

Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 51 (1925)
Heft: 22

Artikel: Les lacs d'après le professeur L.W. Collet
Autor: Paréjas, Ed.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-39542>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 26.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

BULLETIN TECHNIQUE

DE LA SUISSE ROMANDE

Réd. : D^r H. DEMIERRE, ing.

Paraissant tous les 15 jours

ORGANE DE PUBLICATION DE LA COMMISSION CENTRALE POUR LA NAVIGATION DU RHIN

ORGANE DE L'ASSOCIATION SUISSE D'HYGIÈNE ET DE TECHNIQUE URBAINES

ORGANE EN LANGUE FRANÇAISE DE LA SOCIÉTÉ SUISSE DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES

SOMMAIRE : *Les lacs d'après le Professeur L. W. Collet*, par M. ED. PARÉJAS, docteur ès sciences. — *Concours pour l'étude d'un hospice orthopédique de la Suisse romande à édifier à Lausanne*. — *Association suisse d'Hygiène et de Technique urbaines : Institut de Technique sanitaire et Hygiène spéciale des Industries, à Paris*, par H. PY, technicien-hygiéniste, à Lausanne. — *Futures normes suisses pour les liants hydrauliques*. — *Journées de discussion du laboratoire fédéral d'essai de matériaux, à Zurich*. — **BIBLIOGRAPHIE.** — **SOCIÉTÉS :** *Société suisse des Ingénieurs et des Architectes*. — *Association des anciens élèves de l'Ecole d'ingénieurs de Lausanne*. — **CARNET DES CONCOURS.** — *Service de placement*.

Les lacs

d'après le Professeur L. W. Collet

par M. ED. PARÉJAS, docteur ès sciences.

La question des lacs est à l'ordre du jour de notre économie nationale. Au moment où les lignes électrifiées de notre réseau ferré s'étendent de toutes parts il est du plus haut intérêt de lire l'histoire des lacs¹ sous la plume autorisée d'un spécialiste tel que M. L.-W. Collet, professeur de géologie et doyen de la Faculté des sciences de l'Université de Genève. — Ancien directeur du Service de l'hydrographie nationale, l'auteur était mieux placé que personne pour traiter ce vaste sujet et le volume de 320 pages, richement illustré qu'il présente aux techniciens et au public cultivé est une mise au point de la question des lacs en même temps qu'un recueil de documents précieux pour les ingénieurs hydrauliciens.

Trois parties composent cet ouvrage. Le mode de formation des lacs ; l'eau des lacs ; le destin des lacs. — La question est donc respectivement présentée sous trois aspects : géologique, physique et chimique, puis technique.

Première partie.

Le mode de formation des lacs.

Le mode de formation des lacs est un problème qui s'est montré plus compliqué qu'il ne paraissait tout d'abord. — L'origine des lacs est en effet multiple et variée. La classification que l'auteur propose, après celles établies par de Martonne, Peach, Horne et Geikie, est la suivante :

- 1° Lacs dus à l'érosion glaciaire.
- 2° Lacs de barrage.
- 3° Les cratères-lacs.

¹ *Les Lacs*, par le prof. D^r L. W. Collet. — 1 vol. in 16°, de 320 p., 63 fig. et 28 pl. G. Doin, éditeur, Paris. — Fr. 35, broché.

- 4° Lacs d'origine tectonique.
- 5° Lacs karstiques.
- 6° Lacs sur et dans la glace.
- 7° Lacs dus à des dépressions coupant une nappe aquifère.

1° **Lacs dus à l'érosion glaciaire.** — La plupart des lacs suisses appartiennent à cette première catégorie, mais encore faut-il faire dans celle-ci plusieurs subdivisions. Il est des lacs de bassins terminaux limités à l'aval par des cordons de moraines frontales, comme les grands lacs du versant nord des Alpes, des lacs établis dans des bassins de surcreusement (lacs de la Haute-Engadine), des lacs de cirques (lacs de Seewli,

Tom et Cadagno), des lacs de vallées suspendues (Gelmersee, lacs Ritom et Lucendro). Enfin on distingue les lacs dans les roches moutonnées (lacs des cols du Simplon, de la Grimsel et du Bernardin).

2° **Lacs de barrage.** — Les barrages qui provoquent l'accumulation des eaux d'une vallée et donnent naissance à un lac peuvent être de natures très diverses.

Un éboulement a provoqué la formation des lacs des Brenets, de Klöntal, de Poschiavo, d'Eschinen, Cama, de Montriond, Lovitel, de Silan et des Hôpitaux.

Un glacier peut servir de barrage et donner lieu à une retenue d'eau considérable. Le

lac de Märjelen, dans les Alpes bernoises en est un exemple aussi pittoresque que démonstratif.

La *moraine latérale* de nos grands glaciers barre parfois complètement la vallée principale dans laquelle ils débouchent. C'est la raison d'être précisément du lac de Mattmark.

Les *alluvions* d'un cours d'eau, en s'accumulant pendant les crues peuvent créer des lacs temporaires comme celui provoqué par la Bavona (Tessin).

Si nous nous transportons sur les bords de la mer, nous assistons à la formation de lacs derrière des *cordons littoraux* (Etang de Thau) ou derrière des *dunes* (lacs de Cazaux, de Parentis et d'Hourtin sur les côtes françaises de l'Atlantique).

Les dunes continentales jouent parfois le même rôle (lac Moses, de Winnemucca, lagune d'Epecuen).

Un *volcan* ou sa *coulée de lave* forment barrage également



Photo Mettler.

Fig. 1. — Les lacs de la Grimsel.



Photo L. W. Collet.

Fig. 2. — Le lac de Lucendro (Gothard).

et les lacs d'Aydat, de la Cassière et de Chambon dans le Massif central français en sont des exemples.

L'accumulation irrégulière des dépôts glaciaires donne lieu parfois à des lacs. Les myriades de lacs de Finlande, beaucoup de petits lacs d'Ecosse, de la Prusse occidentale et orientale sont précisément dus à cette irrégulière répartition des matériaux morainiques.

3° Les cratères-lacs. — Si le climat s'y prête, le cratère

des dislocations de l'écorce terrestre. On les rencontre dans les régions plissées et fracturées comme le lac de Joux (Jura) et le lac de Fählen dans le massif du Säntis. Beaucoup de lacs du nord de l'Ecosse et les lacs de l'Afrique orientale jalonnent des failles et des fossés (Graben).

5° Les lacs karstiques. — Les lacs de ce type emplissent les dépressions dues à l'érosion chimique dans les calcaires ; ce phénomène est particulièrement développé dans la région du Karst. Ce sont le plus souvent des bassins fermés, c'est-à-dire sans écoulement superficiel. Lugeon et Jérémme ont montré dans leur intéressante étude sur les bassins fermés des Alpes suisses l'importance des phénomènes karstiques dans notre pays. Il y a, d'après ces auteurs, 258 bassins fermés dans les Alpes suisses représentant une surface de 444 km², soit environ le 2 1/4 % de la superficie totale des Alpes suisses. Parmi les meilleurs exemples de lacs karstiques, le prof. Collet signale et décrit le Seewlsee, le Seelisbergersee, le Muttensee et le Daubensee qu'il a particulièrement étudiés.

6° Les lacs dans la glace et sur la glace. — Ces lacs demandent à être surveillés de près en raison de leur instabilité et du danger que leurs débâcles peuvent causer. (Catastrophe de Saint-Gervais, 1892.) Les poches intraglacières résultent de l'agrandissement de crevasses. Le point de convergence de deux glaciers est souvent marqué par une dépression occupée par un lac. L'auteur signale ceux de la Scheidefluh (Glacier du Rhône) et du Gornergletscher au pied du Mont-Rose. — Le lac de Crête-Sèche sur le glacier du même nom (Val de Bagnes) est dû au retrait d'un glacier affluent derrière une moraine latérale.

7° Les lacs situés dans des dépressions coupant une nappe aquifère. — Ces lacs sont caractérisés par des affluents et un émissaire souterrains. Tels sont les *sölle* du Danemark et de l'Allemagne du Nord et les *pits* du Michigan. J. Hug a retrouvé des *sölle* en grand nombre dans le fluvio-glaciaire du canton de Zurich. Le lac de Cauma et les lacs de Gêronde ont de même des affluents et un émissaire souterrains.

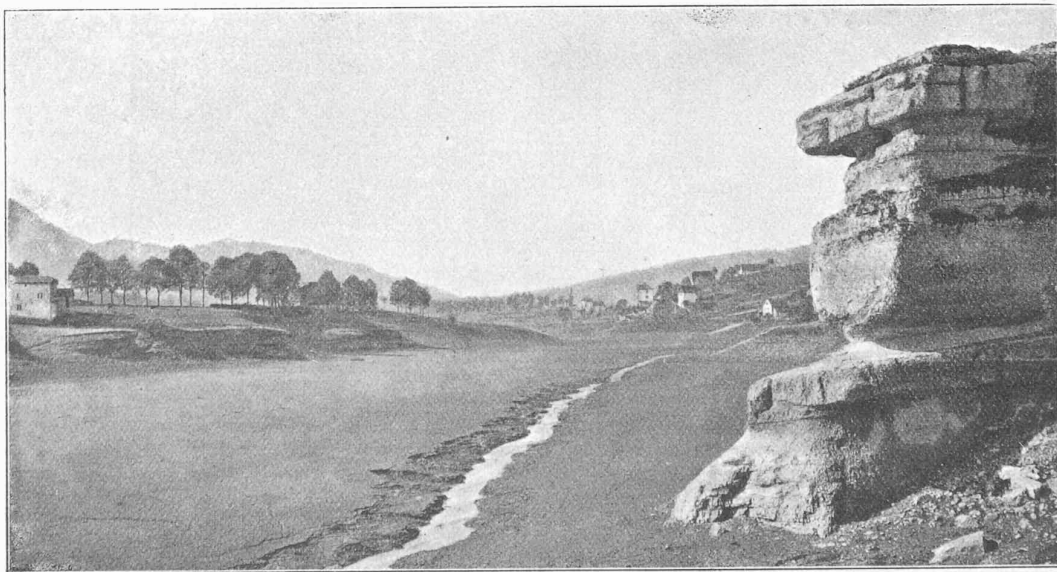


Photo O. Lütseh.

Fig. 3. — Le lac des Brenets pendant la sécheresse d'octobre 1906. Rochers de Chailloux.

d'un volcan éteint ou en phase solfatarienne peut devenir un bassin lacustre. Parmi les lacs volcaniques, citons les Maare de l'Eifel et certains lacs de l'Auvergne. — L'étude des variations de la température et de l'acidité de l'eau des cratères-lacs peut permettre de prévoir les éruptions volcaniques et d'épargner ainsi des vies humaines. Le gouvernement hollandais vient justement de mettre cette étude à son programme en ce qui concerne les volcans de Java.

4° Les lacs d'origine tectonique. — Ces lacs sont dus à

Deuxième partie.

L'Eau des lacs.

Dans cette deuxième partie de son œuvre, l'auteur traite successivement du régime des lacs alpins et subalpins, de la thermique, de la composition chimique et de la couleur de l'eau des lacs.

Les lacs du versant nord des Alpes appartiennent à trois régimes différents.

Les lacs à régime jurassien ont leurs basses eaux en hiver

et à la fin de l'été avec crues au printemps lors de la fonte des neiges et en automne pendant les pluies. Le meilleur exemple est représenté par le lac de Joux.

Les lacs à régime alpin sont caractérisés par des basses eaux en hiver avec minimum en février ou en mars dans la haute montagne : une crue se marque pendant le printemps, qui aboutit à de hautes eaux en été avec maximum en août : décroissance pendant l'automne. Le lac Léman (lac de Genève) est le plus bel exemple de cette catégorie. — Les lacs de Sils et de Silvaplana dans la Haute-Engadine se rapprochent également de ce type.

Les lacs à régime subalpin comprennent des lacs à régime complexe. Leur bassin d'alimentation généralement étendu ne comprend qu'une faible étendue glaciée. Les lacs de Constance, de Wallenstadt et des Quatre-Cantons rentrent dans cette catégorie.

* L'influence de la surface des forêts du bassin d'alimentation sur l'écoulement est étudiée en détail et l'auteur se base pour cela sur les expériences faites par Engler au Sperbelgraben et au Rappengraben. Les résultats obtenus montrent en particulier que le terrain gazonné garde l'eau plus longtemps que le terrain boisé et que le pouvoir protecteur de la forêt dans les fortes chutes de pluie provient avant tout de la perméabilité du terrain boisé. Ils permettent en outre de calculer de combien il faut augmenter la surface des forêts d'un bassin pour écarter tout danger de hautes eaux.

* L'étude de la thermique de l'eau des lacs a conduit à des résultats intéressants et a permis à A. Forel de classer les lacs en trois groupes :

- 1° Les lacs de type tropical.
- 2° Les lacs de type tempéré.
- 3° Les lacs de type polaire.

Dans les lacs de type tropical, la température des couches profondes varie à partir et au-dessus de la température du maximum de densité de l'eau, soit 4°. — Le lac Léman appartient à ce type ainsi que le lac Titicaca dans les Andes du Pérou.

Dans les lacs de type tempéré, les couches profondes varient soit au-dessus soit au-dessous de 4°. Dans notre pays ces conditions se rencontrent chez les lacs de montagne.

La température de l'eau des lacs du type polaire varie à partir et au-dessous de 4°, c'est le cas pour le lac Baïkal.

Ces études de la thermique lacustre ont amené Woeikoff à formuler les conclusions suivantes : 1° Les lacs profonds sont favorables à la formation du type polaire dans les climats froids et du type tropical dans les climats plus chauds. 2° Les lacs peu profonds sont favorables à la formation du type tempéré.

Le professeur Collet développe avec beaucoup de détails le

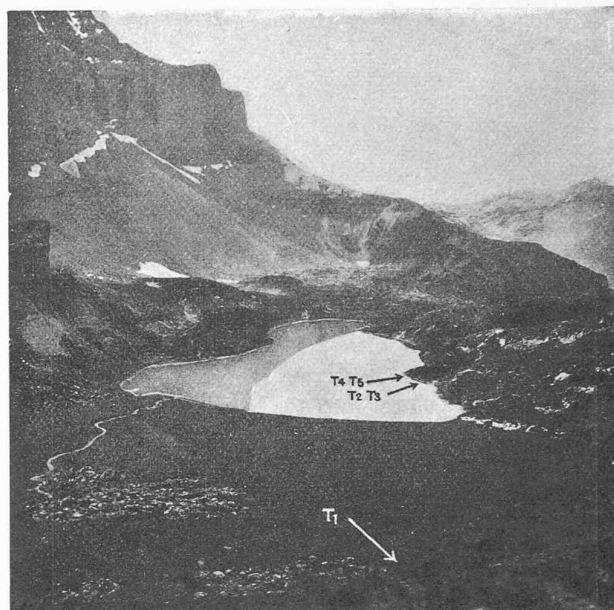


Photo L. W. Collet.

Fig. 5. — Le Sewlisee. Dolene de cirque glaciaire.

cas du lac Ritom qu'il a spécialement étudié. La thermique de ce lac lui a permis notamment de déceler la présence de sources sous-lacustres fortement minéralisées. — En concluant, l'auteur partage la manière de voir de Halfbass qui estime que les lacs profonds, du point de vue thermique, sont des mesureurs très effectifs du climat.

* L'étude de la composition de l'eau des lacs et de leurs affluents renseigne sur la valeur de l'érosion chimique à la surface de la terre. Elle permet aussi de déterminer les différentes phases de l'histoire des lacs. — L'entrée en matière se fait par un exposé de la question du résidu sec. On entend par là toutes les matières qui restent après évaporation d'une certaine quantité d'eau filtrée. Les lacs présentent de grandes variations dans leur teneur en résidu sec. Opposons par exemple l'eau de la lagune d'Epecuen, en Argentine, avec ses 375,1 grammes de résidu sec par litre et l'eau des lacs de la Grimsel qui n'en contient que 0,0085. — Les proportions entre ces extrêmes varient donc de 1 à 44 000 environ. — Envisageant la composition chimique des lacs alpins et subalpins, le professeur Collet conclut que cette composition est avant tout fonction de la nature géologique du bassin d'alimentation.

Les lacs salés font l'objet d'une analyse serrée et se répartissent en lacs chlorurés, magnésiens, chloro-sulfatés, sulfato-chlorurés magnésiens, carbonatés, carbonato-chlorurés, sulfato-carbonatés, chloro-sulfato-carbonatés. Les lacs carbonatés représentent la première phase dans la formation des lacs salés tandis que les lacs chlorurés représentent la dernière. Les différences qui se marquent entre la composition de l'eau de mer et celle des lacs chlorurés permettent d'affirmer que ces derniers ne sont pas des lacs reliquats, mais qu'ils représentent bien la concentration d'eaux primitivement douces. — L'existence des lacs salés indique une modification de climat dans le sens d'une diminution des précipitations atmosphériques, soit le passage d'un climat humide à un climat aride. Telle est en effet l'évolution climatique qui s'est accomplie dans l'Afrique du Nord (Schotts algériens), dans la Colonie du Cap et le Kalahari, dans les Pampas de l'Argentine et en Asie dans la région des lacs Urmia et Van. Le phénomène inverse se produit aussi, c'est-à-dire qu'on rencontre des lacs dont le niveau s'est élevé et dont les eaux légèrement salées marquent le passage d'un climat sec à un climat humide. C'est le cas du lac Titicaca, du lac Tchad et de la dépression de l'Etosa au nord du Kalahari.

* La couleur de l'eau a donné lieu à une étude fort intéressante. La couleur bleue de l'eau des lacs et des mers est une couleur propre. Le spectre de l'eau ne montre en effet



Photo L. W. Collet.

Fig. 4. — La plaine de Mattmark.

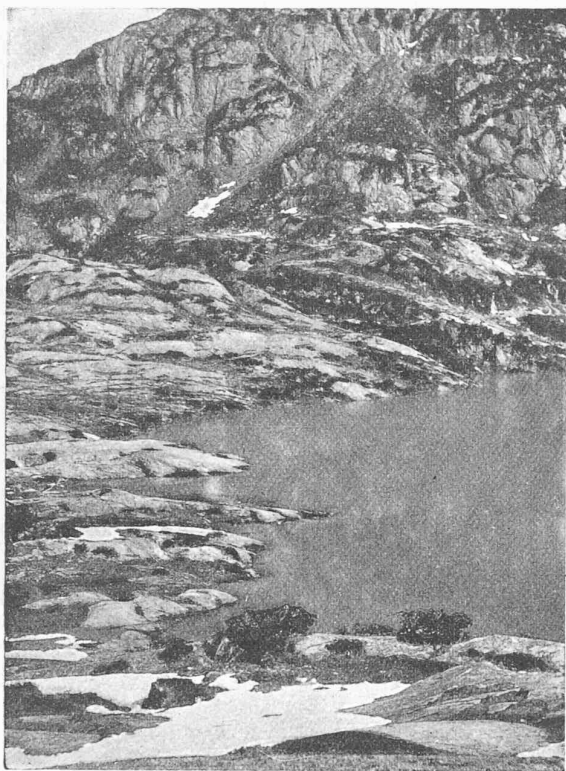


Photo W. E. Bossard.

Fig. 6. — Le lac du Gelmer (Grimsel).

plus tracé de rouge, le jaune est très pâle tandis que le vert, le bleu et l'indigo sont très brillants. Les teintes vertes, jaunes et brunes que présentent fréquemment les eaux des lacs sont produites par une altération de la couleur propre de l'eau. Voici les conclusions les plus importantes que l'auteur tire des travaux de Spring, Bourcart et Aufsess : 1° L'action des organismes mise à part, l'altération de la couleur bleue de l'eau des lacs, rivières et mers peut être due à deux causes, l'une d'ordre physique : diffraction de la lumière sur des particules en suspension, l'autre d'ordre chimique : dissolution des matières humiques. 2° Les composés calciques en dissolution n'ont aucun pouvoir colorant propre mais possèdent, lorsqu'ils se trouvent en présence de composés ferriques ou humiques en dissolution, un pouvoir clarifiant. 3° Les composés ferriques en dissolution peuvent faire virer le bleu de l'eau au vert, au jaune et même au brun, à la condition de n'être pas en présence de composés calciques ou humiques, ce qui, dans la nature, est très rare. 4° Les composés humiques en dissolution ont un pouvoir colorant d'une grande intensité à la condition *sine qua non* de prédominer sur les composés calciques et ferriques qui les précipitent.

Troisième partie.

Le destin des lacs.

La dernière partie de l'œuvre du professeur Collet, particulièrement fouillée et riche en données nouvelles, sera très appréciée des techniciens et rendra les plus grands services dans l'établissement des projets de barrages et de bassins de retenue destinés à la production d'énergie électrique. — Après avoir défini les divers éléments d'une côte lacustre, l'auteur aborde la question des *ravins sous-lacustres* que l'on observe fréquemment jusqu'à une grande distance au-devant de l'embouchure des affluents. Le Léman en possède un qui est nettement marqué de l'embouchure du Rhône jusqu'à la hauteur de Meillerie. Ce ravin n'est pas dû, comme on le croyait tout d'abord, à un phénomène d'érosion, mais il a été engendré par le dépôt latéral des matériaux en suspension dans la zone de contact entre les eaux entraînées par

le courant du Rhône et les eaux immobiles ambiantes. Les observations montrent aussi que le ravin sous-lacustre ne peut se former que lorsque la quantité de limon en suspension dépasse de beaucoup celle des matériaux roulés sur le fond.

* Les *glissements sous-lacustres*, comme l'a démontré Arnold Heim, présentent un grand intérêt au point de vue théorique. Ils rendent compte, en géologie stratigraphique, de la complexité de certaines séries sédimentaires. Au point de vue pratique, les ingénieurs instruits par les glissements du quai du Trait de Baye à Montreux, de Zoug et de Horgen, apprendront à se méfier de la stabilité des sédiments lacustres et y regarderont à deux fois avant de construire des quais ou des édifices sur la berge des lacs.

* La *quantité d'alluvions transportées en suspension* par les affluents est une question vitale — si l'on peut dire — pour un lac puisque c'est par ces matériaux surtout qu'il sera comblé dans un avenir plus ou moins lointain. Il importe de même de pouvoir calculer la durée d'un réservoir artificiel, mais nous reviendrons encore sur ce sujet. — Avec un grand luxe de détails, le professeur Collet initie le lecteur aux méthodes employées pour la mesure des troubles entraînés par les rivières, pour le calcul de la charge totale de matières en suspension passant en une seconde dans un cours d'eau et pour l'établissement de la densité des alluvions. On apprend ainsi qu'il existe au voisinage du fond des cours d'eau une couche plus ou moins épaisse particulièrement chargée de sable. Cette constatation démontre qu'il n'est pas possible de déterminer la quantité de matériaux transportés en suspension en ne tenant compte que des prises effectuées dans les eaux superficielles. — On apprend encore que, lors des crues, la vague de sable correspond au début seulement de la vague d'eau et que les hautes eaux extraordinaires et les débâcles glaciaires sont des agents importants et actifs de la dynamique externe.

Le Rhône, la Sarine, l'Arve, la Dixence, la Massa, la Drance du Valais, font l'objet d'une étude spéciale et de statistiques, pour la plupart inédites, donnant les volumes des matériaux transportés. Les chiffres énoncés permettent d'assigner au lac Léman la date de sa mort. C'est dans 42 000 ans environ qu'il sera complètement rempli. En ce qui concerne la valeur de l'ablation sur le versant nord des Alpes, on obtient une moyenne de 570 mètres cubes par kilomètre carré et par an, ce qui représente un abaissement annuel du relief de 0 mm. 57, soit de 1 mètre en 1700 ans.

* La *mesure de l'accroissement des deltas* a donné lieu à des travaux importants sous la direction de l'auteur. Il en parle donc en connaissance de cause. Les appareils utilisés pour les sondages de précision sont minutieusement décrits et figurés



Photo L. W. Collet.

Fig. 7. — La plaine de Barberine.

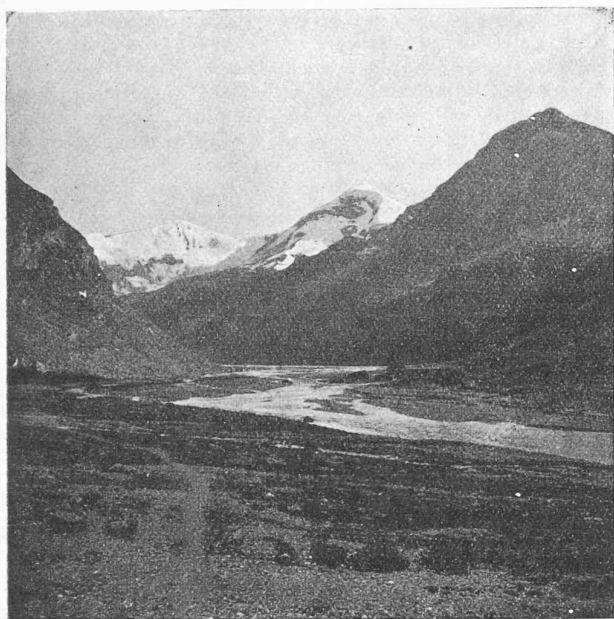


Photo L. W. Collet.

Fig. 8. — Plaine de la Barma (Dixence).

et les résultats des mesures sont donnés pour les deltas de la Linth dans le lac de Wallenstadt, du Rhin dans le lac de Constance, de l'Aar dans le lac de Bienne. Les valeurs obtenues sont incomplètes en ce sens qu'elles n'expriment pas la totalité des matériaux apportés dans un bassin lacustre. En effet, les éléments fins en suspension se déposent souvent fort loin en avant du delta. Mais à défaut de valeurs absolues, on peut obtenir la relation entre le volume du delta et celui du dépôt total. L'étude des dépôts dans le réservoir artificiel de Kallnach a permis précisément de se faire une idée de ce rapport.

L'auteur, reprenant le calcul d'Albert Heim de l'âge absolu de la période post-glaciaire basé sur la vitesse de formation du delta de la Muota dans le lac des Quatre-Cantons, applique les données modernes à cet intéressant problème. La durée qu'il obtient ainsi pour la période qui nous sépare du stade de retrait de Bühl ne paraît pas avoir dépassé 10 000 ans.

* Un chapitre de cette troisième partie est réservé à la *sédimentation lacustre*. La vitesse de la sédimentation est avant tout fonction de la constitution géologique et des précipitations du bassin d'alimentation du lac et elle varie suivant les saisons. Plus abondante au printemps et en été, elle diminue en automne et en hiver. La vitesse de dépôt s'accroît également avec l'élévation de température qui diminue la densité de l'eau.

Les phénomènes de sédimentation de différents lacs sont ensuite passés en revue. Les dépôts des lacs d'Ecosse que le professeur Collet a eu l'occasion d'étudier sur place se classent en six catégories : sables, argile, boue brune, vase à diatomées, boue ocreuse et dépôts calcaires. Le bassin d'alimentation des lacs d'Ecosse est dépourvu de calcaire, ce qui explique la faible teneur des eaux en carbonate de chaux. Par contre, elles sont abondamment chargées d'acides organiques provenant des tourbières.

Les sédiments du lac de Zurich ont récemment fait l'objet de recherches de la part de Nipkow. On trouvera, dans le volume du professeur Collet, un résumé de cette étude faite surtout au point de vue chimique et organique. Les travaux de Brönsted et Wesenberg-Lund sur les lacs danois montrent que la teneur en carbonate de chaux d'un dépôt lacustre n'est pas proportionnelle à la teneur des eaux du lac en carbonate de chaux ; cela provient avant tout de la diversité des modes de formation de ce dépôt. Il peut se produire en effet :

1° par dissociation directe du bicarbonate de chaux.

2° par assimilation du bicarbonate de chaux par les plantes aquatiques sur les bords du lac.

3° par assimilation du bicarbonate de chaux par le phytoplancton à la surface des eaux.

4° par sécrétion du carbonate de chaux par les mollusques.

Les lacs du point de vue de l'utilisation de la houille blanche.

Chacun sait que les cours d'eau alpins à régime glaciaire ont leurs hautes eaux en été et leur minimum de débit en hiver. La création de réservoirs pour la force d'hiver est donc nécessaire. La topographie de nos montagnes s'y prête tout le reste à merveille, dit l'auteur. On utilise généralement comme bassins de retenue :

1° Des lacs existants, peu profonds, dont on surélève le niveau au moyen d'un barrage.

2° Des lacs existants, profonds, dont on utilise une tranche d'eau en effectuant une prise sur le fond du lac, à la profondeur nécessaire.

3° Les plaines alluviales que l'on transforme en lacs artificiels en les barrant, ce qui revient souvent à rétablir l'état primitif.

4° Des cours d'eau que l'on barre dans une gorge profonde.

« L'établissement de bassins d'accumulation en montagne nécessite des connaissances très diverses, car une foule de facteurs doit être prise en considération. Nous poserons ici en principe que dans de telles entreprises le géologue doit être le collaborateur indispensable de l'ingénieur, non pas seulement lors de l'établissement du projet mais pendant toute la durée des travaux. On évitera ainsi des déboires nombreux et des pertes de temps et d'argent. Il est grand temps de travailler dans ce domaine avec méthode et de réaliser que l'argent consacré à de solides études préliminaires est de l'argent bien placé. Si, dans beaucoup de cas, le financement d'une excellente affaire a souvent été retardé, c'est que les études étaient insuffisantes.

Etudions maintenant, de plus près, la question de la création de bassins de retenue. Dans tout projet d'accumulation d'eau, il faut tenir compte avant tout :

1° des conditions hydrographiques du lieu ;

2° des conditions géologiques.

Sous les termes de conditions hydrographiques il faut entendre :

a) L'alimentation du bief à créer ;

b) Sa durée, en raison du dépôt des alluvions charriées par les affluents.

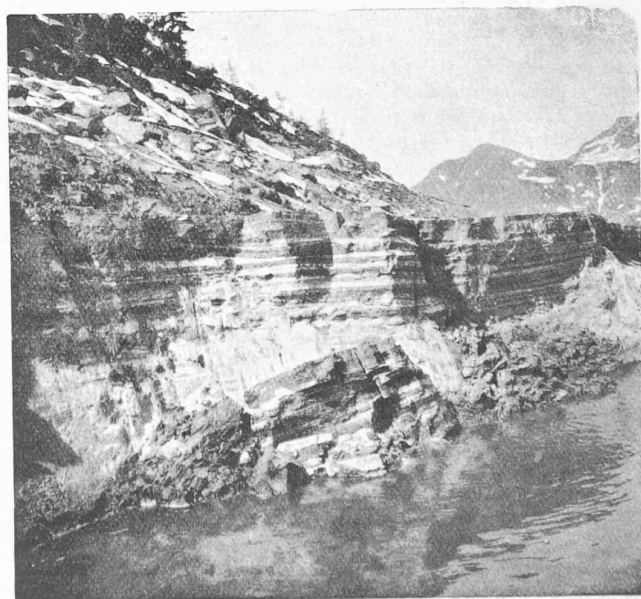


Photo L. W. Collet.

Fig. 9. — Alternances de sables dolomitiques blancs et de couches tourbeuses dans le Delta de la Murinascia (Lac Ritom).

Les conditions géologiques à étudier sont :

- a) L'étanchéité du bassin de retenue ;
- b) La détermination de la profondeur à laquelle se trouve la roche en place sur laquelle le barrage doit être fondé.

C'est à l'étude de tous ces points essentiels que procède ensuite l'auteur. Les chiffres et les formules qui soutiennent l'argumentation, les conseils qu'il donne, basés sur une longue pratique, seront certainement utilisés avec grand profit. Les expériences faites avec le barrage-réservoir sur le Verdon à Quinson, avec le lac de Pérolles et avec le réservoir de Lavagnina sont particulièrement instructives.

L'étanchéité du bassin de retenue est étudiée dans les différents terrains et les procédés employés pour la recherche et l'obturation des fuites font également l'objet d'un exposé succinct mais riche en documentation.

La détermination de la profondeur à laquelle se trouve la roche en place qui doit recevoir les fondations du barrage est très délicate. Le professeur Collet nous initie aux difficultés de ce problème et au secret des contrepentes et des anciens cours comblés.

L'abaissement du niveau d'un lac peut avoir des conséquences sur lesquelles il est nécessaire d'être averti, glissements sur les rives, approfondissement du lit des affluents,

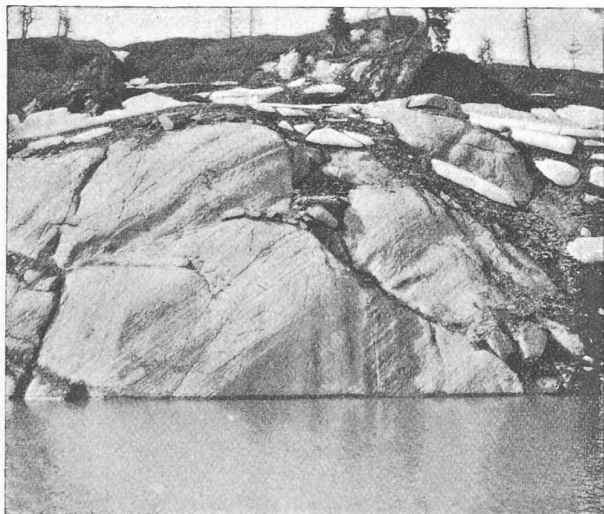


Photo L. W. Collet.

Fig. 10. — Le lac Ritom, stries glaciaires.

mise à découvert de topographies glaciaires ; c'est ce qu'a montré l'abaissement du lac Ritom.

Mais il est un point délicat dans ces travaux, c'est l'établissement d'une prise d'eau dans un lac à une certaine profondeur. Nous laissons ici parler le professeur Collet qui a été consulté pour le cas du Ritom :

« L'ouvrage de prise d'eau se composait d'un puits vertical, situé sur la rive SW du lac, d'une profondeur de 34 mètres (de 1835 à 1801) d'où partait une galerie devant déboucher dans le lac à environ 30 mètres de profondeur.

L'étude géologique détaillée de la surface du terrain avait montré que la galerie traverserait probablement des micaschistes, des gneiss ocellés et un synclinal de quartzites. En réalité le synclinal de quartzites peu profond ne fut pas atteint. La carte bathymétrique du lac au 1 : 5000 n'ayant pas été jugée suffisante pour choisir exactement le point où la galerie devait déboucher dans le lac, une série de sondages complémentaires le long de 9 profils furent exécutés devant l'hôtel Piora. Les sondages ayant démontré qu'à la cote 1802,5 (la surface était à 1831,40) la pente de la berge s'adoucisait, il fut décidé de faire déboucher la galerie au-dessus de cette cote, car l'on craignait avec raison que le changement de pente n'indiquât un dépôt de moraine de fond. Au moment de charger les mines pour faire sauter la paroi rocheuse qui séparait encore la galerie de l'eau, des sondages effectués dans les trous de perforatrice indiquèrent qu'au toit de la galerie, la roche

était directement en contact avec l'eau ; à mi-hauteur, par contre, il y avait un placage d'argile avec cailloux de 0,50 m. d'épaisseur entre l'eau et le rocher et sur le fond cette épaisseur passait à 1 mètre. La galerie déboucha donc dans le lac exactement au point où se terminait contre la berge rocheuse (verrou glaciaire) un dépôt argileux avec cailloux qu'on peut envisager comme de la moraine de fond. C'était de la chance, dira-t-on ! Avouons plutôt que la question avait été bien étudiée par les ingénieurs. En effet, ayant eu connaissance d'un cas où une galerie de prise d'eau avait débouché sous l'eau en pleine moraine de fond et n'avait de ce fait pu être continuée, nous avions attiré leur attention et ils tinrent compte de nos recommandations dans ce travail délicat.

» Nous connaissons un autre lac alpin où rien ne permettait de supposer que des matériaux morainiques recouvraient la paroi rocheuse de la berge très raide. Une forte charge fit partir l'écran rocheux et son revêtement. L'eau entra dans la galerie pendant quelque temps puis l'orifice fut bouché subitement. Après un certain temps, l'écoulement de l'eau s'étant complètement arrêté dans la galerie, les mineurs eurent le courage de charger des mines dans le bouchon. Nouvelle décharge et forte venue d'eau, puis obturation de la galerie. Ce n'est qu'à la sixième décharge que la communication avec le lac fut parfaite. Que s'était-il passé ? Des matériaux morainiques d'une épaisseur de six mètres recouvraient la berge rocheuse jusque bien au-dessus du point d'émergence de la galerie. La première décharge enleva l'écran rocheux et son revêtement, puis l'eau entra dans la galerie jusqu'au moment où un glissement se produisit dans le placage au-dessus de l'orifice, amenant sa fermeture. Le phénomène se reproduisit jusqu'à épuisement de matériaux susceptibles de glisser. La charge de mine dans un bouchon constitué par de semblables matériaux représentait un sérieux danger. Loin de nous l'idée de critiquer ; nous désirons seulement, en citant encore ce cas intéressant, attirer l'attention de ceux, géologues ou ingénieurs, qui peuvent être appelés à diriger des travaux de prise en dessous de la surface d'un lac.

» De ces faits, nous tirons la conclusion que le point où doit déboucher une prise d'eau sur le fond d'un lac ne peut être choisi qu'après une étude très attentive des conditions bathymétriques et géologiques du lac. Les angles morts ou concavités de la berge où des matériaux morainiques ont pu se déposer doivent être recherchés et évités. D'une manière générale il sera toujours indiqué, pour éviter d'entrer dans les matériaux morainiques, de faire déboucher la galerie dans un éperon de la berge submergée, même si la galerie devait être un peu plus longue. Cette solution sera toujours moins coûteuse que celle qui sera choisie pour sortir de la moraine, une fois dedans. Il n'y a pas que la question argent qui joue un rôle dans une telle entreprise, mais encore celle de la sécurité des ouvriers. Si la galerie vient à déboucher dans une moraine, on court toujours le danger que l'écran ne supporte pas longtemps la pression de l'eau et qu'il en résulte une catastrophe.

Pour terminer, deux faits sont encore étudiés, qui peuvent faire varier considérablement le volume d'eau utilisable dans un bassin de retenue : la congélation des lacs de montagne et l'évaporation.

Un index alphabétique des auteurs et des matières facilitera l'emploi de ce traité d'hydro-géologie qui, nous espérons l'avoir démontré, trouvera sa place dans la bibliothèque de chaque technicien.

Les clichés de cet article sont la propriété du Service fédéral des eaux qui les a obligeamment mis à notre disposition.

Réd.

Concours pour l'étude d'un hospice orthopédique de la Suisse romande à édifier à Lausanne.

Ce concours était ouvert entre les architectes suisses établis régulièrement depuis au moins un an dans un des cantons romands (y compris le Jura bernois). N'étaient admis comme collaborateurs que des personnes remplissant les conditions exigées pour le concurrent.