

lon M. Boubée, 230 pieds de profondeur; Saussure a trouvé 950 pieds à l'endroit le plus profond du lac de Genève, 600 pieds dans le lac de Lucerne, 500 dans celui de Brientz, 370 pour le lac de Constance, 350 dans celui de Thoun, 335 dans le lac Majeur, 240 dans celui du Bourget, et 163 pieds pour celui d'Annecy.

Leur plus grande profondeur est en général vers le milieu de leur longueur, et quand cette profondeur se trouve dans le voisinage du bord, on remarque que le rivage y est presque toujours coupé à pic.

DE LA TEMPÉRATURE DE L'EAU DES LACS.

Il était curieux de connaître la température de l'eau de ces vastes bassins à des profondeurs variées; car on sait que l'eau atteint son maximum de densité entre $3^{\circ} 89$ et $4^{\circ} 44$. Cette latitude de $\frac{1}{2}$ degré n'existerait pas pour de l'eau distillée; mais comme celle des lacs est loin d'être pure, on est forcé d'admettre que la température à laquelle l'eau atteint sa plus grande pesanteur relative, varie en raison des sels et des corps gazeux qu'elle contient. A la surface, la température change souvent, parce qu'elle dépend de l'air atmosphérique, et par conséquent elle est subordonnée aux saisons, tandis que dans le fond des lacs cette cause de variation n'existe plus, et l'on suppose avec raison que l'eau la plus pesante doit gagner les parties basses, et que par conséquent une fois arrivée à une certaine profondeur, à laquelle les variations atmosphériques ne peuvent plus se faire sentir, elle doit offrir une température dont les limites sont comprises entre $3^{\circ} 89$ et $4^{\circ} 44$. C'est probablement ce qui aurait lieu réellement s'il n'existait aucun courant dans les grands lacs, ou si les affluens s'étendaient régulièrement à la surface au

lieu de descendre dans l'intérieur, et de se mêler à la masse générale.

Voici du reste le tableau des expériences faites par de Saussure dans la plupart des lacs de la Suisse.

Tableau des expériences faites par de Saussure pour reconnaître la température des lacs à diverses profondeurs.

Lieux.	Dates.	Profon- deur.	Temp., degrés Réaumur.	Tempér. à la surface.	Tempér. de l'air.
Lac de Genève.	6 août.	312 p.	$8^{\circ} \frac{1}{2}$	15	20°
(1) <i>Id.</i>	11 févr.	950	$4 \frac{3}{10}$	$4 \frac{1}{2}$	$1 \frac{3}{4}$
Lac d'Annecy (2).	14 mai.	163	$4 \frac{1}{2}$	$11 \frac{1}{2}$	10
L. du Bourget (3).	6 octob.	240	$4 \frac{1}{2}$	$14 \frac{1}{5}$	$10 \frac{3}{10}$
L. de Thoun (4).	7 juillet.	350	4	15	16
L. de Brientz (5).	8 juillet.	500	$3 \frac{9}{10}$	16	15
L. de Lucerne (6).	28 juillet	600	$3 \frac{9}{10}$	$16 \frac{3}{10}$	$18 \frac{6}{10}$
Lac de Constance.	25 juillet	370	$3 \frac{4}{10}$	14	16
Lac Majeur.	19 juillet	335	$5 \frac{4}{10}$	20	18

Depuis l'époque où de Saussure a fait ces curieuses

(1) Le lac de Genève étant élevé de 1,126 pieds au-dessus de la Méditerranée, le fond de son bassin n'est que de 176 pieds au-dessus de son niveau.

(2) Ce lac est élevé de 210 pieds au-dessus de celui de Genève.

(3) Saussure fait observer qu'on ne devrait attribuer la froideur de ce lac à aucune cause étrangère; il ne reçoit nul torrent des Alpes, et la communication qu'il a avec le Rhône ne lui apporte les eaux de ce fleuve que pendant les crues d'été.

(4) Elevé de 650 pieds au-dessus de celui de Genève.

(5) Il est contigu à celui de Thoun.

(6) Elevé de 91 pieds sur celui de Genève.

expériences sur la température des lacs, elles ont été renouvelées par M. de Labèche, qui a descendu un grand nombre de fois un thermomètre à *minima* à diverses profondeurs. Il a trouvé en général des températures peu différentes de celles qu'avait déterminées Saussure (1). Une élévation dans ces degrés de chaleur a été remarquée par M. Boubée au fond du lac d'Oo dans les Pyrénées; à 230 pieds de profondeur l'eau marquait 7° et 11 à la surface. M. Boubée a conclu de cette température que l'eau de la cascade qui alimente le lac, et qui, comme celle de tous les torrens qui découlent des glaciers des Pyrénées, a une température moyenne de 6 à 7°, au lieu de se répandre à la surface du lac, se précipite au fond à cause de sa plus grande densité, et établit son courant dans la partie la plus profonde du lac.

La même cause doit nécessairement faire varier la chaleur des grands lacs de la Suisse; car pour obtenir précisément le degré de température que donne l'eau à son maximum de densité, il faudrait que des courans abondans et très-froids vinssent alimenter les lacs, ou bien que l'eau refroidie à sa surface fût voisine du 0 du thermomètre.

DE LA COMPOSITION DE L'EAU DES LACS.

Considérés sous le rapport de la composition de leurs eaux, les lacs sont rangés sous deux divisions: les lacs d'eau douce et les lacs salés.

L'eau qui remplit le bassin des lacs d'eau douce est ordinairement très-pure, et ce que nous avons dit de la

(1) DE LABÈCHE, *Annales de chimie et de physique*, t. XIX, p. 80.

composition de l'eau des fleuves peut parfaitement s'appliquer à celle-ci. Elle est généralement très-limpide, car elle dépose toutes les matières qu'elle tenait en suspension et acquiert une grande transparence.

L'eau des lacs salés offre à peu de chose près la même composition que l'eau de la mer, et nous étudierons ses caractères en nous occupant de cette dernière; mais plusieurs d'entre eux contiennent d'autres matières que du sel marin: tels sont ceux de la vallée des Lacs en Egypte, dans le désert de Theriet. Ces lacs, au nombre de 6, sont à 21 lieues à l'ouest-nord-ouest du Caire; leur étendue est peu considérable. Dans les grandes chaleurs, tous sont quelquefois à sec. La vallée qu'ils occupent est séparée du Nil par un plateau calcaire de 10 lieues d'étendue.

Pendant trois mois de l'année, des sources nombreuses amènent leurs eaux dans la vallée des Lacs par sa pente orientale qui est du côté du Nil, ce qui a fait présumer que ces eaux étaient fournies par le fleuve et sortaient à travers le plateau. Elles s'évaporent ensuite et laissent les lacs presque entièrement à sec, ce qui est facile à concevoir; car il paraît que leur profondeur n'exède pas un pied et demi, même dans le milieu.

Ces lacs renferment trois espèces de sels, qui quelquefois s'y trouvent séparés. La partie orientale fournit du natron ou sous-carbonate de soude; le centre du sulfate de soude, et la partie occidentale du sel marin.

Quand les mêmes eaux contiennent ces trois sels, le sel marin cristallise le premier, et ensuite le natron, ou quelquefois d'abord le sulfate de soude, ce qui tient à leur degré de solubilité plus ou moins grand.

Il existe aussi en Sibérie et dans l'Inde, ainsi que sur plusieurs points de la Hongrie et de l'Amérique, des lacs qui renferment du natron qui se montre souvent

sur leurs bords ou sur leur fond desséché, sous la forme d'une efflorescence extrêmement blanche.

Peut-être faut-il rapporter la production de ces sels à des sources minérales qui alimentent les lacs natri-fères. Ce phénomène aurait alors des rapports marqués avec les lagonis de Toscane, dont la description trouvera sa place à la suite des eaux thermales.

Un fait très-singulier est le mélange de plusieurs petits lacs d'eau douce avec de tels lacs salés. C'est cependant ce qu'on observe au nord de la mer Caspienne et dans le grand désert de Baraba, entre l'Irtyche et l'Ob, en Sibérie.

« Ces lacs présentent un phénomène assez singulier. On en voit dans la même plaine, et à quelques centaines de pas de distance, dont les uns contiennent de l'eau douce; d'autres ont leurs eaux chargées de sel marin; d'autres sont saturés d'un sel amer, tout semblable au sel d'epsom; d'autres enfin contiennent à la fois ces deux espèces de sels, tantôt mêlées dans la totalité de leurs eaux, tantôt séparément, le sel marin dans une partie du lac, et le sel d'epsom dans l'autre partie; tantôt ces deux sels se forment en même temps, et tantôt le sel d'epsom ne se manifeste que vers la fin de l'été. »

On a supposé avec vraisemblance que des sources salines devaient alimenter ces différens lacs, d'autant plus que le sol qui les environne se couvre continuellement d'efflorescences de même nature; mais Patrin objecte que si ces sources venaient chaque année remplir les lacs d'eau salée, celle-ci en s'évaporant laisserait le sel dont elle est chargée, et elles auraient bientôt rempli de sel tout le bassin du lac, et c'est, dit Patrin, ce qui n'arrive nullement; soit qu'on enlève la croûte de sel qui se forme au fond de ces lacs pen-

dant l'été, soit qu'on la laisse, il n'y en a ni plus ni moins l'année suivante (1).

DES SEICHES OU MARÉES ACCIDENTELLES DES GRANDS LACS.

On nomme ainsi à Genève certains débordemens du lac, qui ont lieu, surtout à son extrémité occidentale, d'une manière très-subite, et qui ne durent qu'un court espace de temps. C'est un phénomène commun à tous les lacs: ainsi il existe dans ceux de Zurich, d'Annecy, de Lucerne, de Constance, de Neuchâtel, du Tessin, de Côme, etc.; s'il est plus remarquable sur le lac de Genève, c'est que la cause qui le produit et qui existe partout, n'exerce toute son influence que sur la surface de ce dernier. Ailleurs, la cause étant faible, son effet a souvent échappé à l'observation. M. Boué dit en avoir remarqué aussi, sur une plus petite échelle, dans plusieurs lacs des Alpes de l'Autriche, et toujours sous des circonstances à peu près telles que celles qui ont été observées sur le lac de Genève. Enfin, on les a reconnues aussi sur les grands lacs de l'Amérique septentrionale, et notamment sur le lac Supérieur, dont les seiches sont aussi très-irrégulières et ne s'élèvent pas à plus d'un pied.

Les seiches ont lieu dans toutes les saisons et à toutes les heures du jour; mais elles sont en général plus fréquentes au printemps et en automne. La grandeur de ces inondations paraît même en rapport avec l'état plus ou moins pluvieux de l'atmosphère, la seiche étant plus

(1) PATRIN, *Dictionnaire d'histoire naturelle* de Deterville.

considérable lorsque le temps est à l'orage et le baromètre bas, que par un temps serein.

Dans le lac Léman, les seiches sont d'autant plus grandes qu'on s'approche de la sortie du Rhône, tandis que l'extrémité orientale du même lac n'a pas de seiches plus sensibles que celles des autres lacs.

Si le minimum des seiches n'a pas de terme, leur maximum ne dépasse pas 5 pieds, et leur durée, quoique très-variable, n'excède guère 20 à 25 minutes.

Enfin, les plus grandes seiches ont lieu en juillet et août ou au commencement de septembre.

On a cru d'abord que ce phénomène était occasionné par des coups de vent qui, repoussant les eaux du petit lac au delà de la barre sablonneuse qui le sépare du grand, et ces eaux venant à retourner, occasionnaient ces oscillations.

Cependant Jallabert observa que les seiches avaient lieu sans qu'il y eût aucun coup de vent, et il les attribua à la fonte subite des neiges qui grossissait l'Arve tout-à-coup, de manière à retarder brusquement le cours du Rhône à sa sortie du lac.

Mais de Saussure a vu arriver ces crues subites de l'Arve sans qu'il y eût la moindre apparence de seiches.

Bertrand a cherché à les expliquer en supposant que des nuées électriques attirent et soulèvent les eaux du lac, et que ces eaux, en retombant, produisent ces ondulations.

Patrin attribuait ces soulèvements de la surface de l'eau à des émanations souterraines, et depuis on a remarqué, en effet, sur le lac de Genève, des bouillonnemens considérables dus aux dégagemens de matières gazeuses et qui semblaient coïncider avec l'époque des tremblemens de terre qu'on ressent assez souvent dans les Alpes.

Il n'y a en effet rien d'étonnant que des gaz accumulés dans l'intérieur de la terre, s'échappent du fond d'un lac où ils trouvent moins de résistance qu'ailleurs. Un bruit sourd, analogue à celui que produisent les tremblemens de terre, accompagne ordinairement ces sortes d'éruption.

M. Vaucher, qui a publié un Mémoire très-important sur les seiches des lacs de la Suisse, donne une explication qui paraît s'accorder beaucoup mieux avec les faits. Il attribue ces oscillations accidentelles à la pression inégale que différentes colonnes atmosphériques font éprouver à l'eau. Or, ces variations barométriques sont un fait reconnu, surtout dans les pays de montagne; si une colonne d'air devient plus pesante que celles qui l'avoisinent, à l'instant cette pression relèvera le niveau des eaux voisines; et si ces dernières sont enclavées dans un étroit bassin, il s'ensuivra un débordement. Mais dans le cas du lac de Genève, les eaux, au lieu d'être de niveau, forment la pente rapide d'un fleuve: donc, si elles sont pressées, elles seront obligées d'obéir à deux forces, celle de la pente et de la colonne d'air, et elles suivront la diagonale entre ces deux forces selon une direction facile à déterminer. Elles seront plus ou moins relevées dans une grande étendue du courant; or, cela ne peut avoir lieu sans diminuer ce dernier, retarder le cours des eaux et les accumuler. Avec cette explication, on se rend compte aisément de toutes les apparences et de toutes les modifications locales des seiches.

Ce phénomène a amené naturellement M. Vaucher à parler de l'apparence curieuse que présente, sous certains états de l'atmosphère, la surface de tous les lacs, et même des baies marines très-enclavées, comme en Ecosse. La surface du liquide, au lieu d'être calme ou

agitée, présente, sous mille formes diverses, des parties parfaitement calmes et miroitantes à côté des portions agitées. Ces *fontaines*, ou ce *mirage*, comme l'appellent les bateliers, trop souvent attribués à des courans, doivent être une suite de l'immobilité de la colonne atmosphérique qu'ils supportent, tandis que les colonnes d'air voisines sont agitées verticalement ou horizontalement. Si telle paraît être l'explication, M. Vaucher ne donne pas le mot de l'énigme pour la production de cet état singulier de l'air. Néanmoins, comme les seiches annoncent la pluie et ont lieu souvent par un ciel en apparence serein, il s'ensuit qu'il se passe dans l'air des dissolutions et des précipitations irrégulières, et par conséquent ces variations remarquables de l'atmosphère dépendront principalement de ces phénomènes peu connus.

M. Vaucher termine son intéressant Mémoire en demandant si un phénomène analogue aux seiches n'a pas dû se produire sur une grande échelle lors de la formation de la croûte terrestre, lorsque l'atmosphère devait être chargée de plus de gaz différens en quantité et en densité. Il va même jusqu'à supposer que des couches contournées ou brisées auraient pu être ainsi produites (1).

(1) *Mém. de la Soc. de physique et d'hist. nat. de Genève*, vol. VI, part. 1^{re}, p. 35; et *Résumé des sciences géologiques*, par M. Boué. 1833, p. 95.

CHAPITRE SEPTIÈME.

DES MARAIS.

LES marais sont des espaces de terrain plus ou moins étendus, toujours imbibés et souvent recouverts d'eau. Des causes variées les produisent et les entretiennent; telles sont les eaux pluviales tombées en abondance sur un sol argileux, bas, peu incliné; l'affluence, sur un sol ainsi disposé, des eaux qui viennent de l'intérieur des terres et des montagnes voisines, et, dans d'autres circonstances, l'irruption des eaux de la mer ou d'un fleuve débordé. Aucune des conditions de la stagnation des eaux n'a plus d'influence que la disposition du bassin dont elles couvrent la surface; elle est telle, que la masse liquide qu'une cause accidentelle y a conduite ou formée, trop considérable pour s'infiltrer dans le sol ou être évaporée avant d'avoir été renouvelée, ne peut que très-difficilement se former en courans, en torrens, en ruisseaux, et se perdre dans les eaux d'un fleuve ou de la mer. Diverses circonstances concourent à maintenir les eaux sur la plaine qu'elles ont envahie, et c'est à peine si quelques petits ruisseaux d'eau limpide s'en échappent à la faveur d'un lit profondément creusé dans un sol tourbeux. Des plantes, en quantité considérable, naissent et croissent avec une grande énergie autour du sol inondé et en divers points de sa surface; elles y meurent après la saison des pluies,