

# Limpidité : couleur et biochimie du lac Bleu de Lucel (val d'Hérens, Valais)

Autor(en): **Buffle, Jean-Ph.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Archives des sciences [1948-1980]**

Band (Jahr): **1 (1948)**

Heft 3

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-739284>

## **Nutzungsbedingungen**

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

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

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

## **Haftungsausschluss**

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

On sait que si la surface cubique et la quadrique ont une conique plane commune, le reste de l'intersection est une biquadratique<sup>1</sup>. Nous nous proposons de montrer que cette biquadratique dégénère en deux coniques.

Le plan  $\alpha$  de la conique commune aux deux surfaces coupe la quartique constituant le reste de l'intersection en quatre points. Soit S l'un d'eux. Le cône de sommet S et ayant la quartique comme directrice est d'ordre trois. Les deux génératrices de la quadrique passant par S coupent chacune la surface cubique en trois points dont deux distincts de S. Le cône comporte donc deux génératrices doubles; il dégénère donc en un plan  $\beta$  et un cône d'ordre deux. Le plan  $\beta$  coupe la quadrique suivant une conique par S; le cône d'ordre deux de sommet S la coupe suivant une autre conique ne passant pas par S. La quartique dégénère donc en deux coniques.

En conclusion, si une quadrique et une surface cubique ont une conique plane commune, elles en ont trois.

**Jean-Ph. Buffle.** — *Limpidité, couleur et biochimie du lac Bleu de Lucel (Val d'Hérens, Valais).*

Tout le monde connaît, de réputation au moins, ce ravissant petit lac de montagne situé dans la partie supérieure du val d'Hérens, à 2080 m d'altitude, sur la rive gauche de la Borgne d'Arolla, à l'entrée du vallon des Ignes.

Le premier travail scientifique qu'il suscita est dû à F.-A. Forel qui procéda à des mesures de transparence de son eau. Celle-ci est à ce point limpide qu'il n'arriva pas à faire disparaître le disque de Secchi sous 60 mètres d'eau<sup>2</sup>. Depuis cette époque (1887) il semble qu'aucune publication n'ait été faite sur ce lac et pourtant cette petite merveille de la nature vaut bien quelques instants d'attention.

<sup>1</sup> SALMON, *Traité de Géométrie analytique à trois dimensions*. Deuxième partie, 2<sup>e</sup> édition. Paris, 1903, p. 107.

<sup>2</sup> F.-A. FOREL, *Le Léman*, Rouge, éd., Lausanne, 1904, t. II, p. 424 et 483.

Au point de vue hydrographique le lac Bleu de Lucel<sup>1</sup> appartient à la catégorie des lacs de barrage morainique (voir figure 1). Il n'est pas seul de son espèce dans la région puisqu'on ne rencontre pas moins de cinq bassins lacustres de même nature au pied du glacier des Aiguilles rouges d'Arolla. Sa plus grande longueur est de 60 m environ et sa profondeur maximum de 4 m. Il est constitué de deux bassins fort inégaux, séparés par

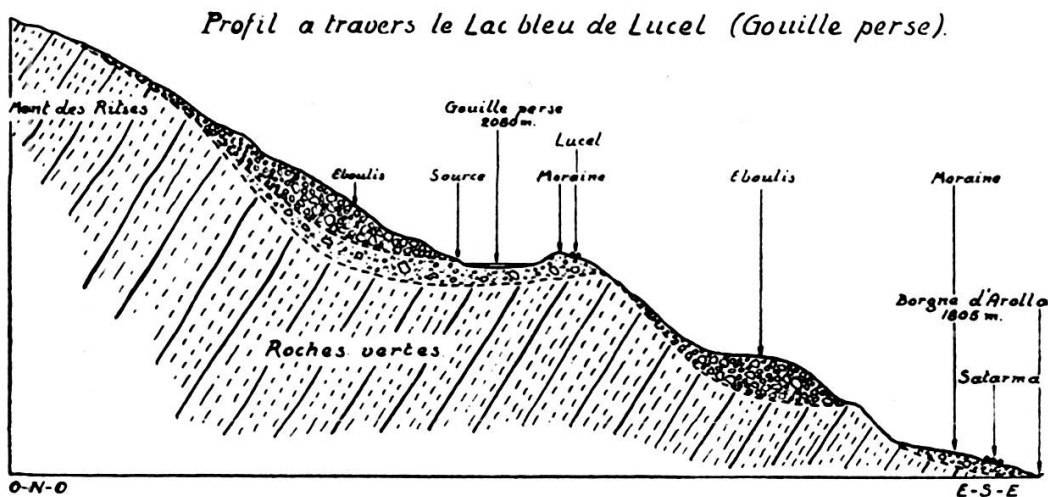


Fig. 1.

un seuil morainique recouvert de quelques centimètres d'eau seulement.

Le lac est alimenté par une très belle source pérenne qui jaillit d'un amas de cailloux, probablement au contact entre la moraine imperméable et les masses écroulées du mont des Ritses. Son bassin d'alimentation comprend tout le versant sud et sud-est du mont des Ritses, lequel est entièrement formé des roches vertes de la nappe de la Dent-Blanche.

Parmi d'autres singularités le lac Bleu possède celle, rare, d'avoir deux émissaires. Le plus important s'échappe du grand bassin et s'écoule en direction du hameau de Satarma; l'autre, d'un débit plus restreint, le fait vers celui de l'Ouartsé. Si le débit de la source vient à diminuer, l'émissaire principal

<sup>1</sup> FOREL propose avec raison de revenir au vieux nom du pays et d'appeler le lac bleu la « Gouille perse », soit la mare bleue. *Loc. cit.*, p. 424.

fonctionne seul, le niveau du lac n'atteignant plus alors le seuil qui sépare les deux bassins.

Une autre singularité, celle qui a fait le renom du lac Bleu et lui a valu son nom, est son extrême limpidité. Elle n'est comparable, en Suisse, qu'à celle du lac Bleu de Kandersteg.

Limpidité et teinte sont ici étroitement liées ainsi que Forel l'a déjà montré. Avant de revenir sur cette question donnons d'abord la composition chimique de l'eau du lac Bleu :

Date du prélèvement . . . . .		23 mai 1948.
Température de la source . . . . .		2,5°
Température du lac vers l'émissaire sud . .		4,9°
Réaction . . . . .	pH	8,38
Résistivité à 25° . . . . .		7684 $\frac{\text{ohms-cm}}{\text{cm}^2}$
Résidu sec à 110° . . . . .		101,2 mgr. p. l.
Résidu sec calciné . . . . .		78,0 mgr. p. l.
Silice . . . . .	SiO <sub>2</sub>	3,2 mgr. p. l.
Fer, aluminium . . . . .	Fe <sup>+++</sup> , Al <sup>+++</sup>	traces
Manganèse . . . . .	Mn <sup>++</sup>	absence
Calcium . . . . .	Ca <sup>++</sup>	27,1 mgr. p. l.
Magnésium . . . . .	Mg <sup>++</sup>	0,85 mgr. p. l.
Alcalis (calculés en sodium) . .	Na <sup>+</sup>	5,72 mgr. p. l.
Ammonium . . . . .	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	absence
Nitrites . . . . .	NO <sub>2</sub> <sup>'</sup>	absence
Nitrates . . . . .	NO <sub>3</sub> <sup>'</sup>	traces
Chlorures . . . . .	Cl <sup>'</sup>	1,3 mgr. p. l.
Sulfates . . . . .	SO <sub>4</sub> <sup>''</sup>	21,2 mgr. p. l.
Carbonates . . . . .	CO <sub>3</sub> <sup>''</sup>	33,0 mgr. p. l.
Acide carbonique libre . . . . .	CO <sub>2</sub>	absence
Dureté totale calculée . . . . .		7,1° fr.
Degré d'alcalinité . . . . .		5,5° fr.
Dureté permanente . . . . .		1,6° fr.
Matières organiques en mgr. de KMnO <sub>4</sub> con- sommé p. l. . . . .		4,68

Un second prélèvement, effectué le 8 novembre de la même année, a permis d'affirmer l'identité de composition de l'eau de la source et de celle du lac, ce qui paraissait déjà évident à première vue.

		Source	Lac Bleu
Résistivité à 25° . . . . .		7172	6864 $\frac{\text{ohms-cm}}{\text{cm}^2}$
Résidu sec à 110° . . . . .		99	98,5 mgr. p. l.
Manganèse . . . . .	Mn <sup>++</sup>	absence	absence
Alcalis (calculés en sodium)	Na <sup>+</sup>	5,62	6,12 mgr. p. l.
Ammonium . . . . .	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	traces	traces
Nitrites . . . . .	NO <sub>2</sub> <sup>'</sup>	absence	absence
Nitrates . . . . .	NO <sub>3</sub> <sup>'</sup>	traces	traces
Chlorures . . . . .	Cl <sup>'</sup>	1,45	1,30 mgr. p. l.
Sulfates . . . . .	SO <sub>4</sub> <sup>''</sup>	15,4	15,2 mgr. p. l.
Oxygène dissous . . . . .	O <sub>2</sub>	non dosé	11,53 mgr. p. l.
Acide carbonique libre . . .	CO <sub>2</sub>	absence	absence

L'eau du lac Bleu est donc faiblement minéralisée, très douce, relativement riche en alcalis et pauvre en alcalino-terreux, surtout en magnésium. Elle est presque complètement dépourvue de dérivés azotés.

Ces constatations ne font que confirmer ce que l'examen de la composition minéralogique et pétrographique du bassin d'alimentation laissait supposer. Ce dernier est en effet entièrement silicaté (roches vertes chloritoïdes dont les constituants principaux contiennent Si, Al, Fe, Ca et accessoirement Mg).

Ce qu'il faut souligner c'est la concentration assez élevée en ion SO<sub>4</sub><sup>''</sup> due soit à la présence de bandes de trias gypseux dans les terrains traversés par l'eau de la source, soit à l'action de l'oxygène dissous dans l'eau sur la pyrite de fer dont les roches de cette région sont farcies. Il faut aussi noter la proportion élevée d'alcalis qui ne peuvent provenir que de l'action de l'acide carbonique dissous dans l'eau sur les feldspaths ou les micas. Enfin une attention toute particulière doit être portée sur la faible teneur en azote sous toutes ses formes.

C'est le lieu de rappeler que la couleur des eaux naturelles et de leur limpidité a fait couler beaucoup d'encre à la fin du XIX<sup>e</sup> et au début du XX<sup>e</sup> siècle, jusqu'à ce qu'on ait finalement démontré que le bleu est la couleur propre de l'eau pure<sup>1</sup>. Toute altération de cette teinte résulte de la dissolution dans

<sup>1</sup> Voir à ce sujet D'OR, *Travaux du centre d'étude des eaux*, Liège, 1945, t. III, p. 45.

l'eau de substances colorées par elles-mêmes ou de la mise en suspension de particules très ténues qui diffractent la lumière incidente. Il faut ajouter une troisième cause d'ordre biologique à ces deux premières possibilités d'altération: la présence dans l'eau d'organismes microscopiques dont la coloration propre modifie la teinte bleue de l'eau <sup>1</sup>.

Ces microorganismes colorés sont toujours des algues qui doivent obligatoirement trouver dans l'eau, à part l'hydrogène et l'oxygène, les quatre autres éléments plastiques indispensables à la formation de leurs tissus: carbone, phosphore, potassium et azote. Liebig, puis Minder <sup>2</sup> et d'autres ont développé la théorie du développement des organismes en fonction de celui des éléments plastiques dont la concentration dans le milieu est la plus faible. (Loi du minimum.)

En appliquant ces vues au lac Bleu nous constatons que l'élément plastique qui s'y trouve à la concentration la plus faible est l'azote. Cette eau est pratiquement privée d'azote sous toutes ses formes: ammoniacal, nitreux, nitrique ou albuminoïde. Il est bien évident que dans ces conditions l'on n'y observera qu'un développement très faible d'organismes végétaux. Il n'y a en effet aucune végétation ni sur les bords, ni sur le fond de la cuvette. Il n'y a pas davantage de microphytes en suspension dans l'eau.

C'est dans cette pauvreté en azote, dont la conséquence est la pauvreté en organismes végétaux, colorés ou non, qu'il faut rechercher la cause du maintien de la belle couleur bleue de la Gouille perse <sup>3</sup>. Il va de soi que, pour développer tout son effet, ce phénomène doit se manifester dans une eau parfaitement limpide, ce qui est justement le cas ici où l'eau de la source est soumise à une filtration naturelle parfaite avant de venir au jour.

<sup>1</sup> J.-L. SORET, « Sur la couleur de l'eau », *Arch. sc. phys. et nat.*, 21, 276, 1884.

<sup>2</sup> L. MINDER, *Der Zürichsee im Lichte der Seetypenlehre*, Fretz S. A., éd. Zurich, 1943, p. 50.

<sup>3</sup> Voir au sujet de l'influence des matières en suspension dans l'eau sur la coloration de celle-ci: W. SPRING, « Sur l'origine des nuances vertes des eaux de la nature », *Arch. sc. phys. et nat.*, 20, 101, 1905.

Cet état de choses se maintiendra-t-il ou le lac Bleu de Lucel est-il menacé d'une déchéance comme bien des grands lacs du plateau suisse ? Nous ne le pensons pas.

Il est très intéressant à cet égard de comparer la situation de deux lacs identiques par le mode d'alimentation et par la teinte: le lac Bleu de Lucel et celui de Kandersteg.

*Teneur en azote nitrique des lacs bleus de Lucel et de Kandersteg.*

Lacs	Dates	NO <sub>3</sub> en mgr. p. l.
Lac Bleu de Lucel . . . . .	23.V.48	traces
Source du Lac bleu de Lucel . . . . .	8.XI.48	traces
Lac Bleu de Lucel . . . . .	8.XI.48	traces
Lac bleu de Kandersteg . . . . .	20.VII.43	1,54
Source du lac bleu de Kandersteg . . . . .	31.VII.44	1,48
Lac bleu de Kandersteg (surface) . . . . .	31.VII.44	1,34
Lac bleu de Kandersteg (fond) . . . . .	31.VII.44	1,46
Source du lac bleu de Kandersteg . . . . .	30.IX.44	1,34
Lac bleu de Kandersteg . . . . .	30.IX.44	1,63
Source du lac bleu de Kandersteg . . . . .	30.I.45	1,87
Lac bleu de Kandersteg . . . . .	30.I.45	1,47

Alors que la teinte du premier est immuablement bleue, celle du second a tendance, à certaines périodes de l'année, à virer au vert-bleu. Ce phénomène coïncide avec des poussées d'algues, favorisées par la teneur relativement élevée en azote nitrique des eaux alimentant le lac.

Dans le cas du lac Bleu de Lucel aucune altération de la couleur due à la poussée des algues n'est à craindre car l'eau de la source, n'amenant qu'une eau dépourvue d'azote, ne saurait entretenir que dans une très faible mesure la vie des végétaux aquatiques, inférieurs ou autres, introduits accidentellement dans le lac. La nature du bassin d'alimentation, formé d'éboulis presque déserts, pourvus d'une maigre végétation, rarement parcourus par le bétail, montre qu'une modification de la composition chimique des eaux de la source du lac Bleu de Lucel, dans le sens d'une augmentation de la teneur en dérivés azotés, est pour ainsi dire exclue.

Il en va tout autrement au lac Bleu de Kandersteg, dont les eaux sont constamment approvisionnées en azote par la source

et probablement aussi par des apports sous-lacustres. La situation ici ne peut se modifier que dans un sens défavorable car la région est assez fortement habitée et les pâturages et prairies, engraisés au fumier et aux engrais chimiques azotés, sont nombreux. Il semble bien dans ces conditions que le lac Bleu de Kandersteg doive évoluer de plus en plus vers une teinte verte tandis que la Gouille perse, protégée par sa solitude, continuera d'intéresser les hydrologues et d'émouvoir les poètes par la pureté de ses eaux céruléennes.

M. Amstutz dépose un pli cacheté sur le bureau.

En *séance particulière*, MM. Robert Soudan et Marc Vuagnat sont élus Membres ordinaires.

### Séance du jeudi 2 décembre 1948.

**Marcel Gysin.** — *Sur la présence d'une arkose granophyrique dans la chaîne du Sackhorn (Loetschental).*

Dans une précédente note <sup>1</sup>, nous avons montré que l'arête rocheuse reliant le Sackhorn au Grand Hockenhorn (Loetschental) était formée de granites de Gastern plus ou moins écrasés.

D'autre part, Ed. Paréjas <sup>2</sup> a signalé l'existence sur ces mêmes granites d'une surface continentale, se manifestant par une rubéfaction atteignant plusieurs mètres de profondeur et par la présence d'amas de brèche à éléments dolomitiques dans les dépressions de cette vieille surface.

Au cours de notre traversée du Sackhorn au Grand Hockenhorn, nous avons observé un peu au-delà de la Marwiglücke de grandes dalles à patine jaunâtre, plongeant assez fortement vers le Sud; à l'œil nu, la roche constituant ces dalles offrait l'apparence d'un quartzite grisâtre, très fin et sériciteux.

<sup>1</sup> M. GYSIN, « Les granites écrasés de l'arête Sackhorn-Grand Hockenhorn (Loetschental) », *C. R. séances Soc. phys. et hist. nat. Genève*, 64, 51, 1947.

<sup>2</sup> Ed. PARÉJAS, « Complications structurales sur le faite du massif de Gastern », *ibidem*, p. 47-48.