LE LAC DE CONSTANCE

par Jacques DE MOUSTIER

Ingénieur des Eaux et Forêts, Commissaire français en Allemagne pour la pêche
du Lac de Constance et des eaux limitrophes du bassin du Rhin.

INTRODUCTION

Au moment où s'achève notre mission en Allemagne, nous croyons intéressant de présenter aux lecteurs du *Bulletin Français de Pisciculture* l'essentiel de la documentation qu'il nous a été possible de recueillir depuis 1945 sur le Lac de Constance et sur sa pêche.

Notre désir est d'avoir réalisé sur cette question un travail n'ayant certes pas la valeur d'une étude inédite, mais qui donnera une idée de la tâche accomplie, du point de vue piscicole, par le Service des Eaux et Forêts français en Allemagne. Cette étude présentera, de plus, un intérêt pour les ressortissants français, en particulier les pêcheurs qui résident ou ont résidé au bord du Lac, car la plupart ignorent très certainement l'ensemble de ce que nous exposons ici. Notre aperçu pourra également être utile aux chercheurs, désireux d'avoir une vue d'ensemble rapide des travaux hydrobiologiques faits sur le Lac, de leurs résultats, du peuplement piscicole et de la pêche. Enfin, nous espérons que les forestiers français seront intéressés en prenant connaissance du travail accompli dans ce domaine par leur Administration durant ces cinq dernières années et de celui que réalisent avec ensemble au bord du Bodensee, depuis nombre d'années, les savants, les techniciens et les pêcheurs de tous les pays riverains. Le plan adopté correspond, nous le croyons, au but poursuivi et à la mission qui incombe à un service technique de la pêche. Après avoir fait un exposé général de la géographie et de l'hydrographie du Lac, nous décrirons sa faune et sa flore. Celle de sa microfaune nous amènera tout naturellement à rappeler les recherches hydrobiologiques faites sur le Lac. Celles-ci nous conduiront à l'étude des Poissons, qui sera suivie d'un chapitre spécial sur la pêche, sa réglementation, son exploitation et sur la pisciculture.

APERÇU GÉOGRAPHIQUE

Ce Lac de caractère subalpin, déjà bien connu des Romains, est situé au nord des Alpes et à la frontière de trois pays de l'Europe Centrale : l'Allemagne au nord et au nord-est, l'Autriche à l'est et la Suisse au sud-ouest. Sa surface est de 540 kilomètres carrés, à peu près égale à celle du Lac Léman et dépassée, en Europe, seulement par le Lac Balaton. Son altitude moyenne au-dessus du niveau de la mer atteint 400 mètres environ (395 m. en eau moyenne). De forme allongée, il a une orientation générale Sud-est-Nord-ouest et est traversé dans toute sa longueur par le Rhin comme, à l'autre extrémité de la Suisse, le Lac Léman l'est par le Rhône, les deux fleuves descendant l'un et l'autre du Massif du Saint-Gothard.

Panorama du Lac de Constance.

Le Lac comprend deux parties bien distinctes :

1° En amont de Constance, le *Lac Supérieur* (Obersee), ou Bodensee proprement dit, de 63 kilomètres de longueur entre Bregenz (Vorarlberg) et le petit village de Ludwigshafen (ancien Sermatingen), situé dans le Pays de Bade, au fond du doigt de gant de l'Überlingersee. Sa largeur variable est à son maximum entre la région de Friedrichshafen (Wurtemberg) et celle d'Arbon (Saint-Gall), avec 14 kilomètres. Ses rives atteignent un développement de 173 kilomètres.

Le Rhin, qui débouche dans le Lac à la frontière austro-suisse près de Bregenz, y suit un cours défini, étudié par plusieurs savants, dont le Professeur AUERBACH et le Docteur NÜMANN, chacun avec ses méthodes propres. Son embouchure dans le Lac formait une sorte de delta et le lit du fleuve en amont s'encombrait d'alluvions que le Rhin n'arrivait plus à charrier. Une convention, passée en 1892 entre l'Autriche et la Suisse, a eu pour objet la régularisation du Rhin ; le cours du fleuve

fut raccourci de 7 km. 500 par la coupure de Fussach, à partir de 1900 ; l'apport d'alluvions augmenta de suite dans des proportions considérables. D'après STUMPF, de 1911 à 1921, 25 millions de mètres cubes d'alluvions furent déversées dans la baie de Fussach, soit environ 2,5 millions par an. Ceci représente 456 mètres cubes par an et par kilomètre carré du bassin d'alimentation (6.123 km²) et explique en partie le dépôt de 15 à 16 mètres d'alluvions produit en cinquante ans dans la baie de Bregenz. Après avoir longé la rive orientale et traversé le Lac d'est en ouest, le fleuve pénètre dans la baie de Constance, parcourt ensuite environ 3 kilomètres entre deux rives espacées d'une centaine de mètres et aboutit au Lac Inférieur, situé aux hautes eaux à peu près 30 centimètres plus bas que le Lac Supérieur ;

2° *Le Lac Inférieur* (Untersee), plan d'eau beaucoup plus modeste, couvre toutefois une surface totale de 63 kilomètres carrés, se répartissant en différents lacs secondaires autour de l'île historique de Reichenau : au nord le Gnadensee et le Markelfingersee, ce dernier séparé par la presqu'île de Mettnau du Zellersee, situé à l'ouest. Au sud, le Rhin venant de Constance forme le Seerhein, qui aboutit devant Ermatingen (Thurgovie) à l'Untersee ou Lac Inférieur proprement dit. Le fleuve poursuit son cours le long de la frontière suisse, pénètre dans un long bras resserré du Lac avant d'aboutir à la vieille cité de Stein-am-Rhein où il pénètre en Suisse par un lit fluvial normal avant d'atteindre le seuil rocheux de Schaffhouse. Les rives du Lac Inférieur ont un développement de 90 kilomètres, relativement beaucoup plus grand que celui du Lac Supérieur.

Outre le Rhin, le Lac de Constance reçoit plusieurs affluents, mais tous secondaires par rapport au premier. Citons toutefois : dans le Lac Supérieur, la Dornbirner Ach, la Bregenzer Ach, l'Argen, le Schussen ; dans le Lac Inférieur, l'Aach de Singen près de Radolfzell, issu d'une importante perte du Danube.

Le Lac possède plusieurs baies ou îles : baies de Bregenz, de Rorschach, de Constance, etc. ; îles de Lindau et de Mainau dans le Lac Supérieur, grande île de Reichenau dans le Lac Inférieur (400 hectares de superficie, 5 km. de long et 1 km. de large) et petites îles plates et inhabitées de Langenrain et de Kopf à hauteur de Wollmatinger Ried (territoire de protection de la Nature, aux portes de Constance).

HYDROGRAPHIE, CLIMAT CARACTÈRES PHYSIQUES ET CHIMIQUES

Comme dans tous les lacs, le sol forme près du rivage une beine (All. Wyss) à pente douce, de largeur variable, qui aboutit plus loin à un mont (All. *Halde*) à pente forte lequel conduit rapidement aux grandes profondeurs, celles-ci occupant la plus grande partie du Lac. Le point le plus bas est à une profondeur de 253 mètres (à une altitude de 145 mètres au-dessus du niveau de la mer) entre Uttwil et Fischbach, alors que le seuil rocheux de Schaffhouse reste à 388 mètres au-dessus

du niveau de la mer. La profondeur moyenne serait de 90 mètres environ, mais le Lac Inférieur offre des chiffres beaucoup plus modestes avec seulement 47 mètres de profondeur maximum près de Steckborn (Thurgovie) et une moyenne de 15 à 20 mètres.

Le volume de la masse d'eau totale du seul Lac Supérieur est voisin de 50.000 millions de mètres cubes, alimenté par un apport annuel de 10.000 millions de mètres cubes environ, la même quantité à peu près sortant du Lac par le Rhin à Constance. Le bassin d'alimentation a une surface de 11.000 kilomètres carrés. Les hautes eaux, après une crue qui commence en Avril, sont atteintes rapidement, généralement en Juin ou Juillet, c'est-à-dire lorsque la masse principale des neiges achève de fondre. Ensuite, il y a décrue lente jusqu'en Février-Mars avec toutefois, en général, une petite crue intermédiaire à l'automne. La variation moyenne du niveau de l'eau dans l'année est de 2 mètres environ mais peut se limiter à 1 m. 25 ou atteindre 3 m. 25. La surface d'eau du Lac Supérieur croît à peu près de 6 % de sa surface avec la crue, alors que celle du Lac Inférieur croît de près de 16 %. Ceci montre de suite l'importance de l'assec d'hiver dans ce dernier lac, beaucoup plus poissonneux, bien qu'il ne le soit pas pour ce seul motif, tout au moins directement. Le régime de ce lac peut être appelé subalpin en raison de son bassin d'alimentation déjà grand, constitué par de la plaine et de la montagne, celle-ci étant à faible surface glaciée. Ceci explique que les hautes eaux soient assez précoces par rapport à celles des lacs à régime alpin (Juin-Juillet au lieu d'Août) et qu'il y ait une nouvelle petite crue due aux pluies d'automne en Octobre.

La sédimentation est estimée à 4 millions de mètres cubes par an, dont les trois quarts provoquée par le Rhin et un huitième par la rivière de Bregenz (Bregenzer Ach). Le sédiment est fin, grisâtre avec dépôt de diatomées et de plancton divers (silicates et carbonates) sur l'ensemble du Lac ; à l'embouchure des affluents se trouvent des éléments plus grossiers : sable, gravier, cailloux.

La couleur de l'eau est bleu verdâtre avec une *transparence* variable suivant les saisons et les lieux : plus grande en hiver qu'en été et à l'ouest (aval) qu'à l'est (amont). Elle est cotée VI-VII dans la gamme de FOREL. La lumière ne pénètre pas à plus de 30 ou 40 mètres, profondeur au delà de laquelle règne l'obscurité absolue. La différence de visibilité tient à l'importance relative des sédiments en suspension dans l'eau ; cette visibilité, très variable, peut être réduite à 3 ou 4 mètres à l'amont du Lac en été ; ailleurs, elle dépassera 15 mètres. En plus des sédiments apportés par les affluents qui jouent le plus grand rôle, d'autres facteurs peuvent intervenir dont, en premier lieu, le plancton, les tourbillons du fond non loin de la rive lors des tempêtes ; on a cité aussi la précipitation du calcaire (craie du lac), mais c'est peu probable. Citons enfin des causes assez occasionnelles, mais certaines, telles que la pluie de pollen du pin qui teinte en jaune la surface du Lac.

La température de l'eau varie peu en profondeur (4° environ). Toutefois, cette variation existe et, dans les lacs profonds, donne d'après certains auteurs une mesure effective en rapport avec le climat de leur région. D'autres estiment que l'oscillation maxima au fond n'est que

de 0°10 environ, donc très faible. Les chiffres du Professeur AUERBACH donnent raison à ces derniers : variation de 4°30 à 4°40. En surface, l'épilimnion a 5 à 20 mètres suivant la saison ; l'eau y est brassée et la température varie rapidement avec la saison, mais elle reste assez égale dans toute la couche (le maximum de température de l'eau est atteint en Juillet pour la surface ; la couche des 10 mètres a le sien en Septembre, celle des 20 mètres en Octobre, celle des 35 mètres en Novembre). Le métalimnion, où se produit la chute rapide de la température, a 5 à 10 mètres. Il est suivi de l'hypolimnion, qui commence à 20 ou 25 mètres de profondeur et qui est caractérisé par une chute lente de température vers le fond. L'épilimnion est la seule zone vraiment vivante du Lac, à part les quelques animaux vivant sur le sol des grands fonds.

La température de l'air ambiant varie beaucoup moins sur le Lac et à proximité que dans le reste de la région. Elle est de 0° en hiver, 8° au printemps et en automne, 17° en été. Il y a effet régulateur par la grande masse d'eau du Lac, d'où une grande différence avec la température presque sibérienne du plateau souabe voisin.

La chute de pluie au niveau du Lac est moyenne et atteint à peu près 800 millimètres par an, elle a lieu principalement en automne et au printemps.

Les vents d'ouest amènent le mauvais temps, ceux de l'est le beau temps. Le foehn souffle fréquemment du sud, surtout au printemps, ce qui amène des bouffées de chaleur pénibles à supporter venant de la haute vallée du Rhin ; il explique la douceur du climat et la facilité de certaines cultures (vignobles de Meersburg et plantes méditerranéennes de Mainau). Les tempêtes viennent très vite et sont dangereuses, surtout à l'est du Lac. Les vents provoquent des mouvements des eaux du Lac, mais ceux-ci sont dus aussi à des changements de température ou de pression atmosphérique ; ils sont donc très variables. Au contraire, il existe quelques courants constants, dus aux eaux du Rhin, qui suivent une route bien définie, à la surface en été, presque au fond en hiver.

L'oxygénation de l'eau est très grande partout, même en profondeur dans le Lac Supérieur, lac typiquement oligotrophe. Plus grande en surface par suite de l'assimilation par le plancton végétal, elle existe encore en profondeur, où les eaux restent à peu près saturées d'oxygène. De même, il y en a plus en été qu'en hiver et le jour plus que la nuit. Le Lac Inférieur est, au contraire, un lac eutrophe, plus riche en matières nutritives, mais dont le fond, couvert de cadavres de plantes et d'animaux, peut manquer complètement d'oxygène et contient de l'hydrogène sulfuré. Sa pollution par les déversements d'eaux usées s'intensifie dangereusement à l'heure actuelle et est l'objet de recherches méthodiques effectuées par l'Institut hydrobiologique de Constance-Staad.

La dureté de l'eau (dureté allemande : 1° pour 10 mgr. de CaO par litre) est de près de 7° en moyenne dans toute la masse. Certains auteurs indiquent une forte proportion de sulfates par rapport aux carbonates et aux silicates.

Le pH, ou concentration en ions hydrogène, mesuré par le Dr MUCKTE, varia de 7,8 à 8,2 au cours de l'année 1937. RUTNER a montré qu'à

proximité des zones de végétation (peuplement d'*Elodea*) le pH était plus élevé qu'ailleurs et attribue ce fait à l'assimilation des plantes qui prend du gaz carbonique et libère de l'oxygène.

La teneur en gaz carbonique (CO_2), mesurée en milligrammes par litre varie apparemment au cours de l'année en fonction de la température et de la circulation d'eau (courants de convection). En bref, il y a stagnation en été et en hiver, circulation complète en automne et circulation moins régulièrement complète au printemps. La teneur en CO_2 en surface varie de 2 à 5 milligrammes par litre, avec diminution au cours du printemps et augmentation au cours de l'automne, la diminution printanière s'expliquant aussi par l'assimilation chlorophyllienne, forcément croissante à cette époque de l'année.

ZONES HYDROBIOLOGIQUES

On peut distinguer dans le Lac, comme dans tous les lacs profonds, trois zones différentes :

1° La zone littorale, depuis le rivage jusqu'à hauteur des fonds de 30 mètres ;

2° La zone profonde, au large de la première, mais se limitant au sol du fond et aux quelques centimètres d'eau les plus proches ;

3° La zone pélagique, elle aussi au large de la première et comprenant toute la masse d'eau libre.

Zone littorale

Elle est caractérisée par la pénétration de la lumière jusqu'au fond et par le mouvement de l'eau, d'où découlent les rapides variations de température. Seule cette zone possède des plantes de fond phanérogames.

Toutefois, elle n'est pas elle-même uniforme et elle offre une grande variation suivant la topographie et la composition du fond. Elle s'étend jusqu'où les plantes supérieures aquatiques arrivent à couvrir le sol ; ensuite, la lumière ne pénètre plus et cette zone, qui correspond aussi à celle du frai de nombreux poissons, cesse. Il n'y a donc pas correspondance absolue entre la zone littorale et la beïne ; elle peut rester en deçà ou aller au delà, sur une partie du mont.

Nous trouvons, en partant de la rive elle-même, les ceintures végétales habituelles : Phragmitaie, Potamaie et Charaie. Avant la Phragmitaie, qui est toujours submergée en été, se trouvent à la rive les Graminées de terrains inondables, les Prêles, les Saules et les Peupliers noirs. A l'extérieur de la Phragmitaie, composée de *Phragmites communis* et de *Typha* ou massette, nous trouvons quelques Scirpes (All. *Seebinsen*). Puis viennent les plantes beaucoup moins enracinées, entièrement ou presque entièrement dans l'eau : tout d'abord les Potamots (All. *Laichkraut*) ; au voisinage de l'île de Mainau, le Dr MUCKLE, assistant du Professeur AUERBACH, cite *Potamogeton lucens* et *Potamogeton perfoliatus*, plus rarement *Potamogeton crispus* et *pectinatus* et *Myriophyllum*.

spicatum (All. *Tausendblatt*) ; dans la Charaie, il trouve *Chara aspera* et *Chara ceratophylla*, rarement *Chara foetida*. *Chara aspera* caractériserait la partie supérieure de la Charaie de 0 m. 50 à 6 mètres de profondeur sur les fonds sableux et *Ch. ceratophylla* la partie profonde de 5 à 12 mètres, constituant le passage aux fonds argileux. Ces plantes forment un abri de valeur pour les jeunes poissons et les animalcules. De plus, par leur décomposition, elles procurent de la nourriture aux vers, limaces et larves d'insectes. Citons, enfin, les algues unicellulaires, qui servent aussi directement de nourriture à ces animaux et aux petits crustacés. Ces algues se trouvent sur les tiges et feuilles des Potamots et sur les feuilles nageantes des Nénuphars et des Hydrocharis. Avec les animaux unicellulaires, elles constituent l'« Aufwuchs », que l'on peut traduire par l'ensemble des êtres inférieurs croissant sur des supports (pierres, poteaux, plantes, etc...). Citons : *Ulothrix zonata*, *Spyrogyra aduata*, *Schizothrix*, *Plectorema*, *Gongozira* et *Rivularia*.

Toute cette végétation est utile comme nourriture et comme source d'oxygène pour les animaux, mais elle constitue de plus un emplacement de frai pour de nombreux poissons, emplacement où se développent les jeunes à l'abri des prédateurs.

Comme faune littorale, le Professeur AUERBACH cite :

Spongiaires et Hydrozoaires :

Spongilla lacustris L., *Hydra vulgaris* et *H. oligactis* Pallas.

Nématodes :

Alaimus primitivus de Man., *Monohystera paludicola* de Man., *Monohystera filiformis* Bastian, *Theristus dubius* Bütschli, *Prochromadorella bioculata* M. Schultze, *Ironus tenuicaudatus* de Man., etc.

Oligochètes :

Chaetogaster diaphanus Gruith, *Paranais naidina* Bretscher, *Stylaria lacustris* L., *Nais communis* Pignet, *Tubifex tubifex* Müll., *Tubifex barbatus* Grube, *Lumbriculus variegatus* Müll., *Trichodrilus sanguineus* Bretscher, etc.

Hirudinées :

Glossosiphonia complanata L., *Helobdella stagnalis* L., *Herpobdella testacea* Savigny, *Herpobdella octoculata* L.

Cladocères :

Sida cristallina Müll., *Latona setifera* Müll., *Scapholeberis mucronata* Müll., *Simocephalus vetulus* Müll., *Iliocryptus acutifrons* G. O. Sars, *Alona affinis* Leydig, *Rhynchotalona rostrata* Koch, *Chydorus sphaericus* Müll.

Ostracodes :

Herpetocypris reptans Baird, *Cyclocypris ovum* G. W. Müll., *Cypria ophthalmica* Jurine, *Candona candida* Müll., *Cypridopsis vidua* Müll., etc.

Copépodes :

Macrocylops albidus Jurine, *Eucyclops serrulatus* Fischer, *Eucyclops macrurus* G. O. Sars, *Paracyclops fimbriatus* Fischer, *Canthocampus staphylinus* Jurine, *Attheyella crassa* G. O. Sars, etc.

Malacostracés :

Asellus aquaticus L., *Gammarus fossarum* Koch, *Gammarus pulex* L.

Hydrocariens :

De nombreuses formes.

Tardigrades :

Macrobiotus macronyx Duj., *Macrobiotus hufelandi* Schultze.

Odonates :

Des larves d'*Agrion*, *Calopteryx*, *Libellula*, *Lestes*.

Ephemeroptères :

Larves d'*Ephemerella vulgata* L., *Choroterpes picteti* Etw., *Cænis macrura* Stephens, *C. horaria* L., *Bæetis* sp., *Centroptilum* sp., *Cloeon* sp.

Neuroptères :

Des larves de *Sialis*.

Trichoptères :

Polycentropus flavomaculatus Curt., *Tinodes wæneri* L., *Phryganea grandis* L., *Molanna palpata* Mc Lach, *Leptocerus cinereus* Curt.

Diptères :

Des larves de *Ceratopoginæ*, *Tanypodinæ*, *Orthocladiinæ*, *Chironominæ*.

Coléoptères :

Haliphus confinis Steph., *Bidessus unistriatus* Illig, des larves d'*Agabus*, *Ilybius*, *Hydroporus*, etc.

Gastropodes :

Limnæ stagnalis L., *Radix auricularia* L., *Radix ampla* Hart, *Radix ovata* Drap., *Stagnicola palustris* Müll., *Planorbis* sp., *Physa fontinalis* L., *Valvata piscinalis* f. *alpestris* Küst., *Bythinia tentaculata* L.

Lamellibranches :

Pisidium amnicum Müll., *P. torquatum* Stelf., *P. tenuilineatum* Stelf., *P. henslovianum* Shepp., *P. casertanum* Poli., *P. personatum* Malm., *P. conventus* Cless., *Anodonta cellensis* Com *Masculinum lacustre* Müll., *Sphærium corneum* L., etc.

Bryozoaires :

Plumatella repens L., *P. emarginata* Allm., *Fredericella sultana* Blumch.

Zone profonde

Dans cette zone privée de lumière, le sédiment fin, gris-clair, contient des vers de vase, des larves de mouches, quelques *Pisidium* et parfois, mais rarement, des Gammarés et autres petits crustacés. Cette région contient aussi des bactéries et des diatomées. Ainsi quelques êtres supérieurs y trouveront leur nourriture : la Gravenche ou Kilch, la Lotte, l'Omble-chevalier, la Brème et la Brème bordelière. Certains ne monteront dans la zone éclairée que pour frayer. Flottant dans l'eau au-dessus du fond, nous trouvons *Megacyclops viridis* Jurine. Sur le fond : *Planaria alpina*, *Fredericella sultana*, de nombreux *Pisidium*, *Niphargus foreli*, etc.

Zone pélagique

C'est la zone essentielle du *plancton*, dont les êtres minuscules, plantes et animaux, qui le constituent, naissent, vivent et meurent en flottant dans la masse de l'eau ; seuls, les débris de leur corps (enveloppe ou squelette) tombent au fond du lac où ils servent encore de nourriture à d'autres êtres. Ce plancton, que l'on pêche avec des filets spéciaux à mailles très fines (soie à bluter), comprend des petits crustacés de plusieurs espèces et de très petites algues. Le phytoplancton, qui a besoin de lumière, ne descend guère au delà de 30 mètres ; le zooplancton va, en fait, rarement plus bas ; le Coregone bleu (*Coregonus wartmanni*), en allemand Blaufelchen, suivra les zones riches en plancton qui s'étagent par couches de richesse variable à chaque profondeur suivant la saison, la température de l'eau et l'ensoleillement. Cette variation aura un effet direct sur la pêche de ce poisson et on pourra savoir à quelle profondeur il est intéressant de jeter le filet flottant (All. *Schwebnetz*) et si l'utilisation du filet à sac (All. *Klusegarn*) présente un intérêt à un moment donné, puisqu'il n'est pas efficace au delà de 20 à 25 mètres de profondeur.

Les animaux pélagiques comprennent donc, d'une part le zooplancton, composé d'animaux flottants sans mouvements propres leur assurant une locomotion indépendante, d'autre part le necton, dont les animaux possèdent ces mouvements propres. C'est au necton qu'appartiennent les poissons du large du lac, de même que les animaux microscopiques qui nagent. (Par opposition aux animaux pélagiques, on cite souvent les animaux du fond, qui constituent le Benthos.)

Dans un exposé aussi bref, il ne nous est pas possible de fournir des détails complets sur le plancton du Lac. Nous nous contenterons de donner les généralités les plus essentielles, en les accompagnant d'un aperçu sur l'importance des études dont est l'objet ce plancton de la part de nombreux savants et des résultats que l'on peut en attendre.

Le zooplancton

Au cours de l'année, se trouvent régulièrement les principales formes suivantes (d'après AUERBACH) :

A. — Crustacés :

1^o PHYLLOPODES (Cladocères) :

SIDIDES : *Diaphanosoma brachyurum* Liévin var. *frontosa* Lilljeborg.

DAPHNIDES : *Daphne longispina hyalina* Leydig.

BOSMINIDES : *Bosminia coregoni longispina* Leydig.

POLYPHEMIDES : *Bythotrephes longimanus* Leydig.

LEPTODORIDES : *Leptodora kindtii* Focke.

De plus, quelques espèces littorales se trouvent parfois en abondance au large en surface. Citons *Sida crystallina* O. F. Müller, occasionnel, et *Scapholeberis mucronata* O. F. Müller, régulier de Juin au début d'Août au milieu du lac.

2^o COPÉPODES :

CENTROPAGIDES : *Diaptomus gracilis* O. Sars, *Diaptomus laciniatus* Lilljeborg, *Heterocope weissmanni* Imhof.

CYCLOPIDES : *Cyclops strennuus* Fischer et *C. leuckarti* Claus.

B. — Rotifères :

MELICERTIDES : *Conochilus unicornis* Rouss.

TRIARTHRIDES : *Polarthra platyptera* Ehrbg.

ANUREIDES : *Anuræa cochlearis* Gosse, *Notholca longispina* Kellic.

Les quinze espèces citées ci-dessus sont considérées par le Professeur AUERBACH comme les principaux représentants du plancton du Bodensee.

La répartition du plancton a été et est encore étudiée de très près par les Instituts de recherches. On distingue sa répartition horizontale, sa répartition verticale et sa répartition saisonnière.

1^o Répartition horizontale. — Il est indubitable que la répartition horizontale du plancton n'est pas uniforme et varie d'après plusieurs facteurs, qui peuvent être les courants des affluents, la température ou d'autres facteurs. La différence, qui ne dépassait pas 25 % d'après HOFER (1), suivant les stations est certainement beaucoup plus forte parfois (HOFER travaille avec un filet traîné horizontalement et non fermé). Elle peut atteindre 500 % ; la quantité de zooplancton peut être parfois de 1.500 unités par mètre cube et passer à 10.000. La variation peut porter plus sur les Rotifères que sur les Crustacés ou inversement. De toute façon, la question est encore insuffisamment étudiée et nous savons seulement que zoo- et phytoplancton forment des essaims ou amasse-

(1) Directeur de l'Institut de Recherches biologiques de Munich, décédé.

ments. L'existence de ces essaims et la proportion des espèces qui les constituent explique la présence de bandes de Corégones, d'où l'intérêt de cette connaissance pour la pêche.

2° *Répartition verticale.* — D'après HOFER, le plancton n'habiterait que les eaux de la partie supérieure ; en été, de 2 à 30 mètres, en hiver, de 0 à 50 mètres. Les deux mètres supérieurs en été seraient *très pauvres* en plancton. La répartition ne serait pas uniforme dans la zone habitée. HOFER distingue :

1° Des formes également réparties, EURYTHERMES : *Diaptomus gracilis* et *Cyclops leuckarti*.

2° Des formes STÉNOTHERMES :

a) Supérieures (zone supérieure jusqu'à 10 ou 15 mètres) ou chaudes, telles que *Notholca*, *Anuræa*, *Conochilus*, *Diaphanosoma*, *Daphnia*, peut-être *Bosmina*.

b) Moyennes (zone de 7 à 10 mètres) ou tempérées, telles que *Leptodora* et *Bythotrephes*.

c) Inférieures (zone de 15 à 30 mètres en été) ou froides, telles que *Cyclops strenuus* et *Hetercope weismanni*.

La variation serait causée par la lumière et par la température de l'eau.

En hiver, à l'exception des Bosmines, les Cladocères disparaîtraient et seuls resteraient les Copépodes ; de plus, la zone de deux mètres serait habitée et la zone de plancton s'élèverait. Le printemps et l'automne assureraient la transition. En hiver, le nombre des individus diminuerait ; la nuit, il augmenterait considérablement en surface. Tel est l'avis de HOFER.

Le Professeur AUERBACH estime que la zone quasi-azoïque ne commence pas vraiment à quelque époque que ce soit avant 50 mètres ; malgré la pauvreté de la zone de 30 à 50 mètres, il y a toujours trouvé des individus. En hiver même, on trouve des individus plus bas. D'ailleurs, on peut toujours rencontrer des individus isolés à de grandes profondeurs, mais de plus en plus rarement à mesure qu'on descend. Ceci se présenterait surtout pour les *Nauplius*, peut-être parce qu'ils montent du fond après éclosion.

Si nous étudions la répartition des espèces d'après la profondeur, nous trouvons que, pour toutes les espèces, le maximum est entre 0 et 5 mètres. Ceci est vrai pour *Diaphanosoma*, *Daphne*, *Leptodora*, *Bythotrephes* et *Bosmina*, la plupart du temps aussi pour *Diaptomus* et *Cyclops* sauf en Juin pour le premier, qui l'atteint entre 20 et 30 mètres, et en Septembre pour le *Cyclops*, qui l'atteint entre 10 et 20 mètres. *Hetercope* est à peu près également réparti partout ; son maximum passe des 10 à 20 mètres (Juillet) aux 30 à 50 mètres (Août) pour remonter en Septembre et Octobre et avoir son maximum jusqu'en Décembre entre 0 et 5 mètres. Les *Nauplius* sont les plus fréquents entre 0 et 10 mètres. Chez les Rotifères, nous trouvons principalement en surface *Polyarthra* et *Conochilus*, le premier surtout de 0 à 5 mètres, le second de 5 à 10 mètres. *Notholca* change plus de niveau et va de la surface à 30 et 50 mètres, comme *Anuræa*.

Zooplancton de 0 à 50 mètres. — Moyenne des années 1920 à 1924.
(D'après AUERBACH, MAERKER et SCHMUTZ).

	Diaphanosoma	Daphne	Diaptomus	Cyclops	Hetercope	Leptodora	Bythotrephes	Bosmina	Notholca	Anuraea	Polychaeta	Conochilus	Nauplius
Hiver I II III	0 0 0	2 1 3	433 812 693	206 156 193	2 0 0	0 0 0	0 0 0	146 35 9	263 200 192	29 19 33	7 9 15	1 0 0	315 1311 699
Printemps IV V VI	0 2 1	33 147 362	590 937 381	420 530 243	78 293 122	0 3 4	0 2 4	13 59 72	184 562 1470	55 122 65	16 96 397	0 3 125	935 625 765
Été VII VIII IX	8 48 178	214 256 125	159 283 459	387 513 641	17 16 84	3 3 3	3 3 4	26 16 115	1573 1173 1666	464 472 283	1765 937 405	82 3 19	924 1642 1253
Automne X XI XII	388 3 0	62 0 18	1163 836 734	882 887 653	52 42 10	1 0 0	3 1 0	133 317 349	3270 1195 643	3016 181 167	647 82 25	36 7 0	728 237 132

NOTA. — Les maxima et deuxième maxima sont indiqués en caractères gras; les minima, en italique.

3° *Répartition saisonnière.* — Il ne nous est pas possible de nous étendre sur la question de la *répartition saisonnière* du plancton, pourtant si intéressante du point de vue scientifique et apte probablement à donner la solution de nombreux problèmes au point de vue piscicole. Certaines espèces se trouvent durant toute l'année mais à des profondeurs variables : *Diaptomus*, *Cyclops*, *Notholca*, *Anuræa*, *Heterocope*, *Bosmina*. D'autres sont saisonnières : de printemps, d'été ou d'automne. Par exemple : *Diaphanosoma*, *Daphne*, *Leptodora*, *Bythotrephes*, *Polyarthra*, *Conochilus* et d'autres Rotifères. *Daphne* a son maximum en Mai et en Juin ; *Leptodora* et *Bythotrephes* l'ont durant l'été, comme *Polyarthra* et *Conochilus*. *Diaphanosoma* attend la fin de l'été.

MM. AUERBACH, MAERKER et SCHMUTZ ont publié, dans « Hydrographisch-biologische Bodensee-Untersuchungen II » de l'Institut de recherches de Constance-Staad, deux tableaux résumant l'ensemble des observations faites par eux de 1920 à 1924, concernant la répartition des espèces principales de plancton aux diverses profondeurs. Nous reproduisons l'un de ces tableaux, indiquant la quantité moyenne totale du zooplancton existant aux diverses saisons, entre les profondeurs extrêmes de 0 à 50 mètres.

Le plancton est certainement influencé par les conditions thermiques du Lac. Chaque espèce doit avoir son optimum de température et le rechercher dans telle ou telle couche de l'eau. Un autre facteur est celui de la lumière solaire. En ce qui concerne la composition chimique de l'eau, on ne croit pas à une grande influence en raison de la grande pauvreté relative du Bodensee en plancton par rapport à sa masse d'eau.

Le phytoplancton

Celui du Bodensee est de qualité très constante par suite de la périodicité des espèces qui se présentent en masse. Comme très périodiques, nous citerons les *Cyclotella socialis*, *bodanica*, et *melosiroïdes* ; comme moins périodiques : *Asterionella*, *Synedra*, Flagellés et *Ceratium* ; comme sans périodes : *Fragilaria crotonensis*. Mais la quantité peut varier beaucoup, du simple au décuple, les grands maxima durant moins longtemps que les maxima plus modestes.

Les seuls facteurs jouant une influence assez nette sont la lumière et la température. Certaines espèces (les *Asterionella*) aiment l'eau froide, d'autres aiment l'eau chaude, comme les *Cyclotelles*, d'autres sont indifférentes, comme *Fragilaria crotonensis*.

Verticalement, la répartition est telle que la plus grande masse du phytoplancton se trouve dans les 20 à 35 mètres supérieurs ; puis la quantité décroît rapidement, sauf pour *Asterionella* et *Synedra* au moment de leur maximum. Il est caractéristique que les individus se présentent en masses importantes suivant des couches aussi horizontales plus ou moins fortes.

Horizontalement, la qualité de tout le Lac est de valeur semblable. Par contre, la quantité présente des différences et celle-ci croît dans certaines directions, notamment vers l'ouest. Il n'y a pas de vrais essaims, mais on a observé des amas d'*Anabræna* et de *Ceratium*.

Comme formes principales du Phytoplancton, le Professeur AUERBACH cite :

a) EUPLANCTON en masse :

Asterionella gracillima Heiberg, *Cyclotella bodanica* Eulenstein, *C. socialis* Schütt, *C. compta* Kütz, *C. melosiroïdes* Lemn, *Synedra delicatissima* W. Smith, *Fragilaria crotonensis* Kitton.

b) EUPLANCTON fréquent :

Ceratium hirundinella O. Fr. M., *Dynobryon divergens*, *D. cylindricum*, *D. stipitatum* Stein, *Salpingoeca frequentissima* Lemn, *Cyclotella catenata* Brum, *Cælosphærium kützingianum* Näg, *Anabæna flos-aquæ* Breb, *Microcystis æruginosa* Kützig.

c) EUPLANCTON rare :

Cymatopleura elleptica Breb, *Cyclotella glomerata* Bachm, *C. lucernensis* Bachm, *Mallomonas producta* Iwanoff, *M. acaroides* Perty, *Gymnodinium helveticum* Penard, *Sphærocystis schröteri* Chodat, *Cosmarium depressum* Lund, *Ankistrodesmus lacustris* Ost, *Nephrocystium agardhianum* Näg, *Closterium prorum* Breb.

d) EUPLANCTON SPORADIQUE :

Cyclotella schröteri Lemn, *Cymatopleura solea* Breb, *Ankistrodesmus falcatus* var. *duplex* G. S. West, *A. F. mirabilis*, *A. convolvulus corda* var. *minutum* Rabenh, *Elakthrix gelatinosa* Wille, *Botryococcus braunii* et var. *horridus* Hansg, *Glæocystis planctonica* Lemn, *Cocystis lacustris* Chodat, *Actinastrum hantzschii* Lagerh, *Selenastrum bibrianum* Reinsch, *Carteria cordiformis* Cill, *Dictyosphærium reniforme* Bulnheim, *Chlamidomonas inhærens* Bachm, *Coccomyxa lacustris* Chodat, *Closterium aciculare* T. West, *Chroococcus minutus* Näg, *Ch. limneticus* Lemn, *Gomphosphæra lacustris* Chodat, *Microcystis incerta* Lemn, *Rhabdoderma lineare* Schmidle et Lauterborn, *Oscillatoria limnetica* Lemn, *Ureglenopsis americana* Lemn, *Peridinium cinctum*.

e) ESPÈCES TYCHOLIMNÉTIQUES (du rivage et du fond) qui se trouvent occasionnellement dans le plancton :

Tabellaria flocculosa Kütz, *T. fenestrata* avec var. *intermedia*, *Diatoma elongatum* Agardh, *D. vulgare* Bory, *Fragillaria capucina* Desm, *Cymbella lanceolata* Ehrbg, *C. helvetica* Kütz, *C. ehrenbergi* Kütz, *C. affinis* Kütz, *Gyrosigma attenuatum* Kütz, *Melosira varians* Agardh, *Synedra ulna* Ehrbg, *Achnantes minutissima* Kütz, *Navicula affinis* Ehrbg et beaucoup d'autres espèces. *Nitzschia vermicularis* Hantzsch, *Surirella elegans* Ehrbg, *S. anceps* Breb, *Campylodiscus hibernicus* Ehrbg, *Merismopedia glauca* Näg, *M. tenuissima* Lemn, *Aphanothece castagnei* Rabenh, *A. clathrata* W. et G. S. West, *Anthophysa vegetans* Stein, *Palatinella cyrtophora* Lauterborn, *Pediastrum duplex* Meyen, *P. boryanum* Meneghini, *Stigeoclonium longarticulatum* Heering, *Microthamnion strictissimum* Rabenh, *Hydrodictyon reticulatum* Lagerh, *Closterium moniliferum* Ehrbg, *Staurastrum pseudofurcigerum* Reinsch, *Cælastrum microporum* Näg, *C. reticulatum* Senn, *Spirogyra* Sp.

Suivant THIENEMANN, aussi bien du point de vue biologique qu'hydrographique, le Lac Supérieur est donc bien un lac oligotrophe : il contient une faible quantité relative de plancton et celui-ci se répartit jusque dans les grandes profondeurs. Les Diatomées forment la partie principale du phytoplancton, les Chlorophycées, Schizophycées, Périidiniens et Flagellés jouant un moindre rôle. La faune profonde est riche en espèces planctoniques et liée à une forte teneur en oxygène. La Gravenche, (*Coregonus acronius*), en allemand : *Kilch*, est le Corégone de profondeur.

On a aussi pensé à étudier les rapports entre l'hydrographie et la présence plus ou moins abondante de plancton. Le Professeur AUERBACH a observé, par exemple, que la présence des eaux du Rhin dans la baie de Bregenz avait certainement une influence sur le plancton, mais celle-ci diffère entre le zoo- et le phytoplancton. Alors que ce dernier diminue beaucoup, le zooplancton se maintient ou même parfois augmente à l'embouchure même du Rhin. Comme nous l'avons dit, il y a en tout cas des facteurs qui jouent certainement sur le plancton et l'on doit citer, en premier lieu, la température et la visibilité. Le plancton, de plus, augmente vers l'aval.

Nous préciserons également que phyto- et zooplancton présentent des espèces littorales et d'autres appartenant au large mais il y a un mélange assez fréquent entre celles-ci pour le phytoplancton, beaucoup moins pour le zooplancton. En outre, les espèces du large vont plus souvent vers le littoral que l'inverse ne se produit. Les migrations du plancton s'expliquent par la présence de courants de surface ou de fond, dus au vent, aux variations de pression atmosphérique, aux affluents et à d'autres causes.

Nous rappelons, enfin, la grande différence de type des deux lacs. Ici, nous avons parlé essentiellement du Lac Supérieur, lac profond avec zone littorale bien distincte, lac thermiquement « tropical », d'après FOREL, et oligotrophe, d'après THIENEMANN, alors que le Lac Inférieur est un lac assez plat, avec zone littorale moins différente de la zone profonde, thermiquement « tempéré » et de caractère eutrophe. Il en résulte une différence de faune et de flore, bien que les formes du Lac Supérieur pénètrent dans le Lac Inférieur par le Rhin ; l'inverse ne se produit pas.

•
(A suivre.)