

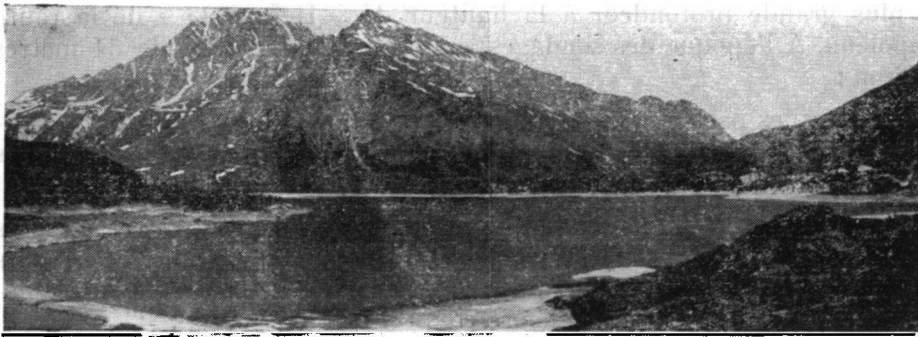
CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES LACS DE SAVOIE

LE LAC DU MONT-CENIS

par B. DUSSART

Chargé de la Station de Recherches lacustres de THONON.

Par lettre en date du 24 Octobre 1949, M. l'Inspecteur principal des Eaux et Forêts PLAGNAT, de Chambéry, que je tiens à remercier ici sincèrement de l'obligeance qu'il a toujours montrée lors de nos expéditions et échanges de vues, me demandait d'envisager l'étude hydrobiologique du Lac du Mont-Cenis. Aussitôt attiré par cette proposition, j'ai été amené à



Panorama du Lac du Mont-Cenis.

Photo B. DUSSART.

réunir quelques éléments d'une mise au point des questions soulevées par ce Lac et, par extension, par tout lac de montagne.

Mes remerciements vont également à M. CHATELAIN, Ingénieur des Eaux et Forêts et à MM. les Présidents de la Fédération des Associations de Pêche et de Pisciculture de la Savoie et de la Société de Pêche du Lac du Mont-Cenis, qui ont rendu possibles ces recherches.

* * *

Le Lac du Mont-Cenis, comme presque tous les lacs de montagne, et ils sont légions, a été très peu étudié.

Situé à un peu plus de 1.900 mètres d'altitude, sur un plateau du versant italien des Alpes, ce Lac présente une superficie variant, suivant la saison, entre 90 et 260 hectares. C'est, de ce fait, une masse d'eau très intéressante.

Accessible par le col du Mont-Cenis, le Lac fait l'objet d'une pêche active, sous le contrôle extrêmement sévère du groupe sportif de pêche du « Mont-Cenis », et des déversements rationnels entretiennent une population de poissons qui en fait un lac très attirant pour les amateurs de pêches fructueuses.

Faisant l'objet d'une utilisation industrielle pour la production d'électricité, le Lac du Mont-Cenis présente un plan d'eau variable, et ses variations de niveaux sont assez considérables : en années moyennes, elles atteignent 12 mètres entre Octobre, époque des hautes eaux et Avril, période d'étiage. Sa profondeur est donc variable et difficile à définir. Disons que le 8 Octobre 1950 elle était, au point semblant le plus profond, de 36 m. 70.

Il n'existe pas en France de carte exacte du nouveau Lac du Mont-Cenis. Le plan directeur au 20.000^e, de l'Institut géographique National, ne donne que le contour ancien du Lac à une époque où le barrage, sur-exhaussant son niveau d'une dizaine de mètres, n'était pas construit.

J'ai tenté de compléter la carte bathymétrique du Lac en effectuant quelques sondages en Juin 1950. Ceux-ci m'ont montré que :

1° la cuvette du Lac est assez régulière dans son ensemble et présente sa plus grande profondeur à la hauteur du « Refuge 11 » de la route Napoléon. A l'époque des sondages, cette profondeur était de 34 mètres environ ;

2° toutes les parties nord-occidentale et orientale du Lac sont constituées de hauts fonds recouverts d'une végétation monotone de Characées ou de Graminées de prairie, noyée en période de hautes eaux ;

3° les fonds du Lac sont tantôt sableux, tantôt vaseux. Ces derniers sont constitués d'une vase plus ou moins légèrement putride, à éléments minéraux micacés et, après examen grossier par tamisage sur place, abiotiques. Nous verrons tout à l'heure ce qu'il faut en penser ;

4° la partie septentrionale du Lac comporte des entonnoirs produits par effondrements de loupes de gypse dissoutes par les eaux météoriques. On ne peut parler de sources sous-lacustres puisqu'elles ne semblent alimentées que par les eaux de ruissellement.

Notons à propos de cette observation que DELEBECQUE, dans son grand ouvrage : « Les lacs français », parle d'entonnoirs de ce genre « produits par des sources jaillissant sur la beine qui entoure l'île du lac » (maintenant submergée et située à sa partie occidentale). Il me semble plus prudent de justifier ces anomalies de terrains par le relief très chaotique de toute cette portion de plateau, relief produit par un banc de gypse incomplètement et localement disparu par dissolution.

A ce propos, il convient de dire un mot ici de l'origine du Lac, origine attribuée à deux causes.

La première, justifiée par cette présence de gypse sur le plateau, donnerait au Lac pour origine un effondrement d'une cavité souterraine produite par dissolution d'une énorme loupe de gypse située à l'emplacement actuel du Lac et dont les vestiges subsistent sur terre ferme depuis les hôtels du Mont-Cenis jusqu'au pied du Signal du Petit Mont-Cenis vers l'ouest.

La deuxième, concomitante, serait un barrage naturel de la partie aval du plateau par le cône de déjection du torrent de Ronce et des torrents descendant de la pointe de Lamet. Ces deux causes s'ajoutant auraient contribué à faire du Lac du Mont-Cenis une volumineuse masse d'eau d'une dizaine de millions de mètres cubes. Le barrage, fait de main d'homme, a maintenant accru ce volume de quelques 32.000.000 de mètres cubes.

L'eau du Lac.

L'étude physique du Lac n'a été qu'abordée en 1950. Deux séjours au col du Mont-Cenis ont permis cependant de mettre en évidence les faits suivants :

La température superficielle du Lac semble ne jamais dépasser 15°. J'ai observé les températures suivantes, à rapprocher des quelques observations effectuées par A. DELEBECQUE voici plus de cinquante ans. :

PROFONDEUR	12 JUIN 1950	8 AOUT 1894	2 OCTOBRE 1893	8 OCTOBRE 1950
0 m.	13,6	14,6	10,2	9,2
5 m.	13,5		10,0	9,1
10 m.	9,3		10,0	8,8
12 m.	4,8			
15 m.	0,2	14,0	10,0	8,8
20 m.	3,0		9,9	8,8
25 m.		10,2		5,4
30 m.	3,2	9,8	9,8	3,4
35 m.				3,6

La température observée à 15 mètres le 12 Juin 1950 semble aberrante et due à une erreur technique. Il n'a pas été possible, jusqu'à présent, d'effectuer de nouvelles observations tendant à critiquer ce résultat. Des observations thermiques, plus nombreuses et plus précises, seront effectuées en 1952 pour mettre en évidence les causes du réchauffement des eaux profondes comme observé par DELEBECQUE au siècle dernier, et l'évolution saisonnière de la température à diverses profondeurs déjà entrevue à la lecture de ces quelques chiffres.

On peut déjà constater que le Lac du Mont-Cenis est un lac tempéré, à stratification thermique directe l'été, durant une courte période. Dès le début de l'automne, une circulation intense amène les eaux de surface

en profondeur, ce qui réchauffe notablement celles-ci. Il faut également remarquer que la relativement très faible température notée au fond, tant en Juin qu'en Octobre 1950, laisse prévoir une composition chimique de l'eau variable avec la profondeur.

La transparence de l'eau du Lac est relativement remarquable. Alors que DELEBECQUE note avoir remarqué une transparence de 8,5 m. le 8 Août 1894, j'ai observé, le 8 Octobre 1950, le disque de Secchi par 14 mètres de fond. A la même époque de l'année, DELEBECQUE n'avait trouvé que 5,5 m. en 1893.

La teneur de l'eau en sels dissous, qui a été étudiée en utilisant la technique de mesure de la conductivité électrique, montre que le Lac présente des eaux profondes notablement plus riches en électrolytes que les eaux superficielles. Alors qu'à 0 mètre, et en gros dans les quinze premiers mètres, la conductivité est de 600 à 700.10⁻⁶, elle atteint plus de 1000.10⁻⁶ à 30 mètres. Cette augmentation de la teneur en électrolytes est concomitante à une élévation de même ordre de la turbidité.

Le dosage de quelques éléments intéressants a été effectué, tant en Juin qu'en Octobre.

L'oxygène dissous, si important à connaître pour éclairer l'aménagiste piscicole en matière de possibilité de vie en profondeur comme en matière de productivité, a fait l'objet de plusieurs dosages. Ceux-ci ont donné les résultats suivants (exprimés en mg./l. et en % à la saturation) :

PROFONDEUR	12 JUIN 1950		8 AOUT 1894		8 OCTOBRE 1950	
0 m.	8,28	102 %	8,63	107 %	10,67	119 %
5 m.					10,69	120 %
10 m.					10,61	118 %
15 m.	6,57	64 %			10,60	117 %
20 m.					10,44	115 %
25 m.					7,08	73 %
30 m.	5,39	52 %	8,63	97 %	3,28	31 %
35 m.					0,003	0 %

Dès l'abord, on constate une différence notable entre les résultats de DELEBECQUE et les miens. En 1894, le Lac du Mont-Cenis semblait très riche en oxygène de la surface jusqu'au fond. Cette richesse ne peut s'expliquer que par l'absence de processus réducteurs dans les eaux profondes et à une époque de stratification thermique bien établie. Le Lac du Mont-Cenis, pour employer un terme utilisé dans la classification des lacs d'après les critères de productivité, était *oligotrophe*.

Depuis, faut-il incriminer les déversements importants d'alevins de Truites tendant à accroître cette productivité piscicole? le Lac du Mont-Cenis est plus ou moins typiquement *eutrophe*, dans la mesure où on laisse à ce terme le sens que lui donne son étymologie. La teneur en oxygène diminue en profondeur au fur et à mesure que la saison s'avance, et les vases du fond, plus ou moins putrides, attestent l'existence de pro-

cessus réducteurs expliquant cette diminution de la teneur en oxygène. L'état d'évolution du Lac est tel actuellement que la situation est loin d'être alarmante à la simple constatation de ce phénomène, et nous verrons plus loin comment il faut, en réalité, considérer le problème.

En ce qui concerne l'acidité de l'eau du Lac du Mont-Cenis, disons tout de suite que le *pH* de cette eau varie peu et entre les limites suivantes : 7,2 et 7,8. Les eaux les plus alcalines se trouvent en surface et dans les dix premiers mètres.

La simple lecture des résultats des dosages en matière d'alcalinité permet de se rendre compte d'une part de la valeur très moyenne de cette alcalinité d'environ 90 à 100 mg./l. exprimé en CO_3Ca , et d'autre part de son augmentation sensible en profondeur et spécialement près du fond. Cette différence entre surface et profondeur s'accroît à l'automne tant par augmentation de l'alcalinité en profondeur que par sa diminution en surface.

La présence du gypse dans le substrat du Lac donnait de l'importance à l'ion sulfate dans le dosage chimique des eaux recueillies. Ces prévisions furent confirmées amplement et en Juin 1950, alors qu'il était possible de déceler près de 300 milligrammes de sulfates par litre en surface, à 10 mètres de profondeur, j'en trouvais 408, à 20 mètres 614, et à 30 mètres 638 mg./l.

Cette très forte teneur en sulfates est le fait caractéristique de ce Lac. Il est par ailleurs pauvre en fer (de 0 à 0,09 mg./l.), très pauvre en nitrates (de 0,02 à 0,25 mg./l.), et en phosphates (de 0 à 0,02 mg./l.).

Il faut donc rechercher dans la forte teneur en sulfates une explication des anomalies physiques observées. Le fait qu'il existe un gradient de composition chimique explique, entre autres, cette température très basse observée en profondeur. Dans un petit lac peu profond comme celui ici étudié, la vitesse de renouvellement des eaux de profondeur est telle qu'il ne peut y avoir d'eau moins dense recouverte par des eaux plus lourdes, l'équilibre se rétablit bientôt. Or, si l'on s'en tient à la seule critique des observations de température, on doit admettre un paradoxe thermique.

Tant en Juin qu'en Octobre, les eaux au voisinage du fond sont plus chaudes de quelques dixièmes de degrés, que celles qui leur sont immédiatement susjacentes. Est-ce à dire qu'il existe des sources sous-lacustres ? Ce n'est pas douteux. Les ruisseaux du bassin d'alimentation se perdent parfois avant d'atteindre le Lac, et leurs eaux le rejoignent pourtant certainement. Mais le fait caractéristique n'est pas là. C'est à cause de la forte teneur en sulfates de ces eaux sous-lacustres que celles-ci peuvent rester au fond, et en faire un lac *méromictique* ou tendant à le devenir.

La vie dans le Lac.

Au point de vue faune et flore planctonique, le Lac du Mont-Cenis est relativement sans grand intérêt pour le systématien ; tout au moins est-ce la conclusion à tirer des quelques observations jusqu'alors effectuées. En Octobre 1950, par exemple, les individus rencontrés font partie

des espèces suivantes, soit¹ ubiquistes, soit habituelles dans les lacs à cette altitude et à cette époque :

Polyarthra platyptera ;
Keratella cochlearis ;
Keratella quadrata (abondant) ;
Daphnia longispina (abondant) ;
Chydorus sphaericus ;
Acanthodiptomus denticornis ;
Cyclops strenuus ;
Nauplii ;
Ceratium hirundinella (abondant) ;
Dinobryon divergens.

Une remarque s'impose cependant, remarque ayant pour origine des observations effectuées sans le moyen des filets à plancton.

Si les cladocères semblent l'élément prédominant de la faune zooplanctonique, on en a une démonstration particulièrement nette dans l'étude des dépôts de fond de l'automne. En effet, après tamisage des éléments minéraux de très faible calibre, il reste sur le tamis une quantité prodigieuse d'éphippies de Daphnies qui donnent une idée de ce qu'est le renouveau planctonique printanier dans le Lac.

Outre ces œufs de durée, les dépôts de fond ne contiennent guère que des débris organiques en assez grande quantité, débris qu'il faut rendre responsables de l'absorption en profondeur de l'oxygène dissous.

Signalons enfin que l'étude quantitative du plancton rencontré en Octobre 1950 montre l'importance du zooplancton par rapport au phytoplancton ; pour 9,5 centimètres cubes du premier, il n'y avait, en effet, que 2,2 centimètres cubes du second, ce qui ne réclame aucun commentaire particulier en cette saison.

Outre le plancton, le Lac permet, au moins en principe, de faire vivre et de nourrir du *benthos* et du *necton*.

Le *benthos* a été peu étudié. Je rappelle que le fond du Lac est autant sableux que vaseux et qu'une bonne partie de ce fond est tapissée de *Charas*. Une prise de fond effectuée à la benne d'Eckmann (250 centimètres carrés de section de prise) n'a ramené aucune larve d'insecte et même aucun élément nutritif habituel. Elle était constituée par une vase relativement putride et certainement anaérobie dans son ensemble. D'après cette observation, une conclusion vient à l'esprit : le Lac présente un *benthos* peu riche et, de ce fait, sa productivité est d'autant moins grande. Nous verrons ce qu'il faut en penser tout à l'heure.

Le *necton* fait l'objet d'une utilisation tout à fait rationnelle. Il se compose essentiellement d'une population de Truites : 90 % environ de Truites arc-en-ciel provenant d'une souche italienne et 10% de Truites communes. On tente actuellement d'y adjoindre de la Truite dite « de lac », variété habituée à ce biotope et provenant du Lac de Garde.

La formule de gestion du Lac par le groupe sportif de pêche « Mont-Cenis » permet des prises de Truites très intéressantes ; le règlement de

ce groupement prévoyant une taille minimum de prise à 30 centimètres, il n'est pas rare de pêcher à la ligne ou au filet des poissons d'une taille respectable. J'ai eu l'occasion, par exemple, d'étudier une Truite arc-en-ciel pêchée au filet, pesant 3 kilogrammes, mesurant 61 centimètres et âgée de 10 ans.

Une Truite commune pêchée à la ligne le 9 Octobre 1950, avec 78 centimètres de long et un poids de 4,5 kilogrammes, était âgée de 17 ans, tandis qu'une arc-en-ciel de 68 centimètres et pesant 2,850 kilogrammes, ne semblait âgée de de 5 ans.

Ces quelques chiffres donnent assez bien le « climat » piscicole du Lac. Sauf une exception, seule la pêche à la ligne est autorisée.

Comment ces poissons arrivent-ils à vivre et à s'accroître autant dans un lac qui, à priori, n'est pas forcément apte à autoriser une pêche de quelques 5 tonnes de Truites par an (d'après les statistiques officielles tenues par la société) ?

C'est dans l'estomac de l'une de ces Truites que j'ai trouvé la réponse à cette question ; j'y ai trouvé, en effet, outre plusieurs gammares, de nombreuses larves de chironomides, des ostracodes, des éhippies de cladocères en grand nombre, plusieurs mollusques du genre *Pisidium*, des algues filamenteuses, des débris de feuilles, des restes de *Charas* et autres détritrus végétaux, ceci chez une Truite arc-en-ciel de 800 grammes.

Que faut-il conclure ? Que la faune pisciaire a à sa disposition une abondante nourriture qui ne pourrait être décelée et étudiée que grâce à une étude sérieuse et approfondie du Lac.

La vie du Lac.

Il convient maintenant de considérer toutes ces observations comme les éléments d'un puzzle et tenter de reconstituer celui-ci.

Le Lac du Mont-Cenis, comme tout lac d'ailleurs, est une masse d'eau soumise à des agents extérieurs et qui vit par suite de cette influence autant que par celle des organismes végétaux et animaux l'utilisant comme milieu de vie.

Les conditions géographiques sont telles que, soumis à des vents dominants fréquents et dirigés dans le sens longitudinal du Lac, toute la vie dans le Lac dépend, en dernière analyse, de ces conditions particulières.

Alors qu'à cette altitude il devrait y avoir une très longue période de gel et d'arrêt de la vie lacustre, les vents du Sud remontant le versant italien des Alpes viennent atténuer sensiblement la rigueur du climat de montagne observable dans toute son intensité sur le versant français du col. Les calmes sont rares et en 1950, par exemple, le record à ce point de vue est quatre jours sans vent du 4 au 8 Octobre à 16 heures.

Alors que les conditions hydrologiques du Lac font de celui-ci un *lac méromictique* avec eaux profondes à tel point riches en sulfates que la densité de ces eaux en est assez modifiée pour que la température ne soit plus le seul facteur de stratification, les vents dominants Est-Ouest viennent provoquer dans le Lac des tempêtes qui, si elles s'extériorisent,

pour le touriste, par des vagues parfois fortes, n'en intéressent pas moins la presque totalité du Lac. Il se forme, grâce à elles, des mouvements internes de turbulences, seiches internes modifiant les conditions biologiques et empêchant le Lac du Mont-Cenis de devenir véritablement un lac eutrophe, et ceci de façon définitive, car si les conditions de productivité peuvent évoluer vers un état stable, on ne peut que constater la pérennité des facteurs météorologiques et leur effet salutaire.

Cet effet des vents sur les conditions de vie en profondeur est particulièrement bien mis en évidence par la coexistence d'une vase putride presque abiotique et par le fait que, près du fond, il y a encore notablement d'oxygène. L'absence de cet élément capital au contact de la vase du fond n'est qu'une preuve supplémentaire de l'existence de processus réducteurs nombreux qui n'ont d'influence que sur une très petite partie du fond.

Il faut rapprocher en ce sens le Lac du Mont-Cenis de celui d'Annecy, avec cette différence toutefois que ce dernier, par ses dimensions autant que par sa situation géographique, est amené à évoluer rapidement (pollution des rives), tandis que celui qui nous intéresse ici est directement et essentiellement soumis aux conditions météorologiques et géographiques extérieures.

* * *

De tout ce qui précède, on peut conclure que :

1° il n'y a pas d'inconvénient majeur à accroître au maximum rationnel la productivité de ce Lac par des déversements judicieux ;

2° les espèces actuellement existant dans le Lac semblent parfaitement adaptées au milieu très spécial qui leur est offert ;

3° il semble difficile de considérer l'acclimatation dans le Lac du Mont-Cenis d'espèces d'eau profonde. La seule espèce qui pourrait être envisagée, *en cas de nécessité*, serait le Saumon de fontaine, dont les exigences vitales s'accommoderaient bien du Lac.

Bien que ce que l'on connaît des conditions de vie dans ce Lac lui soient peu propices, l'Omble-chevalier pourrait peut-être y vivre (comme dans le Lac d'Annecy) ; mais si, du point de vue scientifique, l'essai est justifié, il ne l'est pas du point de vue technique, puisque actuellement la population piscicole semble tout à fait adaptée à son milieu ;

4° il conviendrait de poursuivre différentes recherches sur le Lac du Mont-Cenis, accessible comme rarement peut l'être un lac de montagne, très productif et cependant complexe ; les observations consignées ici laissent dans l'oubli la solution de nombreux problèmes : capacité biogénique des fonds du Lac, nature de ces fonds, importance et rôle des sources sous-lacustres dans la vie du Lac, etc...

Il est à espérer que le Lac du Mont-Cenis qui, jadis, n'a jamais attiré d'Italie les limnologues, soit, à l'exemple donné par DELEBECQUE, retenu comme sujet d'étude hydrobiologique par les milieux compétents français.

17 Janvier 1951

TABLEAU DES OBSERVATIONS EFFECTUÉES SUR LE LAC DU MONT-CENIS EN 1950

Observations physiques et analyses chimiques.

PROFONDEUR	TEMPÉRATURE		OXYGÈNE		ALCALINITÉ		pH		TURBIDITÉ (en degrés Verne)		CONDUCTIVITÉ (1.10 ⁻⁶ mhos/cm)	
	12 juin	8 octob.	12 juin	8 octob.	12 juin	8 octob.	12 juin	8 octob.	12 juin	8 octob.	12 juin	8 octob.
0 m.	13,6	9,2	8,28 (102%)	10,67	86	69	7,8	7,6		4,7	616	617
5 m.	13,5	9,1		10,69	88	68	7,8	7,4		5,7	630	697
10 m.	9,3	8,8		10,61	96	68	7,4	7,6		5,5	779	703
15 m.	0,2?	8,8	6,57 (64%)	10,60	102	69	7,2	7,6		5,8	993	713
20 m.	3,0	8,8		10,44	102	70	7,2	7,7		9,1	1031	713
25 m.		5,4		7,80	110		7,2				1056	
30 m.	3,2	3,4	5,39 (52%)	3,28	108		7,3				1052	
35 m.		3,6		0,0036		117		7,2				1038

TABLEAU DES OBSERVATIONS EFFECTUÉES SUR LE LAC DU MONT-GENIS EN 1950

Analyses chimiques.

PROFONDEUR	PO ₄ (en γ/l.)		NO ₃ (en γ/l.)		Cl (en mg/l.)		Fer (en γ/l.)		H ₂ S		SO ₄ (en mg/l.)	
	12 juin	8 octob.	12 juin	8 octob.	12 juin	8 octob.	12 juin	8 octob.	12 juin	8 octob.	12 juin	8 octob.
0 m.		15		160	6,0		40	traces	néant		292,8	
5 m.		21		20	6,0		90	85	néant		316,8	
10 m.		12		traces	8,0		30	46	néant		408,0	
15 m.		0		30	8,0		0	20	néant		576,0	
20 m.		6		30	9,0		0	30	néant		614,4	
25 m.												
30 m.					8,0		10					
35 m.		12		250				92				638,4