submergés, les murs de soutènement des quais sont parfois creusés de cavités peu profondes où l'eau s'accumule par l'action des vagues ou des embruns. Dans ces petits bassins se développent des enduits d'un beau rouge dus à une Volvocinée, *Sphaerella lacustris* Wittr. = *Chlamydococcus plurialis* A. Br. Par suite de la sécheresse, cette Algue constitue une couche brun grisâtre, mais elle recommence à végéter dès qu'elle se trouve soumise à l'action d'une humidité

prolongée. Sur ces blocs s'accrochent également les croûtes mamelonnées de divers Nostocs.

La Chlorophycaie. — Nous avons vu qu'au niveau de l'eau s'étale toujours le cordon littoral de la Tolypotriciaie, mais, en dessous de cette zone, surtout au printemps et en été, les pierres complètement submergées de la grève de 0^m50 à 1 mètre de profondeur se recouvrent uniformément d'une toison lâche d'un beau vert formée par les filaments enchevêtrés et ramifiés de *Cladophora glomerata*, mêlés aux gazons soyeux vert jaune des *Ulothrix zonata* et aux touffes des *Vaucheria geminata* et surtout de *Mougeotia genuflexa* dominants.

Il existe donc ici un groupe d'associations que l'on peut considérer comme une CLOROPHYCAIE très nette.

La Diatomaie. — Pendant l'hiver, les mêmes pierres immergées se recouvrent d'un mucus jaune brun, véritable tapis végétal composé en majeure partie de Diatomées où les espèces dominantes, *Gomphonema olivaceum*, *G. intricatum*, dressent leurs buissons aux pédoncules enchevêtrés, parmi lesquels se déroulent les longs chapelets articulés de *Diatoma vulgare* et *D. grande* au milieu desquels glissent les fines aiguilles des *Synedra* et les délicats fuseaux des *Navicula*.

Voici donc encore un autre groupe d'associations, la DIATOMAIE représentée par l'enduit muqueux des cailloux submergés et qui pénètre presque toujours la Chlorophycaie.

La Schizotriciaie. — Une autre formation des plus remarquables est constituée tout le long des grèves et sur les parties de la baine les plus voisines du littoral, par des cailloux couverts d'incrustations calcaires, spongieuses et grisâtres. Cette couche est, comme nous le verrons dans le chapitre suivant, le résultat d'une décalcification des eaux due à un phénomène biologique. A la surface de ces tufs s'accrochent les coussinets d'un beau vert de *Chaetophora tuberculata*, les thalles d'un vert gai de *Bulbochæte setigera*, de *Coleochæte pulvinata*, les rosettes des *Coleochæte scutata*, enfin, çà et là les mamelons noirâtres de *Scytonema turfaceum* Cooke = *Sirosiphon pulvinatus* Breb.

Les tufs sont sillonnés eux-mêmes dans toute leur épaisseur par les filaments morts ou vivants de certaines Oscillariées

appartenant au genre *Schizothrix*, formant un groupe d'associations, la SCHIZOTHRIXAIE, spécial à la région des concrétions calcaires (v. chap. suivant).

La Desmidiacie. — Un autre groupe d'associations trouve son habitat dans la zone de la Roselière. Les tiges des Phragmites et des Scirpes sont recouvertes, dans toute la partie qui se trouve au-dessous de l'eau, d'une sorte d'enduit muqueux, de couleur jaunâtre, où l'on rencontre une foule d'organismes. Des dépôts tufeux garnissent également les tiges (fig. 13-1) et leur origine est la même que celle des cailloux incrustés. Tous les groupes d'associations précédents se trouvent réunis dans cette station particulière. Ici apparaissent, en raison des conditions de station marécageuse, les *Desmidiées*, représentées par une demi-douzaine d'espèces seulement. On remarquera la pauvreté du lac d'Annecy en fait de Desmidiées. Ces algues n'existent pas dans la flore pélagique (1), à cause de la grande pureté des eaux et l'absence à peu près complète des matières organiques. Les points les plus favorables à leur végétation se rencontrent précisément dans la région de la beine marécageuse, où les Roseaux et les Jones abondent; les fragments de ces plantes tombent au fond de l'eau et la macération superficielle des tissus où s'installent les mousses blanchâtres de *Cladothrix dichotoma* Cohn est une condition des meilleures pour le développement de ces algues. Leur localisation dans la Roselière permet de déterminer pour cette région une association spéciale de microphytes, la DESMIDIAIE.

(1) La seule Desmidiée que j'ai rencontrée dans mes pêches de surface *Hyalotheca dissiliens*, provenait d'un trait de filet donné en avant du marécage d'Albigny. Cette algue doit donc être considérée seulement comme un élément planctonique de marais mélangé à la flore pélagique lacustre.

Eléments de la flore microphytique littorale

ALGAE (1)

1^{re} CLASSE : FLORIDEAE

Batrachospermum moniliforme Roth., embouchure des ruisseaux et pierres de la Beine N.

Bangia atropurpurea Dilw., embouchure du ruisseau des Marquisats.

3^e CLASSE : CHLOROPHYCEAE

1^{er} ORDRE : CONFERVOIDEAE

Coleochæte pulvinata A. Braun, sur les pierres de la beine.

C. scutata Breb., enduit des Roseaux, tufs de la beine.

C. soluta Pringsh., enduit des Roseaux.

Bulbochæte setigera (Roth) Ag., enduit des cailloux, mêlé avec les Spirogyres; sur les tufs.

B. nana Wittr., tufs de la beine.

Aphanochæte repens A. Br., sur filaments de Spirogyre.

Ulothrix zonata Web., sur les pierres.

Chaetophora tuberculosa Roth., pierres et mousses submergées.

C. longipila Ktz., sur les pierres de la beine et du littoral.

Draparnaldia glomerata Vauch., avec Spirogyres.

Stigeoclonium longipilum Ktz., avec les Bulbochæte sur les pierres et les tufs de la beine.

S. nanum (Dillw) Ktz., sur les pierres du littoral.

Cladophora glomerata Ktz., sur les tufs, les pierres du littoral, les mousses submergées.

2^e ORDRE : SIPHONEAE

Vaucheria ornithocephala Ag. var. *sericea* Lingb., parmi les Cladophora, sur les pierres.

V. geminata D. C., sur les cailloux du littoral.

(1) D'après la classification DE TONI : *Sylloge algarum omnium lucus que cognitarum*. Padua 1889-1894.

3^e ORDRE : PROTOCOCCOIDAE

Chlamydococcus plurialis A. Br. = *Sphaerella lacustris* Witttr., sur les pierres et les blocs périodiquement inondés.

Gongrosira codioliifera Chodat., sur les pierres incrustées de calcaire et sur les coquilles vides d'Anodontes.

Scenedesmus quadricauda Breb., enduit des Roseaux.

Pediastrum Boryanum Menegh., parmi les mousses immergées, les Tolypothrix et dans l'enduit muqueux des cailloux.

Trentepohlia umbrina Ag., en couche rouge à la base et sur les racines des peupliers et des saules lavés par les vagues à Talloires.

4^e ORDRE CONJUGATAE

Mougeotia parvula Hass., enduit des Scirpes.

Mougeotia genuifera Ag = *Mesocarpus pleurocarpus* de By., sur les pierres et en gros flocons reposant sur les gazons de Chara.

Mesocarpus scalaris (Hass) de By.

Zygnema cruciatum Ag., en gros flocons reposant sur les buissons de Myriophylles ou les gazons de Chara.

Z. leiospermum de By., sur les pierres et dans l'enduit des Roseaux.

Spirogyra adnata Ktz., parmi les Tolypothrix, sur les pierres.

Spirogyra varians (Hass) Ktz., dans l'enduit des Roseaux.

Sp. quinina Ag. var. de *porticalis* Vauch., sur les cailloux.

Sp. Weberi Ktz., sur les pierres.

Sp. Weberi var. *elongata* Rab., sur les pierres.

Hyalotheca dissiliens (Smith) Ralfs *minor* forma γ de Delponte., dans l'enduit des Roseaux.

Cosmarium Botrytis Menegh., enduit des Roseaux.

C. anomalum Delp., ..

C. margaritifera Menegh., ..

C. crenatum Ralfs., ..

Staurastrum teliferum Ralfs., ..

4^e CLASSE BACILLARIACAE

Naricula rhynchocephala Ktz. var. *Genevensis* Brun (1),
enduit des cailloux et des Roseaux.

N. pusilla W. Sm. var. *alpestris* Brun., enduit des pierres.

N. latiuscula Ktz = *N. patula* W. Sm., enduit des pierres.

N. vulgaris Heib = *Colletonema lacustre* Kutz = *Schizone-
ma lacustre* Ag., sur les pilotis.

N. vulgaris Heib. var. *lacustris* Brun., sur les pierres.

Pinnularia viridis Rab., enduit des Roseaux.

Cymbella Ehrenbergii Ktz., " "

C. gastroïdes Ktz. = *C. lanceolatum* Brun., enduit des
Roseaux et pierres.

C. prostatum Ktz., enduit des Roseaux.

C. cymbiformis Breb., " "

C. minuscula Grunow., sur les pierres.

C. variabilis Wartm., " "

C. caespitosum Ktz., " et enduit des Roseaux.

Amphora ovalis Ktz., sur les incrustations calcaires.

Gomphonema constrictum Ehr., enduit des cailloux.

G. dichotomum Ktz., sur Tolypothrix et Cladophora et dans
l'enduit des cailloux.

G. intricatum Ktz., sur les cailloux et l'enduit des Roseaux
et des Jones.

G. abbreviatum Agardh., sur les Cladophora.

G. olivaceum Ktz., dans l'enduit des Roseaux.

Cocconeis placentula Ehr., appliqués sur les filaments de
Cladophora et des Tolypothrix des pierres.

Achnanthes exilis var. *minutissima* Ktz., dans l'enduit des
Jones et sur les Tolypothrix.

Cymatopleura elliptica W. Sm. var. *apiculata* Pritsch.,
enduit des pierres.

Surirella norica Ehr. var. *costata* Brun., enduit des
Roseaux.

Diatoma vulgare Bory., enduit des pierres et des Roseaux.

D. Ehrenbergii Ktz. var. *grande* W. Sm., enduit des pierres
et des Roseaux.

(1) J. BRUN, *Diatomées des Alpes et du Jura*. Genève, 1880.

D. elongatum Ag., enduit des pierres et des Roseaux.

Meridion circulare Agardh., sur filaments de *Vaucheria*.

Synedra ulna Ehr., enduit des pierres.

S. gracilis Ktz., sur les pierres et attachées aux filaments de *Mougeotia*.

Nitzschia minutissima W. Sm., dans la gelée des *Ophrydium*.

Tabellaria fenestrata Ktz., boues des gazons de *Chara*.

T. flocculosa Ktz., " " "

Epithemia argus Ktz., enduit des Roseaux.

E. argus var. *alpestris* Grun., " et sur les tufs.

E. ocellata Ktz., " "

E. zebra Ktz., " "

E. turgida Ehr., " "

Eunotia arcus Ehr. var. *bidens* W. Sm. et Greg., enduit des Roseaux.

Cyclotella operculata Ktz. var. *antiqua*, sur les pierres et dans la boue des gazons de *Chara*.

5^e CLASSE. CYANOPHYCAE (1).

Calothrix parietina Thuret.

Dichotrix Nordstedti Born. et Flah.

Rivularia hæmatites Bornet et Flahaut.

Scytonema turfaceum Cooke = *Sirostiphon pulvinatus* Breb.

S. myochrous Agardh.

Tolypothrix lanata Wartmann.

T. penicillata Thuret.

T. distorta.

Nostoc commune Vauch.

Plectonema Tommasinianum Bornet

Oscillatoria limosa Ag.

Phormidium favosum Gom. var. β Gom.

Ph. Retzii Gom. forma *rupestris*.

L'énumération des autres Cyanophycées, constructeurs des Tufs, prendra place dans le chapitre suivant.

(1) Classification de BORNET et FLAHAUT, *Révision des Nostocacées hétérocystées*, Paris, 1886-88 et de GOMONT, *Monographie des Oscillariées*. Paris, 1893.

VIII

LES TUFES LACUSTRES ET LES GALETS SCULPTÉS

Nous avons vu que la beine est particulièrement développée dans les parties N. et O. du lac, sur une largeur variant de 250 à 500 mètres. C'est là que s'organisent de singulières productions, développées d'une manière *intense et caractéristique* au lac d'Annecy.

Lorsqu'on parcourt en bateau cette région, par temps calme, on aperçoit sur le fond recouvert de 1^m50 à 2 mètres d'eau, des masses spongieuses, mamelonnées, blanchâtres, jonchant le sol en assez grande abondance. Leur volume est très variable; elles deviennent plus rares à mesure que la profondeur augmente et on n'en trouve plus au delà de 5 à 6 mètres.

Les pieux des anciennes stations lacustres, les tiges de Roseaux et des Jones (Roselière de Duingt) sont également garnis de ces incrustations qui revêtent, d'une façon générale, tous les corps étrangers, bois, fragments de métal, qui sont immergés depuis longtemps sous les eaux.

A l'état frais, ces masses se présentent sous l'aspect d'encroûtements pierreux d'un gris sombre, d'une légèreté assez grande et extrêmement fragiles. Desséchées, elles prennent une couleur gris clair et deviennent presque friables.

Ce sont des *tufs calcaires*, d'une origine spéciale, pour lesquels les cailloux de la beine constituent une sorte de pôle d'attraction.

Ils se développent au-dessus et sur les côtés de la pierre, tandis que la face inférieure de celle-ci en est totalement dépourvue.

Dans les crevasses ou anfractuosités de ces tufs s'agitent tout un monde de Crustacés, de Coléoptères aquatiques, de larves de Phryganes, de Vers. La surface est, dans la règle, recouverte d'un enduit jaunâtre de Diatomées et de place en place s'accrochent isolés ou confluents de petits coussinets verdâtres, olivâtres ou brun foncé qui ne sont autres que des algues Chlorophycées ou Schizophycées. Ces dernières, comme on le verra, jouent un rôle capital dans la genèse de ces productions tufeuses.

Certaines concrétions sont très cavernueuses ou bien à surface

méandrique ou irrégulièrement sillonnée. Elles rappellent parfois la structure des tufs calcaires déposés par les sources incrustantes.

D'autres montrent une texture compacte en profondeur qui dessine une zone blanche autour du ton plus sombre de la roche (fig. 5, 6, 7).

Si on enlève la partie superficielle de ces tufs, qui se désagrège très facilement, on arrive bientôt à la pierre, laquelle, dans certains cas, a perdu sa compacité et dont la consistance est devenue lâche et crayeuse.

On constate déjà ici, sommairement, deux phénomènes distincts :

1° Production d'un dépôt calcaire;

2° Attaque et transformation des couches superficielles de la pierre.

Les dépôts se forment indifféremment sur tous les corps, mais en ce qui concerne l'attaque des pierres, *seuls les calcaires* subissent cette action; les briques, grès, cailloux de roches cristallines ne présentent pas trace de carie.

Historique.

CHODAT est le premier qui ait signalé la présence d'algues incrustantes dans le lac d'Annecy (1) : « Des algues ou cyanophycées peuvent aussi déposer du calcaire dans les eaux froides, ainsi au roc de Cher, au lac d'Annecy, ainsi que l'auteur a pu s'en assurer d'après des matériaux fournis par M. le professeur Forel. »

Les tufs lacustres, dans les lacs suisses, ont fait l'objet d'une étude très documentée de FOREL (2) qui signale pour mémoire deux variétés de tufs dans le lac d'Annecy : les concrétions tufeuses de la beïne et la corniche sous-lacustre du roc de Chère.

Le même auteur ignore l'existence des galets sculptés dans ce lac : « Notons que sur le littoral du lac d'Annecy, il n'y a pas trace de galets sculptés et cependant nulle part les algues incrustantes ne sont mieux développées. » Il cite le texte même de

(1) CHODAT, « Communication relative à des algues incrustantes et perforantes ». *Arch. des sc. ph. et nat. de Genève*, 15 mai 1897, p. 512.

(2) F. A. FOREL, *Le Léman*, t. III, pp. 186 et 385 à 398.

CHODAT, à l'examen duquel il a soumis ces tufs : « L'algue incrustante principale est *Hydrocoleum calcilegum* Braun. Mais il y a en outre des *Rivularia*, des *Scytonema*, des *Oscillaria* et çà et là des débris qui ressemblent plus ou moins à *Euactis calciora* ». « La conclusion, ajoute FOREL, n'est-elle pas bien prochaine : si, malgré l'incrustation abondante de l'*Hydrocoleum*, il n'y a pas de sculpture, n'est-ce pas à l'absence plus ou moins complète de l'*Euactis* qu'il faut attribuer ce défaut? »

Enfin, j'ai signalé sommairement, en 1899, la distribution des concrétions tufeuses sur la beïne et les bords du lac et leurs relations avec les zones de végétation, mais sans insister sur le phénomène de leur formation (1).

Dans son analyse des eaux du lac, DUPARC (2) écrit : « L'appauvrissement des eaux des affluents est le résultat d'une décalcification provoquée par la vie organique... On peut s'en convaincre par la présence de nombreux dépôts tufacés qui recouvrent la beïne du lac et que l'on peut également recueillir contre les parois abruptes qui forment le prolongement sous-lacustre du roc de Chère. Ces dépôts sont dus à des algues très abondantes dans le lac. »

Ces diverses notes constituent toute la littérature relative aux concrétions tufeuses du lac d'Annecy.

Distribution des tufs.

Les conditions climatiques, physico-chimiques et biologiques qui président à la formation des tufs se trouvent réalisées en plusieurs points du lac. Ce sont la forte insolation, la température relativement élevée des eaux, l'abondance des algues littorales et l'activité extrême de celles-ci dans le phénomène de décalcification des eaux.

On peut dire que sur tout le littoral, en exceptant toutefois l'extrémité S. du Petit Lac, où les tufs semblent manquer, ces concrétions se forment en quantité, partout où la beïne trouve place; elles garnissent également les éboulis pierreux de la côte E., très déclive depuis Menthon jusqu'à Chavoire. Dans les vastes

(1) M. LE ROUX, « Notes biologiques sur le lac d'Annecy ». *Rev. sav.* 1899.

(2) L. DUPARC, « Le lac d'Annecy ». *Arch. des sc. ph. et nat. de Genève*, 15 février 1894, p. 26.

EXPLICATION DE LA PLANCHE

1. Tige de Roseau recouverte d'incrustation tufeuse.
- 2, 3. Type particulier d'incrustation, sorte de feutrage de *Schizothrix* étalé en membrane sur le sol de la beine exondée en octobre 1906, entre Duingt et St-Jorioz.
- 4, 5, 6, 7, 8. Cailloux montrant en section l'épaisseur du tuf.
- 9, 10. Cailloux à incrustations mamelonnées.
- 11, 12. Cailloux à incrustations mamelonnées montrant les coussinets isolés ou confluents de Schizophticées : *Scytonema turfaceum* et *Rivularia hamatites* et les petits thalles isolés d'une Chlorophtycée : *Colcochara pulvinata*. Beine du Nord.
- 13, 14, 26, 27. Pierres à demi débarrassées de leur revêtement d'algues, montrant la partie cariée sillonnée de galeries méandriques.
15. Caillou sculpté de petites cupules coniques profondes au milieu de galeries sinueuses.
- 16, 17, 18. Fragments des tufs à cupules du Roc de chère.
- 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25. Cailloux débarrassés en partie de leur couverture d'algues (Beine de St-Jorioz), cariés suivant des lignes irrégulièrement divergentes (19) ou sinueuses (23, 24) ou suivant des lignes indiquant les points de moindre résistance, veines alignées parallèlement, favorables à la décalcification (20, 21).
28. Très bel exemplaire de galet sculpté méandrique (côte de Chavoire).
- 29, 30. Types de cailloux à incrustations cérébriformes.

Echelle : Réduction de 1/4.

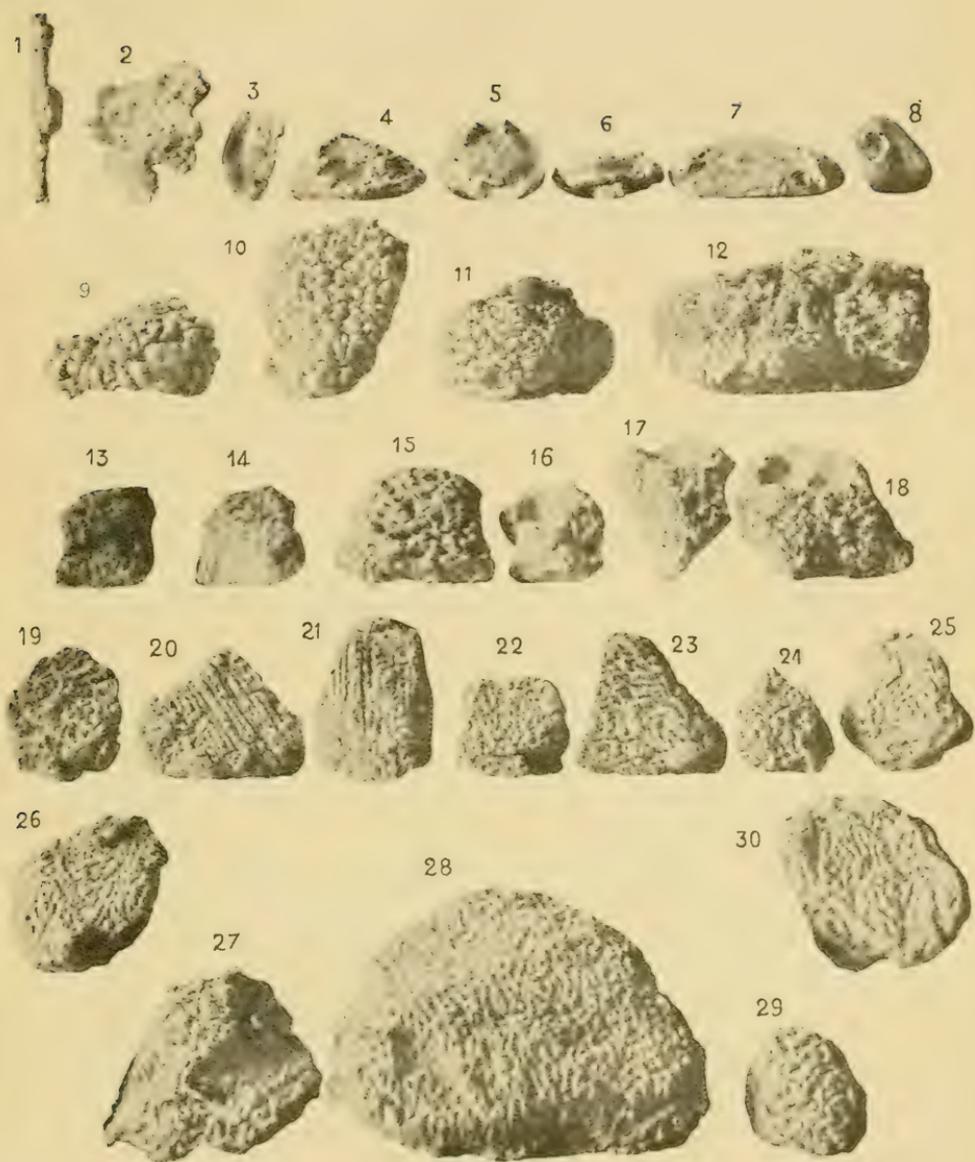


Fig. 13. — Les tufs lacustres et les galets sculptés

Roselières de Duingt-Saint-Jorioz, les tiges des Jones et des Roseaux sont recouverts d'une couche tufeuse (fig. 13-1); même sur le sol limoneux de cette région, s'étalent de larges plaques feutrées constituées par ce dépôt (fig. 13-2, 3).

Le phénomène ultime de désagrégation de ces tufs par l'action des vagues joue un rôle important dans la formation des plages au pourtour des beines, formées de sable fin où il y a mélange par décalcification partielle d'éléments siliceux et de limon calcaire détritique provenant des concrétions. C'est ainsi que se dépose cette variété de tufs lacustres en grains plus ou moins gros, qui ourlent le bord des marécages d'Albigny ou les quais des promenades du bord du lac en une sorte de cordon littoral alluvionnaire.

Une importante formation est celle, toute spéciale, qui borde la muraille abrupte du Roc de Chère. Sur la côté S., avant d'arriver à la grotte des Oiseaux, commence à se dessiner une forte corniche sous-lacustre que l'on peut suivre jusqu'au point où l'abaissement des couches urgoniennes détermine une petite plage au niveau du lac. Cette corniche reparait avant d'arriver à la faille occidentale, mais bien moins marquée, pour disparaître complètement avant la carrière des Bains de Menthon, où elle est remplacée par la couche tufeuse qui recouvre uniformément les cailloux immergés.

Cette corniche sous-lacustre s'étend à une profondeur variable de 0^m60 à 1^m20 en formant un surplomb horizontal de 50 centimètres de largeur en moyenne. Le dépôt calcaire est solidement fixé à la paroi rocheuse et va en s'atténuant en verticale, rayé de stries ou vallonnements, à mesure que la profondeur augmente. La drague emmanchée recueille encore des fragments tufeux contre la falaise jusqu'à 2^m50 de profondeur. Au delà de cette limite, on ne peut savoir ce qui se passe.

Le haut fond du Roselet qui fait face au Roc est entouré d'une beine très réduite où végètent des Jones; là aussi existent en quantité des cailloux sur lesquels l'incrustation tufeuse est fortement développée.

Il en est de même sur le Crêt de Châtillon, où la profondeur n'est que de 3^m3, au large de Sevrier. En raison peut-être de la profondeur trop considérable (8^m6) sur le Crêt d'Anfon, voisin du premier, les tufs semblent absents sur ce haut fond.

Origine des tufs

En 1894, DUPARC (1) donnait l'analyse chimique des eaux du lac et constatait que le résidu fixe était en moyenne de 0.1511, tandis que les eaux devaient titrer 0.1991 environ de matières dissoutes en tenant compte de l'apport des affluents. Il y a donc appauvrissement de 0.05 par litre.

L'explication de cette diminution du calcaire doit être cherchée dans le phénomène de la décalcification provoquée par la vie organique. Il s'ensuit la formation de concrétions tufeuses, résultat du processus biologique de la végétation de certaines algues qui décomposent le bicarbonate de calcium en dissolution dans l'eau, en absorbant l'acide carbonique et en précipitant le carbonate devenu insoluble.

Les eaux de surface sont également moins chargées en matières dissoutes que les eaux profondes. Cette différence provient de ce que l'absorption de l'acide carbonique est plus intense à la surface, en raison de l'insolation, d'où découle cette conclusion que les tufs lacustres n'existent plus à partir de la profondeur de six mètres.

On conçoit que par l'apport des affluents, par l'érosion et le lavage des terrains, une certaine quantité de carbonate de calcium se trouve en suspension dans l'eau du lac (2).

Les travaux de TH. SCHLÆSING (3) ont montré que lorsque l'eau tenant en suspension un carbonate neutre terreux insoluble, se trouve exposée à l'action d'une atmosphère plus ou moins riche en acide carbonique, une certaine quantité de ce gaz est fixée par le carbonate pour former du bicarbonate soluble. Inversement si l'acide carbonique diminue dans l'atmosphère, du carbonate neutre se précipite. SCHLÆSING a ainsi établi qu'une loi mathématique préside à ces phénomènes. « A chaque taux d'acide carbonique de l'air correspond une proportion déterminée de bicarbonate formé. Si ce taux croit ou décroît, la quantité de

(1) L. DUPARC, *loc. cit.*, p. 24.

(2) Le carbonate de calcium est extrêmement peu soluble : 13 millig. environ par litre d'eau à 16°.

(3) TH. SCHLÆSING, « Contribution à l'étude de la chimie agricole », *Encyclop. Chimique*, p. 14, et *Compte rendu de l'Ac. des Sc.* 1872, p. 138.

bicarbonate varie dans le même sens jusqu'à ce que l'acide carbonique ait acquis dans l'atmosphère une tension donnée. »

Or, les plantes aquatiques, de même que les végétaux terrestres qui décomposent l'acide carbonique de l'air, s'emparent avec énergie de la quantité d'acide carbonique contenu dans l'eau, qui est le produit de l'oxydation des matières organiques et de la respiration animale ou végétale.

Elles se comportent rythmiquement, pour ainsi dire, en concordance avec la loi de Schlœsing en décomposant le bicarbonate soluble dont l'acide carbonique est utilisé par ces végétaux qui le réduisent pour s'assimiler le carbone sous l'action de la lumière, et les échanges gazeux sont, dans la vie des algues par exemple, particulièrement intenses au moment de leur reproduction.

Expériences sur les tufs lacustres

Capacité d'absorption. — Un fragment de tuf (pris sur la Corniche sous-lacustre de Chère), abandonné, au sortir de l'eau, sur papier buvard jusqu'à égouttement complet pesait . 38^{gr}50

Desséché à l'étuve son poids était de 12^{gr}30

Quantité d'eau d'absorption. 26^{gr}20

Soit 68.05 p. c. en poids de la matière humide.

Un autre échantillon (pris sur la beine près de l'Île des Cygnes), traité dans les mêmes conditions d'expérience, pesait . 10^{gr}203

Desséché à l'étuve, son poids était de 2^{gr}243

Quantité d'eau d'absorption. 7^{gr}960

Soit 71.08 p. c. de la matière humide.

Analyse (1). — La moyenne de trois analyses qualitatives et quantitatives sur prises variant de 2 à 3 grammes de matière sèche, a donné :

Calcaire	p. c.	62.32	} 99 32
Silice		5.17	
Fer.		0.67	
Matières organiques		31.16	
Divers (alumine, oxygène uni au fer)		0.60	} obtenu par différence.
		<u>100.00</u>	

(1) Ces analyses m'ont été très obligeamment faites par M. le prof. GUERBY, du Lycée d'Ancey.

La proportion considérable de silice est à remarquer. Elle provient des silicates et des grains de sable décantés par l'eau et aussi de l'énorme quantité de Diatomées contenues dans l'enduit qui recouvre les tufs. Le chiffre, également très élevé, des matières organiques est dû aux Algues, dont les filaments vivants ou morts abondent dans ces concrétions.

Vitesse du dépôt. — En 1898, le 29 novembre, je retirais du lac, à trois mètres de profondeur à l'E. de l'Île des Cygnes un fragment métallique, débris de seau, en fer-blanc, recouvert d'une couche uniforme de tuf. Pesé dans un vase taré rempli d'une quantité donnée d'eau, je notais un poids de 255 gr. 031.

Je replaçai au même endroit ce fragment en le déposant sur la beine dans une boîte en fer-blanc ouverte au sommet.

La hauteur des bords du récipient au-dessus du sol devait empêcher l'apport des matières étrangères, sables, graviers, qui auraient pu introduire des causes d'erreur.

Au bout d'une année, le 30 novembre 1899, je retirais le fragment de tuf. Pesé dans les mêmes conditions que pour l'expérience initiale, le poids était de 272 gr. 277.

Le dépôt crustacé avait donc augmenté de 17 gr. 246.

La longueur du fer-blanc étant de 12 centimètres sur une largeur de 5 centimètres; sur sa surface de 60 centimètres carrés il s'était donc déposé 0 gr. 047 de calcaire par jour dans le courant de l'année.

Cette expérience, qui n'a évidemment pas toute la rigueur désirable, donne donc en gros la mesure de la rapidité du dépôt qui, on le voit, est assez grande. On ne peut aller plus loin dans les conclusions, car les données du problème ne permettent pas de déduire la quantité totale de carbonate de chaux qui peut se déposer dans les eaux du lac par le fait seul de la vie organique.

Pour un calcul exact, il faudrait évaluer toutes les surfaces (comprises en dehors de la courbe bathymétrique de cinq mètres où le dépôt des tufs peut se produire), qui sont recouvertes par cette production. Or, il serait téméraire d'affirmer que les algues sont distribuées partout, dans cette zone, d'une façon uniforme.

Pour avoir une idée du phénomène général de décalcification dans le lac, il faut provisoirement s'en tenir aux résultats de l'analyse de DUPARC (1) qui a démontré que le titre normal des

(1) DUPARC, *loc. cit.*, p. 26.

eaux devrait être de 0,1991 au lieu de 0,1511, en tenant compte de la décalcification. Le chiffre de matières dissoutes serait donc de 223.688.850 kil., au lieu de 166.760.850 kil. C'est donc 53.928.000 kil. de calcaire qui sont précipités par l'activité organique des algues.

Les Algues incrustantes et cariantes.

L'étude microscopique d'un tuf lacustre est chose assez délicate.

En présence d'un tel encroûtement qui masque les détails de sa structure interne, on doit avoir recours à un réactif approprié qui permette de se débarrasser du calcaire, c'est-à-dire à un dissolvant agissant en même temps sur les végétaux qui y sont contenus pour fixer leur plasma sans trop l'altérer.

Le liquide de PEZENYI répond à ces conditions (1). Un petit fragment de tuf mis en contact avec lui est au bout de quelques heures parfaitement débarrassé de son calcaire.

On voit alors immédiatement que la masse est formée d'innombrables filaments d'algues enchevêtrées qui sont des Oscillariées. En général, les couches extérieures sont seules vivantes; dans la profondeur, on ne rencontre que des gaines vides. Les mélanges d'espèces constituent la grande difficulté de ce travail; il faut essayer de les isoler au moyen d'aiguilles extrêmement fines.

L'examen macroscopique d'un tuf apporte une autre notion essentielle. Si l'on fait une section au couteau, l'instrument traverse d'abord une couche spongieuse, puis atteint une partie où le dépôt devient homogène, blanc crayeux et de consistance caséuse, pour arriver à la région intacte de la pierre qui a servi de base à l'incrustation. On trouve encore dans cette région altérée des débris de gaines.

Voici donc un deuxième phénomène marqué par une carie très nette de la pierre.

(1) Je dois à l'extrême obligeance de M. GOMONT la technique relative à ces algues et l'indication du réactif employé par lui :

Acide chromique à 0,5 p. c.	3 part.
Acide azotique à 10 p. c.	3 part.
Alcool	3

Enfin, dans certains cas, la couche concrétionnée est déblayée par des causes mécaniques quelconques, elle ne se montre plus que par îlots démantelés. La surface de la pierre, mise ainsi à nu, est sillonnée de pistes méandriques, sortes d'incisions rubanées de profondeur variable; elle est aussi parfois perforée de cupules. C'est le troisième stade du cycle évolutif des tufs lacustres, représenté par les galets dont les sculptures sont dues alors à l'intervention d'autres agents secondaires.

La Schizotricale. — Les principaux agents de la formation des tufs lacustres et de la carie des pierres sont des algues Schizophycées rentrant dans le genre *Schizothrix* s. g. *Inactis* et *Hyphæothrix* des Nostocacées homocystées (1).

Si on considère le type de végétation des concrétions calcaires et les espèces qui concourent à les produire, on est amené à reconnaître un autre groupe d'associations microphytiques : la SCHIZOTRICALÉ, ayant pour habitat la zone bathymétrique de 0 à 6 mètres répartie à peu près sur tout le littoral.

Afin de donner un aperçu floristique des tufs lacustres, je ne saurais mieux faire que de dresser la liste des associations types les plus fréquentes relevées sur 19 échantillons provenant de la beine nord et de la corniche du Roc de Chère qui ont été soumis à l'examen de M. Gomont et ont été déterminés par lui.

1. *Rivularia* sp.

2. *Tolypothrix* proxim *T. limbata*, Thuret, mais bien distinct de cette dernière espèce par ses filaments rampants, très différents par leur structure des rameaux dressés. Probablement sp. nov. (2).

3. *Calothrix fusca* Bornet et Flahaut.

4. *Dichotrix gypsophila* Born. et Flahaut.

Mixta. *Schizothrix lateritia* Gom. = *Hydrocoleum calcilegum* Braun.

5. *Rivularia hæmatites* Agardh = *Euactis calcivora* A. Braun.

Mixta. *Rivularia Biasoletiana* Meneghini.

(1) GOMONT, « Monographie des Oscellariées ». *Ann. des Sc. nat. botanique*, 7^e ser., t. XV et XVI.

(2) Le temps m'a manqué pour rechercher des échantillons de cette algue, qui mérite un examen approfondi.

- 6 et 7. *Tolypothrix* proxim. *limbata*.
8. *Rivularia Biasoletiana* Menegh.
9. *Scytonema densum* Bornet.
Dichotrix Orsiniana Born. et Flah.
Stigonema informe Ktz.
Schizothrix lateritia Gom.
10. *Stigonema informe* Ktz.
Schizothrix lateritia Gom.
11. *Rivularia hæmatites* Agardh.
12. *Stigonema informe* Ktz.
Scytonema myochrous. Agardh.
" *densum* Bornet.
Schizothrix lateritia Gom.
13. 14, 15. *Schizotrix lateritia* Gom.
Stigonema informe Ktz.
16. *Schizothrix lateritia* Gom.
Stigonema sp.
17. *Schizothrix fasciculata* Gom.
18. *Schizothrix fasciculata* Gom.
Dichotrix gypsophila Born. et Flah.
19. *Schizothrix fasciculata* Gom.
" *lateritia* Gom.

Ces deux dernières constituant de grosses masses calcaires sur la corniche du Roc de Chère.

Les Schizophycées cariantes sont surtout *Schizothrix lateritia*, *S. fasciculata*, *Rivularia hæmatites* et *R. Biasoletiana*. Il faut y ajouter, dans certains cas assez rares et à titre très accessoire, *Gongrosira codiolifera* Chodat, dont on rencontre parfois les taches verdâtres sur les cailloux de la beine.

Sur toutes les concrétions tufeuses s'installent, en outre, les coussinets plus ou moins incrustés des autres algues habituelles du littoral : *Stigonema turfuceum* Cooke = *Scytonema turfuceum* Cook = *Sirosiphon pulvinatus* Breb. (pl. IV-2 et fig. 13-12-11).

Scytonema alatum Borzi = *Petalonema alatum* Berkeley.
Gloeotrichia natans Rab.

Associés aux thalles de *Coleochæte pulvinata* A. Braun, presque toujours présente et à *Nostoc commune* Vauch.

Les galets sculptés.

J'ai longtemps ignoré l'existence des galets sculptés dans le lac d'Annecy. Leur découverte est toute récente. Elle est due, en effet, à la longue période de sécheresse de 1906, pendant laquelle les beines, ainsi que la corniche tufeuse du Roc de Chère, ont été mises au jour sur une large étendue, facilitant aussi l'exploration de régions inaccessibles en temps ordinaire. J'ai donc pu étudier sur place la biologie des concrétions tufeuses, poursuivre les observations au laboratoire sur des échantillons intacts et bien vivants. La planche ci-jointe réunit les exemplaires les plus typiques (fig. 13).

Le problème de la carie des pierres et de la sculpture des galets est, parmi ceux concernant la biologie lacustre, l'un des plus captivants.

De nombreux travaux ont été publiés à ce sujet. L'énoncé de cette copieuse littérature encombrerait inutilement le présent mémoire; il y a lieu de renvoyer le lecteur au 3^e volume du *Léman*, où FOREL a lumineusement exposé l'état actuel de la question (1).

Parmi les principales explications des divers auteurs, dont toutes s'accordent à peu près sur un seul point : l'action incrustante des algues et qui, à côté, invoquent dans la généralité du processus biologique l'intervention préalable ou ultérieure d'autres agents chimiques ou mécaniques, il faut retenir les suivantes :

FOREL considère les Cyanophycées des tufs comme simplement incrustantes, mais non perforantes. Si, par l'action des vagues, la couche organique formée par les algues est enlevée, l'eau chargée d'acide carbonique dissout chimiquement la pierre. Il démontre en outre, par des expériences ingénieuses, que les sillons sont creusés par les larves de certains insectes Névroptères (*Tinodes*); que ces sillons sont dénudés et que les crêtes séparatives *seulement* sont garnies par les coussinets d'algues.

KIRCHNER (2) adopte à peu près les mêmes conclusions, mais le creux des sillons est, d'après cet auteur, rendu plus profond

(1) F.-A. FOREL, *Le Léman*, vol. III, pp. 386 à 405.

(2) SCHRÖTER U. KIRCHNER, *Die Vegetation des Bodensees*. 1896, p. 47, Taf. II.

par l'action dissolvante de l'eau qui agit consécutivement sur ces sortes de couloirs dus à la corrosion produites par les larves.

CHODAT (1), qui a également étudié attentivement les tufs lacustres, constate que le revêtement algueux est continu; les sillons, comme les crêtes, sont recouverts d'une incrustation à peu près d'épaisseur égale.

D'autre part, si on aplanit au couteau la surface du caillou après avoir enlevé la couche friable, on voit dans cette dernière une apparence marbrée déterminée par un semis de veines vertes rampant sur le fond grisâtre de la pierre. Il y a pénétration de l'algue dans la masse de la pierre. « Au contact de végétaux cariants, cette dernière devient plus friable et plus blanche; en certains points, la pénétration des algues est plus forte et alors se dessine une racine verte autour de laquelle le calcaire est progressivement attaquée. » Les larves viennent ensuite désagréger la masse cariée.

Enfin WESENBURG-LUND (2) dit que les algues commencent l'attaque de la pierre; plus tard, les animaux viennent creuser les sillons en déblayant la surface corrodée. Il ajoute que la corrosion n'est pas localisée seulement sur les calcaires, dans les lacs du Danemark, mais que les silex mêmes sont atteints.

Mes observations viennent d'abord absolument confirmer les vues de CHODAT, car j'ai souvent rencontré sur les cailloux tufeux de la Seine la zone cariée en profondeur et complètement recouverte d'une couche d'algues ininterrompue (fig. 5, 6, 7, 8).

Voici d'ailleurs une observation qui est assez instructive.

Sur la face Sud du Roc de Chère, un peu à l'est d'une des grottes où GUINIER a constaté la présence inattendue de l'*Adiantum capillus Veneris*, se montre un ressaut de la falaise rocheuse recouvert en temps ordinaire de 1^m20 d'eau. En octobre 1906, cette corniche était immergée et on pouvait voir à sa surface de curieuses cupules (fig. 16, 17, 18). La baisse extraordinaire des eaux a d'ailleurs permis de prendre une photographie de leur ensemble (pl. III-1).

A droite et à gauche de ce point, la corniche tufeuse est en place plus ou moins érodée par le choc des vagues et l'enduit crustacé habituel recouvre les parties où la roche n'est pas

(1) R. CHODAT, *Etudes de biologie lacustre*, p. 112.

(2) WESENBURG-LUND, *Studier over Soekalk. Bønnema'lm og Soegyttje i danske Indsøer*, Kjobenhavn 1901.

dénudée. Les dépressions ou creux circulaires mesurant 5 à 10 cent. de diamètre sont rapprochés et séparés par des arêtes irrégulières sur lesquelles reposent de minces coussinets d'algues. Le fond des cupules montre la structure ordinaire de la roche.

Tout près de là, des concrétions tufeuses étaient en place, plus spécialement localisées en des sortes de coussinets saillants à la surface de l'enduit général, ayant les mêmes dimensions que les cupules. Ayant gratté l'un des coussinets, je remarquai qu'à une profondeur de 2 à 3 centim., la structure de la roche se modifiait. Celle-ci apparaissait plus molle, comme crayeuse, en un mot, cariée. Lorsque le couteau avait enlevé totalement cette couche, une cupule se dessinait, montrant au fond la pierre compacte et inaltérée.

Les intervalles ou crêtes séparant ces dépressions sont recouverts d'une mince couche d'algues *jeunes*, tandis que les larges coussinets sont formés par une agglomération de *Schizothrix lateritia*, *S. fusciculata* associés à *Rivularia haematites* et *R. Biasoletiana* dont les colonies se multiplient avec une activité plus ou moins grande et concourent toutes ensemble à l'attaque de la roche.

Par quel mécanisme la carie se fait-elle? L'hypothèse de CHODAT est assez ingénieuse : « Ne se pourrait-il pas, dit cet auteur, que les Schizothrix et autres Myxophycées eussent la propriété de prendre le CO_2 du calcaire même qu'elles habitent en le transformant en $\text{Ca}(\text{OH})_2$ lequel, par l'acide carbonique excrété par la respiration et contenu dans l'eau, se transformerait selon le temps et les circonstances en carbonate de chaux de seconde formation? »

Il est difficile d'expliquer le phénomène, mais l'observation ci-dessus relatée met en lumière le rôle très net et indiscutable de la carie des pierres par un processus de décomposition crayeuse dû à l'activité biologique de certaines algues. Puis des phénomènes successifs apparaissent. Par une cause quelconque, le revêtement vivant ou mort des végétaux qui formaient mamelon sur la pierre a été déblayé, l'action mécanique des vagues, unie au pouvoir dissolvant de l'eau, a entraîné la matière pierreuse altérée et devenue friable, et par lavages continus le fond de la cupule est nettoyé montrant à nu la roche intacte.

Biologie des tufs lacustres et des cailloux sculptés.

Voyons maintenant comment il faut comprendre la genèse des tufs lacustres et la sculpture des galets.

Il est incontestablement établi que des algues spéciales (*Schizothricées*) décomposent par leur activité biologique le calcaire contenu en dissolution dans l'eau, à l'état de bicarbonate de calcium.

Elles s'emparent de l'acide carbonique et laissent précipiter le carbonate de calcium insoluble qui se dépose au milieu des filaments d'algues pour former un coussinet pierreux.

Entre le premier dépôt formé par les algues incrustantes et l'état de sculpture des galets, qui est le terme ultime du processus biologique des tufs lacustres, il y a place pour des opérations successives exécutées par plusieurs agents, d'abord *les algues*, puis *les animaux*, concurremment avec certaines actions mécaniques ou physico-chimiques résultant du milieu ambiant.

Considérons un tuf en formation représenté par un caillou où se sont accrochés quelques-uns des coussinets isolés des algues *Schizothrix lateritia*, *S. fasciculata*, qui décalcifient l'eau avec énergie et sont surtout les agents les plus actifs de la carie des pierres.

Deux jeunes thalles élémentaires, formés de nombreux trichômes enchevêtrés, s'installent à peu de distance l'un de l'autre (fig. 14-1 en A et B).

Par suite de l'accroissement végétatif, les deux coussinets se rapprochent et finissent par confluer (fig. 2) pour arriver, au bout d'un certain temps, à n'en former qu'un. Par la réunion de nombreux coussinets on arrive au stade mamelonné des concrétions tufeuses.

Les parties *vivantes* des algues sont tout à fait à la périphérie, tandis qu'à mesure que celles-ci vieillissent, les filaments les plus anciens et les plus *internes* meurent et se réduisent à des gaines vides (fig. 3.)

Mais il faut considérer en même temps que pendant toute la période de l'activité biologique de la plante, la *carie superficielle* de la pierre s'est effectuée et qu'elle est d'autant plus profonde aux points où les filaments sont depuis plus longtemps fixés. On a donc des points de moindre résistance en A et B déterminés

par une carie plus intense et tout préparés à un action efficace d'érosion de la part de certains agents mécaniques ou chimiques.

Il y a donc dans ce premier stade un processus tout à fait comparable à celui qui caractérise la biologie bien connue des *Sphagnum* : leur développement, la mort des touffes les plus anciennes et la formation consécutive de la tourbe.

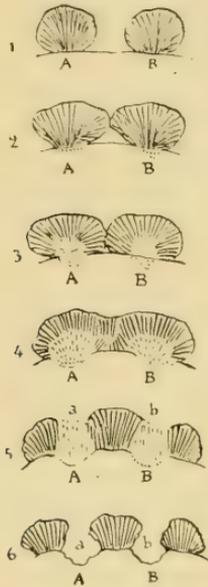


Fig. 14. — Figures schématiques montrant le processus de la carie des pierres consécutive au développement des algues incrustantes.

Explication de la figure. — Les filaments des algues en pleine activité végétative sont indiqués par des traits pleins; les algues dépérissantes ou mortes par des traits discontinus; la partie cariée de la pierre est limitée par un pointillé.

N'est-il pas en outre curieux de remarquer que, dans ces coussinets d'algues, les couches extérieures de la masse sont seules vivantes, tandis que dans les couches profondes on ne rencontre que des gaines?

S'il était possible de comparer des formations naturelles d'une importance aussi inégale, on pourrait dire que ces masses pierreuses d'origine végétale ressemblent à celles que forment les coralliaires dans les récifs madréporiques.

Si on recueille des tufs lacustres et qu'on les maintienne en observation dans un cristallisoir, on remarque bientôt dans toutes les anfractuosités de ces concrétions une extraordinaire agitation. De nombreux animaux se meuvent, viennent nager à la surface, puis s'abritent dans les creux et rampent dans les galeries sinuées à la recherche de leur nourriture, sous le couvert des buissons pierreux.

Ce sont d'abord *Gammarus fluvialis* et *G. Delebecquei*, dont les pattes aux griffes rigides et le corps muni d'une dure carapace contribuent, par leur frottement continu, à l'agrandissement des galeries.

Puis de petits Coléoptères aquatiques cheminent en tous sens dans ces sentiers méandriformes : *Platambus maculatus*, *Riolus cupreus*, *Laccobius minutus* (1) et ses nombreuses larves qui accomplissent leur développement dans les réduits obscurs des tufs.

On trouve en outre, en abondance, une très petite *Phrygana* sp. ? qui construit son tube mobile avec les éléments détritiques très fins des galeries ; mais celles-ci sont vraisemblablement des ouvrières de la dernière heure et dont le rôle est très secondaire.

FOREL, dans sa théorie des cailloux sculptés des lacs suisses, avait attribué la sculpture de ces pierres à l'intervention d'une grande Phrygane *Tinodes*.

J'ai retrouvé ce nevroptère, ou plutôt *Hydropsyche maculicornis* Pictet, en abondance au lac d'Annecy. Cette larve attache son fourreau serpentiforme à la surface des *pierres dénudées* de la beine Nord, mais cet organe est simplement appliqué sur la roche et ne détermine pas, ainsi que j'ai pu m'en assurer maintes fois, *la moindre érosion à sa surface*. Il faut donc considérer ici comme nul le rôle de l'Hydropsyché dans la sculpture des galets que l'on doit attribuer, sans nul doute, pour partie et comme action finale, à l'intervention des animaux dont il est parlé plus haut.

Les sillons sont à peu près déblayés d'algues, tandis que les crêtes en sont pourvues, fait qui concorde avec celui énoncé par FOREL. L'examen des figures 4, 5, 6, montre clairement comment les coussinets d'algues arrivent à se réunir en laissant aux points

(1) Je dois la détermination de ces Coléoptères à un spécialiste, le D^r REGIMBART, d'Evreux, que je suis heureux de remercier ici de son obligeance.

A et B, par suite de la mort des algues, place à la désagrégation par l'action mécanique des eaux, peut-être aussi par une action chimique et au passage ultérieur des animaux qui se chargeront de déblayer les matériaux.

Les parties externe et médiane sont recouvertes par les coussinets jeunes, tandis que les parties *a* et *b*, formées d'algues anciennes et mortes, sont déblayées. On arrive en définitive à comprendre la disposition des algues sur les crêtes de la pierre, tandis que les sillons *a* et *b* en sont dépourvues.

L'action chimique, encore inexplicquée, est d'ailleurs indéniable, si on considère la planche 13-19, 20, 21, qui montre des cailloux en partie débarrassés de leur revêtement algueux où la décalcification s'est produite en suivant les lignes de stratification de la pierre, jalonnées par des veines de substance plus attaquable.

Résumé des associations végétales du lac d'Annecy

Il est maintenant utile de prendre une vue d'ensemble des groupes d'associations végétales, en distinguant les régions d'habitat (unités topographiques) et les associations types ou représentatives (unités biologiques).

En tenant compte de la terminologie et des notions établies par WARMING et DRUDE, des travaux de SCHRÖTER et KIRCHNER sur le Bodan, de MAGNIN (Lacs du Jura, p. 132), de PAVILLARD sur l'étang de Thau, en les complétant par des observations personnelles, on peut établir pour le lac d'Annecy le tableau suivant :

		FORMATIONS ET ZONES D'HABITAT	GROUPES D'ASSOCIATIONS	ASSOCIATIONS REPRÉSENTATIVES
Plantes fixées au sol. Hydrophytes fixées. — <i>Phytobenthos</i> de HAECKEL.	Flore littorale. <i>Benthos littoral</i> HAECKEL.	Plantes des Rives.	Saulaie.	Aulaie.
		Amphiphytes des marais.	Caricaie (magno-caricaie)	Molinaie. Bryophytaie.
Hydrophytes libres. — <i>Pleuston</i> de SCHÖRER.	Flore profonde. <i>Benthos profund</i> HAECKEL.	Roselières. <i>Rohrsümpfe</i> (WARMING).	Scirpaie.	Equisetaie. Heleocharaie. Typhaie. Phragmito- Scirpaie.
		Limmophytes. <i>Linnées</i> (WARMING).	Phragmitaie.	Nupharaie.
	Tufs lacustres. <i>Nérides</i> (WARMING).	Potamaie. Charaie.	Myriophyllaie. Polygonaie.	
	Schizophycées. (WARMING).	Tolypotricaie. Chlorophycaie. Desmidiaie. Diatomaie.	Schizotricaie.	
A) Macrophytes.	1. Hydrocharites émergées (WARMING). Pleuston nageant.	Schizophycaie.	Oscillariaie.	
	2. Hydrocharites immer- gées (WARMING). Pleuston flottant.	Lemnaie.		
B) Microphytes.	Conjuguées filamenteuses entraînées à la surface du lac. Organes des plantes. (Poils des platanes, Pol- len, Zygospores).	Ceratophyllaie. Utriculariaie.		
		Zygnemaie.	Spirogyraie.	

PÉRIODICITÉ :

Plantes flottantes. (<i>Phytoplankton</i> .)	Région	Hiver :	Diatomo-Schizophycaie.
<i>Limnoplankton</i> HAECKEL.	pélagique.	Printemps :	Ceratio-Asterionellaie.
		Été :	Peridinio-Chlorophycaie.
		Automne :	Pediastro-Cyclotellaie.



IX

LA FAUNE LITTORALE

A. — LES INVERTÉBRÉS

Les animaux qui composent les foules innombrables de la faune flottante, ceux qui peuplent les eaux profondes vivent dans des conditions d'habitat toutes différentes de celles qui caractérisent la région littorale.

Plus ou moins près de la rive rampent sur le limon les êtres inférieurs, Amibes, Héliozaïres. Dans l'enduit muqueux des cailloux submergés et des tiges de roseaux s'agite tout un monde d'Infusoires, de Nématodes, de Tardigrades, et de Rotateurs. Sur les gazons de Chara reposent les curieuses boules gélifiées des Ophrydium.

Dans les anfractuosités des cailloux tufeux de la beïne se meuvent de nombreux Crustacés, des larves et des Coléoptères aquatiques ; au milieu d'eux, les industrieuses Phryganes construisent leurs tubes. Parmi les Chara ou sous les feuilles des Lentilles d'eau, les Hydres balancent leurs tentacules, et de place en place s'érigent sur les cailloux de rares colonies d'Éponges. D'autre part, les Bryozoaires appliquent étroitement leurs arbuscules sur la muraille des rochers abrupts submergés, sur les pilotis ou la carène des bateaux. Des Hydrachnides parés de vives couleurs cheminent au milieu des plantes aquatiques ; les Ostracodes sillonnent paresseusement le limon à la surface duquel rampent les Planaires. Sur le sable de la beïne reposent les coquilles d'Anodontes, tandis que les Pulmonés s'accrochent aux cailloux ou rampent le long des tiges aquatiques.

Rhizopodes, Héliozoaires

Amœba proteus Leidy. Enduit des Phragmites et sur les tufs, parmi les Vorticelles.

Hyalodiscus limax Duj., enduit des cailloux.

Diffugia lobostoma Leidy., sur les feuilles des Myriophylles.

Actinosphaerium Eischornii Ehr., enduit des Roseaux et des cailloux.

Infusoires

Carchesium polypinum Ehr., sur les feuilles des Myriophylles.

Vorticella campanula, id.

Acineta grandis Kent., sur les filaments de Tolypothrix.

” *linguifera* Clap. et Lach., id.

Colpoda cucullus O. F. Müller, parmi les Cladothrix sur les tiges de Roseaux en décomposition.

Coleps hirtus O. F. Müller, sur l'enduit des Roseaux.

Vorticella nebulifera O. F. Müller, sur l'enduit muqueux des cailloux.

Ophrydium versatile Ehr., var., *acaulis* Roux., en boules gélatinées sur les gazons de Chara.

Chilodon cucullulus O. F. Müller, enduit des Roseaux.

Paramœcium bursaria Ehr., id.

Metopus sigmoides Clap. et Lach., id.

Lionotus anser O. F. Müller, enduit des cailloux.

Halteria grandinella O. F. Müller, id.

Spongiaires

Eupongilla lacustris L., en petites plaques lichenoïdes, toujours petites et rares, sur les cailloux de la beine nord (1).

Hydroïdes

Hydra vulgaris L., avec ses variétés *H. fusca*, L. *H. rubra*, L. *H. viridis* L., sur les plantes aquatiques, Lemna, Chara, Myriophylles.

(1) Une autre éponge, *Ephydatia fluviatilis* Auct., se développe, certaines années en abondance, dans le Thioux, émissaire du lac.

Turbellariés

Microstomum lineare Oerst., enduit des pierres.

Vortex scoparius O. Schm., id.

„ *truncatus* Ehr., sur le limon.

Polycelis nigra Ehr., sous les pierres.

Dendrocoelum lacteum Oest., id.

Mesostoma lingua O. Schm., id.

Cestodes

Dibothrium ligula Donn. = *Ligula simplicissima* Auct.
parasite du Chevaîne et du Gardon.

Nematodes

Dorylaimus stagnalis Duj., enduit des Roseaux.

Gordius aquaticus L., marécages d'Albigny.

Annelides

A. Choetopodes.

Tubifex rivulorum Lam., dans le limon.

Nais elinguis O. E. Müller, enduit des Roseaux.

„ *proboscidea* O. F. Müller, id.

B. Hirudinées.

Haemopsis sanguisuga L., côte d'Albigny.

Clepsine bioculata Sav., sous les pierres.

Nephelis vulgaris Moq. Tand., id.

Rotateurs

Philodina roseola Ehr., enduit des cailloux et des Roseaux
parmi les *Phormidium favosum* et *Retzii*.

Rotifer vulgaris Schrank., enduit des cailloux et des Roseaux.

Copeus labiatus Gosse, enduit des cailloux et des Roseaux.

Proales petromyzon Ehr., id.

Diglena forcipata Ehr., parmi les Conjuguées filamenteuses.

Euchlanis macrura Ehr., enduit des cailloux.

Monostyla lunaris Ehr., id.

Colurus bicuspidatus Ehr., id.

Metopidia solidus Gosse, id.

Mastigocerca lophoessa Gosse, parmi les Spirogyres.

Bryozoaires

Plumatella repens L., sur les pierres, dans les grottes submergées et obscures du Roc de Chère.

Crustacés

Simocephalus retulus Schoedl., parmi les Conjuguées filamenteuses.

Acroperus leucocephalus Baird. = *A. harpae* Baird., parmi les Spirogyres.

Pleuroæus hastatus Sars., parmi les Spirogyres.

Chydorus sphaericus O. F. Müller, id.

Cypris fasciata O. F. Müller, boue des Chara.

.. *fuscata* Jurine, parmi les touffes de Zygnema.

Cyclocypris serena Koch., dans les gazons de Chara.

Canthocamptus staphylinus Jurine, id.

Gammarus fluvitilis Roesel, cailloux de la beine.

.. *Delebecquei* Chevr. et de Guerne, id.

Tardigrades

Macrobiotus macronyx Duj., enduit des Roseaux.

Hydrachnides

Atax crassipes O. F. Müller, parmi les plantes aquatiques.

Hygrobates longipalpis Herm., Kön., parmi les plantes aquatiques.

Limnesia pardina Neuman.

” *histrionica* Bruz.

Mollusques

A. Gastropodes.

Limnaea stagnalis L., parmi les Roseaux, sur les pierres.

” *auricularia* L., parmi les Roseaux à Albigny.

” *parvula* Locard (1), pierres à Menthon.

” *peregra* Müller, sur le littoral de la partie Nord.

” *palustris* Müller, id.

Planorbis marginatus Drap., partout sur le littoral.

” *carinatus* Müller.

” *cristatus* L. rare, amené probablement d'un ruisseau.

Valvata piscinalis Müller, beine Nord.

” *opaca* Dumont et Mortillet, au test éburné, brillant et complètement opaque (2), mais qui pourrait bien être une variété locale.

Ancylus fluviatilis Müller, sous les pierres et parmi les Roseaux.

Bithynia tentaculata L., parmi les gazons de Chara.

B. Lamellibranches (3).

Anodonta anatina L., en quantité sur la beine nord et les Roseaux d'Albigny.

Anodonta anatina var. *major* L., en quantité sur la beine nord et parmi les Roseaux d'Albigny.

(1) Quelques exemplaires trouvés sur littoral de Menthon proviennent du déversoir de la source sulfureuse, située à quelques centaines de mètres de distance, où cette espèce est abondante. Il est intéressant de noter que l'action sulfureuse paraît avoir été nulle sur cette espèce, assez polymorphe (Détermination Locard.)

(2) G. MORTILLET, « Une coquille spéciale au lac d'Annecy ». *Rev. Sav.* 1892, p. 251.

(3) *Unio pictorum* L. ne se rencontre pas dans le lac, mais il se trouve dans son émissaire, le Thioux.

Anodonta Cygnea L., en quantité sur la beine nord et parmi les Roseaux d'Albigny.

Pisidium amnicum L., sur les fonds tufeux de la beine et dans les Chara.

Sphaerium corneum L., sur les fonds tufeux de la beine et dans les Chara.

Insectes

A. Coléoptères.

Comme dans tous les grands lacs, les Coléoptères aquatiques sont peu nombreux en espèces. On y trouve :

Agabus bipustulatus L.

Laccobius minutus et ses larves, dans les anfractuosités des tufs.

Riolus cupreus Germ., id.

Platambus maculatus Fab., id.

Halypylus fluviatilis Aubé, parmi les plantes aquatiques.

Hydroporus palustris L.

Dytiscus marginalis L.

Quelques Coléoptères vivent au bord des eaux :

Elaphrus uliginosus Fabr., dans les marécages, sous les feuilles.

Odacantha melanura L., parmi les Roseaux.

Harpalus azureus Fabr., sur le bord du lac.

Bembidium Sturmii L., sur la vase.

Sur les *Iris pseudacorus* vivent en quantité *Haltica pseudacori*.

B. Névroptères.

Limnophilus rhombicus L., larves, parmi les gazons de Chara

Hydropsyche senex Pictet, id.

” *maculiformis* Pictet, appliquent leurs tubes sur les pierres de la beine.

Phryganea minor Ct, dans les anfractuosités des tufs lacustres.

C. Hémiptères.

Notonecta glauca L.
Naucoris cimicoides L.
Nepa cinerea L.
Ranatra linearis L.

D. Névroptères

Libellula vulgata L.
" *quadrimaculata* L.
Agrion puella L.
" *hastulatum* Ch.
Cloeon dipterum L.
Oeschna affinis L.
Ephemera vulgata L.
Nemura variegata O.

E. Diptères.

Corethra plumicornis Fabr., larves sur le limon.
Chironomus plumosus L., larves, tubes sur les cailloux de la beïne.
Tanyptus varius Fabr., larves sur le limon.

B. — LES VERTÉBRÉS

Mammifères

Quelques rares mammifères, en raison de leur genre de vie, habitent les rives du lac. Ce sont toutes des espèces de la plaine ou fréquentant les cours d'eau, qui viennent chasser au bord des eaux :

Lutra vulgaris Erxl., Loutre.
Arvicola amphibius L., Rat d'eau.
Mus decumanus Pallas, Surmulot.
Crossopus fodiens Pallas, Musaraigne d'eau.
Vespertilio mystacinus Liesler, Vespertilion moustac.

Oiseaux

Rapaces.

Falco haliœtus Temm. Aigle pêcheur; printemps.

Circœtus gallicus Vieill., Aigle Jean le Blanc; de passage, niche dans les rocs de Veyrier et de Chère.

Milvus ater Briss, Milan noir; niche au printemps au mont Veyrier.

Strix aluco L., Chouette Effraie; vieux murs au bord du lac.

Passereaux.

Hirundo rustica L., Hirondelle de cheminée ou ordinaire.

.. *urbica* L., Hirondelle de fenêtre ou Cul blanc.

.. *riparia* L., Hirondelle de rivage.

Les dates d'arrivée et de départ des hirondelles sont variables, ainsi qu'on le verra dans le tableau suivant mentionnant des observations depuis 1893 :

DATES D'ARRIVÉE	DATES DE DÉPART
1893 2 mars.	25 septembre; passages les 3, 4 et 10 octobre.
1894 15 avril.	15 septembre; passages les 5 et 15 octobre.
1895 30 mars, en masse du 1 ^{er} au 10 avril.	14 et 15 septembre.
1896 10 au 19 avril	6 octobre.
1897 13 et 28 avril.	11 octobre.
1898 5 avril.	7 octobre.
1899 30 mars; en masse 10 avril.	15 octobre.
1900 20 au 23 mars.	17 octobre.
1901 18 avril.	16 octobre.
1902 10 avril.	19 octobre.
1903 30 mars.	30 octobre.
1904 1 ^{er} avril.	23 octobre.
1905 10 avril.	9 octobre.

Alcedo hispidus L., Martin-pêcheur.

Cinclus aquaticus Bechst., Merle d'eau ou Religieuse.

Calamohërpe palustris Bechst., Rousserolle des marais, Rossignolet.

Calamoherpe arundinacea de S. Longch., Rousserolle des
Rôseaux.

Calamoherpe phragmita de S. Longch., Rousserolle phrag-
mite.

Motacilla alba Gmel., Bergeronnette grise.

Échassiers.

Gallinago media Leach, Bécassine ordinaire.

„ *major* Gmel., „ double.

Charadrius squatarola L., Vanneau pluvier.

„ *morinellus* L., „ guignard.

Vanellus cristatus Mey et Wolf, Vanneau luppé.

Ardea garzetta L., Héron garzette.

„ *stellaris* L., „ butor.

Ardetta minuta L., Héron blongios.

Nycticorax griseus Strickl, Héron bihoreau.

„ *ardeola* Temm., Bihoreau à manteau.

Totanus calidris L., Chevalier gambette.

„ *glottis* Bechst., Chevalier aboyeur.

Hemutopus ostralegus L., Huitrier pie.

Rallus aquaticus L., Râle d'eau.

„ *porzana* Vieill., Râle marouette.

Gallinula chloropus L., Poule d'eau ordinaire.

Fulica atra L., Foulque macroule.

Palmipèdes.

Cygnus olor L., Cygne tuberculé, domestiqué, ayant produit
une année des Cygnets faux albinos (1).

Anas boschas L., Canard sauvage.

„ *acuta* L., Canard pilet.

„ *clangula* L., Canard garrot.

„ *crecca* L., L., Sarcelle d'hiver.

Spatula clypeata L., Canard souchet.

Anser cinereus Meyer, n'apparaît que dans les hivers très
rigoureux. Un passage d'oies sauvages en grand nombre a été
constaté sur le lac complètement gelé, en février 1891.

(1) FOREL, *Le Léman*, t. III, p. 309. (Etude sur les Cygnets faux-albinos
du Léman.)

- Mergus serrator* L., Harle huppé.
Larus ridibundus L., Mouette rieuse.
.. *flavipes* L., Mouette à pieds jaunes.
Sterna fluciatilis Naum., Hirondelle de mer Pierre Garin.
.. *nigra* Boie, Hirondelle épouvantail.
Carbo cormoranus Meyer, Grand cormoran.
Podiceps cristatus L., Grèbe huppé.
.. *minor* Gm., Grèbe cartageux.
Colymbus glacialis L., Plongeon inbrin.
.. *arcticus* L., .. lunme.

Reptiles

On peut considérer comme faisant partie de la population lacustre, à titre erratique, les espèces suivantes, très fréquentes sur le littoral et dans les marais ou qui nagent souvent dans les eaux du lac (côtes d'Albigny, de Saint-Jorioz) :

- Tropidonotus natrix* L., Tropidonote ou Couleuvre à collier.
Tropidonotus viperinus Lat., Couleuvre vipérine ou Vipère d'eau.
Tropidonotus tessellatus Laurenti, Tropidonote tesselé ou Vipère d'eau.

Amphibiens

Les marais autour du lac sont les stations préférées d'un certain nombre d'Amphibiens :

- Rana esculenta* L., Grenouille verte.
Bufo calamita Laur., Crapaud des Jones.
.. *viridis* Laur., Crapaud vert.

Les Urodèles sont représentés par :

- Salamandra maculosa* Laur., Salamandre tachetée.
Triton cristatus Laur., Triton à crête.
.. *punctatus* Latr., .. ponctué ou lobé.
.. *alpestris* Latr., .. alpestre.

Poissons

Dans une note déjà ancienne, POULET de Talloires, donnant une liste des onze espèces de poissons que l'on rencontre dans le lac d'Annecy, se demande anxieusement pourquoi ce bassin lacustre est l'un des moins poissonneux de l'Europe. Il attribue cette pauvreté au dépeuplement produit par les espèces voisines, à la conformation du lac et au régime des vents qui y règnent (1).

Si les espèces sont peu nombreuses, le lac n'en est pas moins aujourd'hui assez riche en individus. Les essais de peuplement ont partiellement réussi et de nouvelles formes se sont fort bien acclimatées. Mais le nombre des pêcheurs, celui des engins ont sensiblement augmenté, la pêche en temps prohibé est largement pratiquée et, en raison de cette ardeur de destruction, les poissons ne trouvent pas la tranquillité nécessaire à leur développement.

Il est une autre raison qui doit entrer en ligne de compte, c'est la quantité relativement faible des petits organismes qui habitent les eaux. Le plancton est, en effet, ainsi qu'on l'a vu, beaucoup *moins abondant* que dans les grands lacs suisses, par exemple, et, comme c'est un des éléments temporaires et essentiels de la nourriture de certaines espèces, il se peut que cette pauvreté ait une influence sur le développement des poissons.

Perca fluviatilis L., Perche de rivière.

La Perche adulte vit en hiver dans les profondeurs moyennes. Elle vient frayer en avril sur la beine et sur les gazons de Charas. Les jeunes éclosent peu de jours après et, au commencement de l'hiver, jeunes et vieilles redescendent dans la profondeur. La Perche atteint parfois des dimensions exceptionnelles, non par allongement, mais par un élargissement et une élévation plus grande du corps. Un individu conservé au musée d'Annecy mesure 0^m60 de longueur sur une hauteur de 0^m20.

Il existe dans le lac deux variétés de Perches : l'une aux bandes vivement colorées qui se tient près des bords; l'autre, plus rare, à la teinte plus sombre et taches noires plus ou moins distinctes, qui se cantonne particulièrement dans les eaux profondes du Petit Lac.

(1) J.-B. POULET, « Note sur la pisciculture dans le lac d'Annecy », *Rev. sav.*, 1866, p. 67.

Gasterosteus pungitius L., Épinochette. — Vit à l'embouchure des cours d'eau.

Cottus gobio L., Chabot de rivière. — Se tient sous les pierres du littoral, à l'embouchure des émissaires du lac.

Cyprinus carpio L., Carpe commune. — Vit en été sur la beine ou à la limite du bleu et descend en profondeur moyenne pour y passer la mauvaise saison. Elle remonte au printemps pour frayer d'avril à fin mai sur le littoral.

Cyprinus carpio var. *regina* Bonaparte. Individu au musée d'Ancey. C'est une forme italienne qui tient le milieu entre *C. hungaricus* et *C. elatus* (1).

Tinca vulgaris Cuv., Tanche. — Habite pendant l'été les fonds vaseux et herbeux. Pendant l'hiver, elle se tapit dans le limon du fond. Elle fraye en beine de mai à juin.

Leuciscus rutilus L. = *L. prasinus* Ag = *L. pallens* Blanch. Gardon commun (2).

Poisson blanc très commun dans le lac et faussement appelé *Vairon* par les pêcheurs. Ces Cyprins vivent en nombreuses sociétés sur la beine. En hiver, ils se tiennent dans les eaux plus profondes, sur les talus au niveau du bleu et se rapprochent du rivage en avril et mai pour frayer sur les plantes aquatiques.

Squalius Agasizii Heckel. Blageon. — Appelé également *Vairon* par les pêcheurs, qui ne le distinguent pas du Gardon. Se trouve en abondance vers le Roc de Chère et sur la beine nord, où il fraye en avril.

La distribution géographique du Blageon est intéressante. Ce poisson existe dans le lac du Bourget et dans celui d'Ancey. Sa présence dans ce dernier lac, son absence dans le lac de Constance et dans le Léman soulève un problème d'immigration assez curieux.

Il faut admettre que la chute du Rhin comme la perte du Rhône ont constitué une barrière infranchissable pour cette

(1) CARLO LUC. BONAPARTE, *Iconografia della fauna italiana*, t. I, *Pesci*, f. 1.

(2) D'après FATIO (*Faune des vertébrés de la Suisse*. Poissons, vol. 1, p. 501), le Gardon pâle, *Leuciscus pallens*, de Blanchard, ne doit pas être séparé de *L. rutilus*, ce ne serait qu'une simple variété.

espèce, tandis que le lac d'Annecy qui la possède est dans les mêmes conditions d'isolement par les Gorges du Fier. Nous verrons plus tard qu'elle a été, suivant toutes probabilités, la voie d'immigration du Blageon.

Squalius cephalus L. Chevaine. — Très répandu, il fraye en mai et au commencement de juin. Pendant l'hiver, il se retire dans les profondeurs.

Phoxinus phoxinus Ag. Vairon. — N'habite que l'embouchure des ruisseaux. Erratique dans le lac.

Cobitis barbatula L. Loche franche. — Se tapit dans les anfractuosités des murs des quais et sous les pierres. Elle fraye en avril et mai.

Coregonus Schinzii Helveticus (Alpinus) Fatio. — Ce salmonidé est d'introduction récente. 3,334 alevins de 5 à 6 centimètres de longueur furent, en effet, jetés dans le lac en avril 1884. Ces jeunes provenaient d'œufs, insuffisamment déterminés, que le pisciculteur M. Lugin avait reçu d'un établissement de Huningue. Il n'est pas rare maintenant de pêcher, dans le lac d'Annecy (1), des *C. helveticus* pesant de 1,800 à 2,500 grammes. Ce Corégone se tient dans les profondeurs moyennes dans le jour et chasse la nuit dans les couches superficielles. Au mois de décembre, les femelles sont gonflées d'œufs et on les voit en troupes nageant à la recherche de leur frayère, qui est plutôt littorale, car elle ne dépasse pas 6 mètres de profondeur.

On a essayé d'introduire *Coregonus (Wartmanni) Lavaretus* Cuv. et Val. Lavaret en jetant dans le lac, en mars 1902, 4,000 alevins qui n'ont pas vécu; l'expérience a été répétée en mars 1905 avec 5,000 alevins de un mois.

Il en a été de même de *Coregonus hiemalis* Jurine : Gravenche, par la mise à l'eau en janvier 1906 de 9,000 œufs.

Salmo Salar L. Saumon. — On jeta en 1892, 7,000 alevins de Saumons près de Sevrier; de même en 1896, 6,600 alevins près de Talloires. Les renseignements manquent sur cet essai de peuplement.

(1) L'identification du Corégone du lac d'Annecy résulte de l'étude des trois sous espèces de *C. Schinzii* faite en collaboration avec M. CRETTEZ, directeur de l'établissement de pisciculture de Thonon.

Salmo lacustris L. Truite. — Les variétés de Truites sont nombreuses : *Salmo alpinus* Bloch, *S. punctatus* Cuv, *S. marmoratus* Cuv. Les variations de couleur et de taille sont fonction du milieu où vit ce salmonidé. Dans les eaux profondes, les teintes sont plus ternes et dans l'eau moins profonde elles sont très vives et variées.

La grande Truite des lacs, que l'on trouve rarement dans le Petit Lac, atteint parfois des dimensions extraordinaires. On a capturé en 1890 un exemplaire qui mesurait 80 centimètres de longueur; quelques années plus tard, un pêcheur ramena un individu qui pesait 13 kilogrammes.

Salmo irideus Gibbon. Truite arc-en-ciel. — Ce poisson a bien réussi après quelques essais de peuplement en 1900, 1902 et 1905.

Salvelinus umbla L. Omble Chevalier. — C'est un poisson éminemment pélagique, qui chasse la nuit à la surface et descend facilement dans la profondeur, où il fraie en décembre, janvier et même février.

Il existe deux variétés d'Ombles, l'une à chair blanche, l'autre à chair rosée. On doit voir là vraisemblablement une question de régime, causée par les Entomostracés dont le poisson fait sa nourriture; les Diptomus et Cyclops sont, en effet, communément remplies de gouttelettes huileuses d'un rouge orangé.

L'Ombles Chevalier n'existe dans le lac que depuis 16 ans. En octobre 1890, on y jeta 2,220 alevins aussitôt que fut effectuée la résorption de la vésicule ombilicale.

Salmo fontinalis Mitch. — Truite d'Amérique ou Saumon de fontaine. — On a fait un essai de peuplement en mars 1905 qui paraît avoir réussi. 100 saumons de fontaine de 26 mois furent jetés sur la côte de Sevrier, près du ruisseau de la Planche, et il n'est pas rare de pêcher en cet endroit de beaux individus de cette espèce.

Esox lucius L. Brochet. — Mentionné ici pour mémoire. — Il était très abondant autrefois, ainsi qu'il résulte d'un texte de la fin du XVI^e siècle (1). Il n'existe plus dans le lac depuis au moins un siècle.

(1) ALFONSO DELBÈNE. « Fragmentum descriptionis Sabaudiae », année 1593-1600. Manuscrit latin. Arch. d'Etat de Turin.

Anguilla vulgaris Turton. Anguille. — Très rare dans le lac, l'Anguille a été pêchée sous Saint-Jorioz, à Sevrier, à Albigny, au bout du lac, à Menthon. (Exemplaire de 90 centimètres au Musée d'Annecy.)

Lota vulgaris Jenyns. Lotte. — Ce poisson se rencontre surtout dans les profondeurs de la partie sud du lac. On le voit s'échapper par bandes des creux de la falaise du Roc de Chère et des talus pierreux de la rive de Veyrier. Très carnassier, il se nourrit de petits poissons blancs, de perchettes, de truites et de jeunes Corégones qu'il va chasser dans les profondeurs.

X

ORIGINE DES ESPÈCES LACUSTRES

L'histoire de la genèse des faunes lacustres est encore entourée de beaucoup d'obscurité; de nombreuses théories sont écloses qui n'ont guère fait avancer la question. C'est un des faits importants de biologie générale relative aux lacs qui est loin d'être élucidé.

Étudions le cas particulier d'Annecy. La faune qui peuple ce lac est-elle autochtone, les espèces actuelles sont-elles le résultat d'une lente adaptation, ou bien sont-elles immigrées par les voies fluviales ou d'autres moyens passifs de dispersion? Il ressort de l'étude comparative des faunes du lac d'Annecy et de celles des lacs suisses qu'il y a, en général, identité dans l'ensemble des organismes inférieurs; que, d'autre part, on constate des différences notables dans la statistique ichthyologique; que certaines espèces sont franchement lacustres, à l'exception des Corégones qui y ont été introduits artificiellement, tandis que de nombreuses espèces vulgaires qui habitent les cours d'eau de la région en sont rigoureusement exclues.

On a vu que deux formes de la faune profonde, *Plagiostoma Lemani*, *Acanthopus elongatus*, présentent des affinités avec des genres marins. D'autres habitent aussi bien la mer que les eaux douces (1). *Anuraea cochlearis*, *Polyarthra palyptera*, *Leptodora hyalina*, sont des éléments de la faune pélagique des lacs scandinaves, des côtes de la Baltique et du golfe de Finlande (2).

Doit-on, comme PAVESI (3) l'a fait pour les lacs italiens, con-

(1) Ce fait n'est pas spécial aux animaux; nous avons également parmi les Phéophycées, comme espèce indifférente: *Ceratium hirundinella*, qui vit dans la mer du Nord et dont la distribution géographique est très étendue.

(2) POUCHET et DE GUERNE, *Comptes rendus de l'Ac. des sc.*, 30 mars 1885.

(3) P. PAVESI, « Altra serie di ricerche y studij sulla fauna pelagica dei Laghi italiani ». *Soc. Veneto Trentina d. sc. nat.* Padova, 1883.

Id. « Trois petits lacs du bassin tessinois », *Arch. des sc. ph. et nat. de Gen.*, XXII, 3^e p., 1889, p. 356.

sidérer les êtres vivants du lac d'Annecy, comme les restes d'une faune ancienne (*fauna relegata*) ou comme le terme actuel de l'évolution de formes ayant vécu sur place. En adoptant cette hypothèse, on doit conclure que les facteurs climatiques devaient être semblables dans notre pays pour les espèces indigènes d'affinités arctiques à ceux des régions du nord, tandis que les espèces d'affinités marines se trouvaient dans les lacs à une époque où ceux-ci étaient en libre communication avec la mer. Par suite de la dessalure progressive des eaux, dès que le fiord où le golfe a été isolé de la mer par l'exhaussement d'un cordon littoral ou le comblement alluvionnaire, l'adaptation à un milieu d'eau douce s'est accomplie après une longue série de siècles. C'est également la théorie de LÖVEN et de SÄRS, repoussée d'ailleurs par FOREL (1), qui ne peut admettre que les lacs suisses et subalpins soient des restes des anciens fiords des mers tertiaires.

Maintenant, le lac d'Annecy a-t-il été en communication avec la mer pliocène ?

Ce que nous savons sur la formation de ce bassin lacustre, qui est d'origine tectonique, nous démontre que son creusement est dû, vraisemblablement comme celui du Léman, à un affaissement en bloc du massif alpin qui eut lieu après les dépôts de la molasse aquitanaise. Il était donc, dès avant l'extension de la mer pliocène, complètement isolé, cette dernière période ne s'étant traduite dans notre pays que par l'établissement d'un régime fluvio-lacustre. Le lac était certainement peuplé à ce moment par une faune indigène qui ne résultait pas de l'adaptation des organismes à l'eau douce par suite de la fermeture d'un golfe marin.

En ce qui concerne les espèces arctiques, communes aux régions froides et à notre lac, il n'y a eu qu'un instant, à une époque très reculée, où les conditions favorables à l'existence de ces êtres ont pu être réalisées. C'est la période glaciaire, où la progression formidable des glaciers de l'Isère, escaladant le massif des Bauges, combla la cuvette du lac dont une dislocation antérieure avait déjà esquissé la forme. Dans ces conditions, il est inadmissible de prétendre que des êtres qui peuplaient déjà ce lac avant l'époque glaciaire aient pu subsister et se perpétuer. Tous les organismes ont été anéantis par les invasions glaciaires.

(1) FOREL, *Faune profonde des lacs suisses*, p. 149.

Done, on ne peut admettre une continuité entre la faune antéglaciaire et la faune actuelle, l'époque glaciaire ayant été, dans le temps, une barrière infranchissable. La faune des temps pliocènes a donc été détruite, et en dernière analyse il faut conclure que les espèces actuelles sont d'origine post-glaciaire.

Il est rationnel d'admettre que le peuplement actuel s'est fait à l'époque coïncidant avec l'établissement du réseau hydrographique définitif de la région et avec l'apparition de la végétation sylvatique, et ces ancêtres lointains ont lentement évolué sur place pour donner une partie des espèces encore vivantes dans le lac.

Il subsiste encore un point de doute à l'égard de la présence de certaines espèces d'affinités marines (1). Puisque ce ne sont pas des *reliques*, quelle a donc été leur voie d'immigration ?

On connaît depuis longtemps le rôle joué dans la dissémination des espèces par les oiseaux aquatiques, surtout par les palmipèdes migrateurs.

A. HUMBERT (2) et FOREL ont apporté des faits probants relatifs à la migration passive des Entomostracés à l'état d'œufs d'hiver, attachés aux plumes des oiseaux de passage, ce qui explique la parfaite identité des faunes des divers lacs de l'Europe.

La dissémination des espèces d'après DE GUERNE (3) serait due aux oiseaux aquatiques qui accomplissent de longs voyages du Nord au Midi en hiver et en sens inverse au printemps. Ce rôle explique « le caractère cosmopolite de certains types et l'introduction de ces types dans les bassins lacustres d'origine récente ».

On conçoit que des animaux peuvent, par ce moyen, être transportés à des distances énormes, étant donné la rapidité du vol de certains oiseaux, le canard sauvage par exemple, d'après DU PUY DE PEDIO (4) pouvant franchir 66 à 72 kil. à l'heure.

(1) D'après WEISSMANN (*Entstehung der cycloischen Fortpflanzung bei den Daphnoiden*, 1879), *Leptodora hyalina* viendrait par différenciation d'une Daphnide primitive dont on ne connaît pas autrement la descendance directe. — FOREL, « Faune pélagique des lacs d'eau douce », *Arch. de Genève*, 3^e pér., t. VIII, p. 238.

(2) A. HUMBERT, « Matériaux pour servir à l'étude de la faune profonde du Léman », *Soc. vaud. des Sc. nat.*, vol. XIV, p. 221.

(3) DE GUERNE, « Sur la dissémination des organismes d'eau douce par les palmipèdes », *Compte Rendu de la Soc. de Biologie*, 8^e sér., t. V, mars 1888.

(4) DU PUY DE PEDIO, *Essai sur le vol des oiseaux en général*, Paris, 1879

D'autres expériences dues à EUSEBIO (1), sur la dessiccation des Entomostracés et leur reviviscence, ont démontré que les Infusoires, Rotifères, Tardigrades sont transportés sous forme de germes et d'adultes. A ce dernier état, les Entomostracés peuvent conserver leur vitalité pendant 40 ou 50 heures. Les œufs d'hiver peuvent résister à des périodes de sécheresse et de froid pendant plusieurs mois.

J'ai un seul fait concluant à apporter à l'appui de cette théorie, sans avoir entrepris d'ailleurs d'expériences suivies. Ce n'est que par hasard, ayant raclé un peu de la boue desséchée sur les pattes d'un canard sauvage tué à Saint-Jorioz, en décembre 1898, que j'ai pu reconnaître à l'examen de la matière diluée dans l'eau : un Tardigrade, un Rotateur (*Rotifer* sp.), trois espèces de Diatomées dont *D. elongatum*, une carapace de Daphnie et enfin un Ehippium intact.

A côté de ce mode de dissémination des organismes par l'action des oiseaux migrateurs, il existe deux autres voies d'immigration : les affluents et les émissaires du lac.

Quelles sont donc les relations du lac d'Annecy avec le régime hydrographique de la région ? Un émissaire, le Thiou, se jetant dans le Fier qui, lui-même, se déverse dans le Rhône ; une série de petits affluents dont le plus important, l'Eau-Morte, draine toute la dépression de Faverges.

Ces cours d'eau peuvent-ils être des voies d'immigration pour les espèces lacustres et en particulier pour les poissons ? Voyons d'abord comment se comporte l'émissaire.

Le Thiou sort du lac à son extrémité N.-W. et franchit sur une longueur de 1900 mètres environ une suite de petits seuils rocheux avant de se jeter dans le Fier. Au total, la différence de niveau entre le lac et la chute de Cran est de 27^m60.

A quelques kilomètres en aval, le torrent se précipite dans la fissure des gorges du Fier, où l'impétuosité du courant se brisant contre les arêtes vives, a formé de nombreuses marmites de géants aux énormes blocs tourbillonnants.

Le Fier ne présente plus ensuite d'accidents notables sur son parcours jusqu'au Rhône.

En ce qui concerne les poissons, nous trouvons dans le Fier

(1) EUSEBIO, « Recherches sur la faune pélagique des lacs d'Auvergne ». *Trav. du lab. de zool. de la fac. des Sc. de Clermont*, t. I, 1887-88, p. 13.

toute une série d'espèces qui *n'ont jamais pu franchir les formidables tourbillons des gorges de Lovagny*. C'est tout à fait comparable aux phénomènes naturels de la Perte du Rhône à Bellegarde, de la chute du Rhin à Schaffouse, qui interdisent absolument l'entrée du Léman et du Lac de Constance aux espèces fluviatiles de leurs émissaires. Ainsi la Blennie, l'Alose, le Barbeau, l'Ombre commune, le Chondrostome nase, le saumon, la Lamproie ne se rencontrent jamais en amont des gorges du Fier, tandis qu'on les capture très souvent en aval.

Il est donc certain que le Thiou ne peut être une voie accessible aux poissons pour leur remontée dans le lac.

En est-il de même des affluents? Laissant de côté les petits torrents de montagne, un seul nous intéresse, c'est l'Eau-Morte.

Au travers de la vallée morte de Faverges, abandonnée aujourd'hui par un cours d'eau qui fut jadis puissant (1), coule l'Eau-Morte dont l'importance ne correspond plus à l'ampleur de sa vallée, et qui descend du col de Tamié en recueillant les torrents de Saint-Ruph et de Montmin. Il existe, tout près, un autre torrent. La Chaise, qui prend sa source à la Tournette et se dirige *contre* la chaîne alpine pour se déverser dans l'Arly, *affluent de l'Isère*, en traversant le défilé de Marlens.

A Faverges, point où les deux cours d'eau Chaise et Eau-Morte sont le plus rapprochés, existe, entre les bassins du lac d'Annecy et de l'Isère, un seuil géographique d'une très faible hauteur sur une largeur de 20 mètres, si bien que l'eau captée dans l'Eau-Morte pour l'alimentation des usines de Faverges est déversée artificiellement dans la Chaise. Il est en outre reconnu qu'à la suite des crues causées par des pluies persistantes, l'eau mélangée des deux torrents se déverse indifféremment soit vers le bassin du lac d'Annecy, soit vers celui de l'Isère.

Il y a là un phénomène qui trouve son explication dans la comparaison de l'ancien régime hydrographique et de l'état topographique actuel.

A la fin de l'époque pliocène, l'Isère, recevant le Doron et l'Arly, ne s'inclinait pas alors par un coude brusque vers le S.-W. au niveau d'Albertville; elle empruntait le cours de l'Arly et celui de la Chaise pour se déverser directement par l'Eau-

(1) LUGEON, « Leçon de géographie physique ». *Société vaudoise des sc. nat.*, 4^e sér., vol. XXXVI, n^o 124, p. 62.



Phototypie Weck Frères, Bruxelles.

Phot. F. Bojon.

LES ASSOCIATIONS VÉGÉTALES ENTRE DUINGT ET SAINT-JORIOZ — Au 1^{er} plan, une dense Phragmito-Scirpaie. Au 2^e plan, les marécages puis la formation sylvatique du delta du Bourdon. Au 3^e plan, l'avancée du cône de déjection boisé du Laudon Au-delà, la grande Roselière de la Beine entre Saint-Jorioz et Sevrier. Au dernier plan, la montagne du Semnoz.



Phototypie Weck Frères, Bruxelles.

Phot. F. Bojon

L'anse de la Tour (côté N.-E. du lac). La Scirpaie, puis la Phragmitaie. Entre les deux ports de la Tour, tout près du bord : Association de *Polygoum amphibium* REPRESENTATIVE D'UNE POTAMIE ENVAHIE PAR LES SCIRPES. Vue prise pendant les très basses eaux de l'été 1906. Au 1^{er} plan, le mont Veyrier ; au fond, la montagne d'Entrevevines.



Au Roc de Chère, une plate-forme sous-lacustre tufeuse, à cupules, montrant son revêtement d'algues incrustantes, à 0^m60 au-dessus, contre la falaise, une zone noirâtre formée par les gazons desséchés des *Tolypothrix*, indique le niveau normal du lac. Au second plan : promontoire de Duingt. — Vue prise en octobre 1906.



Phototypie Weck Frères, Bruxelles.

Phot. Ph. Guinier.

La Beine entre Saint-Jorioz et Sevrier avec cordon littoral de débris de Joncs et de Roseaux, les incrustations tufeuses et les cailloux sculptés jonchant le sol de la *Scirpaie*; au large, la *Phragmitaie*. — Octobre 1906.



La Beine entre Saint-Jorioz et Sevrier, presque à sec en octobre 1906. Plage désertique semée de cailloux tufeux, déblayée de Scirpes et bordée au large par une dense Phragmitaie dont la ligne sombre se profile sur le Roc de Chère, dominé à droite par la Tournette.



Phototypie Weck Frères, Bruxelles.

Phot. Ph. Guinier.

Sur la côte E. entre Chavoire et La Tour. Énormes tufs lacustres à sec dans la Phragmito-Scirpaie. Les cailloux incrustés sont parsemés de coussinets d'algues Schizophycées et Chlorophycées. Diamètre moyen des tufs : 0^m20. Au fond la côte d'Albigny.



Près de la jetée du ruisseau de la Planche (Sevrier). Au 1^{er} plan, Nupharaie bordée par une Scirpaie puis par une Phragmitaie très dense. Au loin, la montagne de Veyrier.



Phototypie Weck Frères, Bruxelles.

Phot. Ph. Guinier.

Sur la Beine, près du ruisseau de la Planche (entre Saint-Jorioz et Sevrier). Tufs lacustres dans la Scirpaie. Sous une mince couche d'eau, transparait le lacis des Rhizomes noirâtres des Scirpes. Au large, la Phragmitaie.



Près de la Tuilerie (Saint-Jorioz). Une Magno-Caricaie représentée par des mottes disjointes de *Carex stricta* envahit la Scirpaie qui est bordée au large par une ceinture de Phragmites.



Phototypie Weck Frères, Bruxelles.

Phot. Ph. Guinier.

Le cône de déjection du Bourdon montrant l'envahissement progressif du domaine du lac par la végétation sylvatique. Sur le cordon littoral de galets, la Scirpaie et la Phragmitaie en contact avec une Caricaie très réduite et *Salix purpurea*, *S. alba*, *Populus nigra*, *Alnus incana*.

Morte dans le lac d'Annecy, dont l'émissaire traversait la plaine des Fins, au nord d'Annecy, et recueillait le Fier pour aller rejoindre le cours moyen des Usses. Ce torrent se jetait, comme aujourd'hui, dans le Rhône. Ces faits de capture et de décapitation de torrents ont été lumineusement exposés par LUGEON (1).

Autrefois, le Rhône était donc en communication directe avec le lac d'Annecy; les espèces fluviatiles ont pu pénétrer dans ce dernier, mais il est certain qu'aucune n'a pu s'y maintenir, en raison des invasions glaciaires. Aujourd'hui, l'isolement est complet de ce côté, par suite de l'édification du delta torrentiel du Fier post-glaciaire qui comble aujourd'hui la plaine des Fins et a exhaussé, ainsi que j'ai pu m'en assurer par l'étude des dépôts post-glaciaires de la région au nord d'Annecy, par l'accumulation formidable d'apports d'alluvions, le niveau du lac d'Annecy (2).

Mais l'isolement est-il complet du côté de Faverges? C'est peu probable, en raison de l'étroitesse et de la faible altitude du seuil qui permettent, pendant les hautes eaux, le passage des espèces fluviatiles du bassin de l'Isère dans celui du lac d'Annecy.

C'est donc vraisemblablement la voie d'immigration de la Truite, du Blageon, de l'Anguille, et même de la Lotte, arrivée du Rhône par l'Isère, si on n'admet pas la possibilité d'une introduction artificielle de ce dernier poisson, aucun document ne le prouvant, du reste.

L'absence des Corégones, à l'état autochtone, n'infirme d'ailleurs pas ces conclusions, ces salmonidés n'existant pas dans les cours d'eau du bassin de l'Isère; le bassin le plus rapproché de nous où ils vivent est le lac du Bourget qui, comme on l'a vu, est complètement séparé du lac d'Annecy par la cassure abyssale où s'engouffrent les rapides du Fier.

(1) LUGEON, *Loc. cit. supra*.

(2) DELEBECQUE a démontré (*Lacs français*, p. 359) que le niveau du lac devait autrefois être à la cote 430, soit 16 mètres au-dessous du niveau actuel.

