Zeitschrift: Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Herausgeber: Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Band: 14 (1875-1877)
Heft: 77

Artikel: Contributions à l'étude de la limnimétrie du Lac Léman. Part 1
Autor: Forel, F.-A.
Kapitel: IV: Variations de hauteur : niveau moyen
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-258485

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: 08.01.2026

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

nom de variations de niveau, de changements de niveau, de dénivellations, etc. Je veux essayer d'apporter un peu de clarté dans ces appellations et pour cela je ferai quelques définitions [1].

Les changements de hauteur de l'eau, autres que les vagues et vibrations du lac, peuvent être de deux natures très différentes :

Les uns sont des mouvements généraux, dus aux changements de volume de la masse du lac ; toute la nappe s'élève ou s'abaisse dans son ensemble, le niveau général restant horizontal. J'appellerai ces mouvements des *variations de hauteur*, variations en hausse ou en baisse, crues ou décrues du lac.

Les autres sont des mouvements locaux, ou bien, s'ils sont généraux, ils se présentent différemment aux différentes localités du lac. La masse du lac, le volume de l'eau restent les mêmes, la hauteur moyenne du lac n'est pas modifiée, mais la nappe s'incline et le niveau n'est plus horizontal. La surface perd son horizontalité et l'eau s'élève en certaines régions pour s'abaisser en d'autres. J'appellerai ces changements dans le niveau de l'eau des *dénivellations*.

J'aurai plus loin à distinguer entre diverses sortes de dénivellations.

§ IV. — Variations de hauteur. Niveau moyen.

Le lac Léman est, au point de vue de ses variations de hauteur, un lac alpin. Tandis que les lacs de plaine et

[1] Les faits dont je traite peuvent s'appliquer à toute nappe d'eau dormante, océan, méditerranée, lac ou étang, mais je les considérerai essentiellement et surtout en me basant sur les conditions de notre lac Léman.

ceux du Jura présentent leurs maximums de hauteur pendant les pluies de l'automne, et au moment de la fonte des neiges de l'hiver, et offrent des minimums pendant les gels de l'hiver et les sécheresses de l'été, notre lac a un régime tout différent. Les glaciers et neiges éternelles du Valais, dont la surface énorme forme plus du huitième de son bassin d'alimentation [1], fondent sous l'influence des chaleurs de l'été, et leurs eaux décuplent le volume du Rhône, affluent principal du lac ; les eaux du Léman très basses en hiver sont très hautes en été, et les crues de l'automne et du printemps sont à peine sensibles à côté de la grande crue estivale qui dure 3 mois.

M. E. Plantamour a très bien étudié ces variations dans sa Notice sur la hauteur des eaux du lac, et il a parfaitement indiqué les lois générales de leur développement; il a en particulier très bien montré les relations qui existent entre la hauteur des eaux et les conditions d'humidité et de chaleur de l'année. Mais il est un point qu'il n'a pas pu étudier avec assez de précision, c'est la question du niveau moyen du lac. Son travail se rapportait en effet au niveau du port de Genève et quoique les relations de ce bassin avec le lac soient très intimes, cependant le niveau du port n'est pas le niveau du lac; ainsi que nous l'avons vu plus haut, il y a une pente

[1] D'après la commission hydrométrique suisse, le bassin d'alimentation du lac Léman se compose comme suit:

Bassin du Rhône, en nature de glaciers et neiges éternelles	1037.3	kilom. carrés.
Bassin du Rhône, en nature de rochers et terrain	4345.3	»
Bassin des affluents directs du lac . . .	2034.1	»
Lac Léman	577.8	»
Ensemble . . .	7994.5	kilom. carrés.

sensible à l'entrée du port, et pour l'étude du niveau du lac il y a un certain intérêt à s'adresser au lac lui-même.

J'ai mis en œuvre simultanément deux méthodes pour connaître le niveau absolu du lac, et la comparaison des résultats me donnera quelques conclusions intéressantes.

J'ai en premier lieu obtenu la hauteur du lac par voie indirecte. Profitant des chiffres moyens que M. Plantamour a calculés d'après les observations du limnimètre de Genève, j'y ai apporté la correction *D* de la pente de la sortie du lac que j'ai étudiée dans un paragraphe précédent et j'ai ainsi eu la hauteur théorique du lac.

J'ai en second lieu étudié le niveau absolu directement, en calculant les moyennes d'après les observations faites sur le lac lui-même. La même étude que M. Plantamour a faite sur le limnimètre de Genève, je l'ai faite sur les observations de Vevey. J'ai pris les moyennes mensuelles des observations journalières faites à Vevey, et je les ai réduites au moyen de l'équation du limnimètre en cotes du limnimètre normal de Burnier. Je donne dans le tableau II les moyennes mensuelles de chaque année, les moyennes mensuelles de l'année moyenne, les moyennes annuelles, et enfin la moyenne générale des moyennes annuelles. J'ai établi ce tableau sur le même plan que celui que M. Plantamour a fait pour le port de Genève, de manière à ce qu'une comparaison utile fût possible [1].

(Voir le tableau II à la page ci-contre).

[1] C'est ainsi que comme M. Plantamour, j'ai calculé la moyenne annuelle en prenant la moyenne arithmétique des moyennes des 12 mois de l'année sans tenir compte de la différence de durée des mois qui ont 28, 29, 30 ou 31 jours

Tableau II.

Hauteur absolue du lac Léman pendant les années 1851-1875, d'après les observations du limnimètre de Vevey.

	Janvier.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Septemb.	Octobre.	Novemb.	Décemb.	Moyenne.
	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.
1851	0.977	0.903	0.822	0.981	1.051	1.307	1.784	2.312	1 871	1.428	1.024	0 840	1.275
52	0.877	0.946	0 789	0.866	0 950	1.244	1.768	2.221	2.245	1.928	1.409	1.208	1.371
53	0.992	0.892	0.789	0.896	1.142	1.564	2.275	2.271	2.019	1.400	0.967	0.779	1.332
54	0.757	0.822	0.845	0.971	0 998	1.083	1.753	2.023	1.612	1.121	0.845	0 994	1.152
55	1.007	1.095	1.166	1.133	1.168	1.747	2.130	2.089	1.890	1.545	1.210	0.860	1.420
56	0.977	1.217	0.938	1.087	1.362	2.019	2.006	2 016	1.702	1.212	0.837	0.906	1.357
57	0.959	0.844	0.811	0.977	0.926	1.170	1.476	1.790	1.593	1.194	0.882	0.835	1.121
58	0.694	0.628	0.674	1.002	1.024	1.271	1.426	1.599	1.372	1.116	0.966	1.079	1.071
59	1 019	0.976	1.019	1.214	1 264	1.425	2.003	2.188	1.655	1.184	1.424	1.218	1.382
1860	1.194	0.969	1.049	1.274	1.513	1.958	2.153	1.992	2.203	1 870	1.334	1.203	1.559
61	1.133	1.030	1.156	1.285	1.194	1.721	2.234	2.415	1.960	1.335	1.247	1.261	1.498
62	1.050	1.156	0 981	1.064	1.128	1.505	1.686	1.993	1.725	1.363	1 278	1.052	1.332
63	1.016	1.124	1.176	1 286	1.383	1.827	2.163	2.084	2.103	1.803	1.331	1.156	1.538
64	1.055	0.977	1.053	1 167	1.499	1.908	2.176	2.211	1.907	1.397	1.278	1.203	1.486
65	1.073	1.333	1.299	1.276	1.618	1.795	2.035	2.231	2.179	1.572	1.384	1.285	1.590
66	1.207	1.460	1.347	1.218	1.437	1.845	2.319	2.402	2.341	1.913	1.336	1.450	1.689
67	1 558	1.527	1.457	1.624	1.906	2.383	2.582	2.308	2.125	1.626	1.210	1.053	1.779
68	0.946	0.931	1.007	1.129	1.622	2.086	2.164	2 345	2.012	1.829	1.328	1.359	1.563
69	1.468	1.233	1.188	1.204	1.515	1.914	1.957	2 161	1.843	1.413	1.101	1.245	1.520
1870	1.072	0.931	0.946	0.974	1.255	1.768	2.080	2 218	1.804	1.524	1.798	1.571	1.498
71	1.253	1.250	1.323	1 445	1.624	1.747	2.298	2.379	2.155	1.869	1.304	1.065	1.643
72	1.004	1.095	1.221	1.275	1.435	1.843	2 220	2.517	2.044	1 670	1.650	1.580	1.629
73	1.322	1.161	1.389	1.534	1.420	1.587	2.342	2.511	2.160	1.566	1.232	1.164	1.616
74	1.020	0.882	0.813	0.963	1.194	1.648	2 176	2.417	1.988	1.520	1.193	1.319	1.428
75	1.283	1.182	1.013	1.011	1.564	2.131	2.400	2.401	2.076	1.733	1.856	1.535	1.682
Moyenne	1.076	1.062	1.047	1.154	1.328	1.700	2.064	2.205	1.943	1.525	1.297	1.213	**1.468**

De l'étude de ce tableau II, de l'étude comparative des tableaux des hauteurs du lac à Vevey et à Genève, enfin de l'étude indirecte que j'ai faite de la hauteur du lac en corrigeant les moyennes de Genève, je tire les faits suivants :

1° Depuis le 26 janvier 1851 à aujourd'hui le limnimètre de Vevey a fonctionné sans interruption autre que celle de deux réparations, l'une du 3 au 18 septembre 1860, et l'autre du 24 au 27 août 1867 ; en comparant les cotes précédant et suivant ces réparations avec celles des observations de Nyon, j'ai trouvé qu'il n'y avait pas eu de changement appréciable dans l'équation. J'ai laissé de côté les observations faites depuis janvier 1847 au 25 janvier 1851, parce que, à cette dernière date, il a été fait une réparation importante à la tige du limnimètre, réparation qui a changé l'équation d'environ $+ 0^m.46$, qu'elle était auparavant, en $+ 0^m.234$, qu'elle est actuellement. Pour le mois de janvier 1851 j'en ai déduit la valeur, d'après les observations du limnimètre de Rolle, dont j'ai déterminé avec suffisamment d'exactitude l'équation par une comparaison de six mois de l'année 1851. Je me suis arrêté au 31 décembre 1875. Je dispose ainsi d'une série de 25 années entières, très convenablement comparables.

2° La moyenne générale que j'obtiens des 9130 observations journalières de ces 25 ans est de $1^m.468$.

3° Je veux comparer cette moyenne avec les observations de Genève. Pour cela je lui applique la correction *D* de la pente du lac, soit $- 31^{mm}$, et j'arrive à une valeur de $1^m.437$ pour le niveau moyen du port de Genève pendant ces 25 ans.

A ce chiffre obtenu par voie indirecte, opposons celui que nous donne l'observation directe.

	m.
D'après les chiffres de M. Plantamour, la moyenne de 1851 à 1873 est de	1.411
Ce chiffre doit être complété par les moyennes de 1874 et de 1875 [1].	
La moyenne de Genève en 1875 a été de . .	1.399
» » 1874 » . .	1.639
D'où j'ai tiré la moyenne de Genève de 1851 à 1875	1.419
Différence entre le chiffre obtenu par le calcul et le chiffre obtenu par l'observation directe . . en faveur de la voie directe.	0.018

Reprenons ces chiffres.

L'observation directe me donne pour la moyenne générale de ces 25 années :

A Vevey	1.460
A Genève	1.419
Différence que nous avons appelée d . . .	0.049

La méthode indirecte me donne :

A Genève	1.437
Différence D	0.031

Si je fais $d - D = d'$

d' sera dans ce cas $+ 18^{mm}$.

J'utiliserai comme on va le voir cette valeur d' qui exprime la différence réelle entre la hauteur du lac à Vevey

[1] Ces moyennes ont été calculées d'après les observations journalières publiées dans les cahiers des Archives des sc. ph. et nat. Pour les quelques observations de février et mars 1874 qui font défaut, je les ai remplacées par celles de Vevey auxquelles j'ai apporté une correction convenable.

et à Genève, déduction faite de la correction D de la pente du lac normale; d' exprime donc les écarts dans la marche relativement parallèle des deux limnimètres.

Si d' avait été égal à 0, les deux séries d'observations auraient reçu ainsi une éclatante confirmation ; leur marche aurait été démontrée parallèle. Mais d' ayant une valeur très importante, nous devons reconnaître qu'il y a désaccord entre les deux séries d'observations, et je dois essayer de rechercher la signification de ce désaccord.

Je pourrais l'attribuer à trois causes :

a) J'ai appliqué la correction à la moyenne, au lieu de prendre la moyenne des observations journalières corrigées. L'erreur commise ainsi ne peut avoir une très grande importance ; en effet, la correction s'accroît dans le même sens que la profondeur de l'eau. Si les deux progressions étaient absolument régulières, l'erreur serait nulle ; le défaut de régularité dans la progression de la pente du lac est assez peu de chose pour que je sois assuré que l'erreur est presque nulle.

b) Le désaccord peut tenir à l'insuffisance des observations. Si l'une des deux séries, et à plus forte raison, si les deux séries présentent des erreurs de lecture, de réduction ou de calcul, il est évident que la concordance de marche ne pourra plus avoir lieu et qu'une divergence sera constatée dans les moyennes.

c) Le désaccord peut tenir enfin à des variations dans la pente du lac. La correction D a été calculée d'après les moyennes des années 1870-1875; si la pente du lac a changé pendant la période 1851 à 1875, si avant 1870 elle était différente de ce qu'elle a été depuis 1870, la va-

leur d' le montrera. Et d'après la manière dont je calcule la valeur d', les variations de la pente du lac se traduiront par une valeur d' positive quand la pente du lac était plus forte qu'en 1870-1875, par une valeur d' négative quand la pente était plus faible.

Quelle est de ces trois causes celle qui occasionne le désaccord $d' = + 18^{mm}$ entre les moyennes de 25 ans des deux séries d'observations limnimétriques de Vevey et de Genève ? Cherchons à résoudre cette question.

Pour cela adressons-nous, non plus aux moyennes générales de 25 ans, mais aux moyennes annuelles et mensuelles, et tirons de la comparaison de ces chiffres les valeurs d'. (Voir le tableau III à la page ci-contre).

Dans ce tableau j'ai calculé la valeur d' comme je l'ai dit en comparant soit les moyennes mensuelles, soit les moyennes annuelles des deux stations. Pour la valeur annuelle de d' j'aurais pu prendre la moyenne des valeurs mensuelles de d'; mais les irrégularités et erreurs que je vais constater dans les moyennes mensuelles auraient eu sur la moyenne annuelle une influence trop considérable et trop variable; j'ai préféré faire directement la comparaison des moyennes annuelles des deux stations et en tirer d'.

En étudiant ce tableau III je remarque que la valeur d' est très variable d'un mois à l'autre et d'une année à l'autre; que ces écarts restent en général dans les limites modérées, au-dessous de $\pm$ 100 millimètres et même au-dessous de $\pm$ 50 millimètres; qu'il y a cependant un certain nombre de chiffres très divergents. C'est ainsi que sur 300 valeurs mensuelles de d', 17 dépassent $\pm$ 100 millimètres, et sur ces 17, trois dépassent $\pm$ 200 millimètres.

Tableau III.

Variations de la pente du lac Léman pendant les années 1851—1875.

(Ce tableau exprime en millimètres l'excès en plus ou en moins de la pente du lac, au-dessus ou au-dessous de la pente moyenne calculée pour les années 1870-75.)

	Janvier. mm.	Février. mm.	Mars. mm.	Avril. mm.	Mai. mm.	Juin. mm.	Juillet. mm.	Août. mm.	Septembre mm.	Octobre. mm.	Novembre. mm.	Décembre. mm.	Année. mm.
1851	— 16	— 45	— 6	— 27	— 15	— 22	— 30	— 46	—145	+ 2	+ 13	— 10	— 25
52	+ 27	+ 22	— 27	— 38	— 21	+ 21	+ 55	— 60	+ 28	— 72	— 61	+ 69	— 1
53	+ 31	+ 13	— 35	0	— 38	— 17	— 64	+ 72	— 79	+ 8	— 95	0	— 14
54	+ 8	— 25	— 45	— 46	— 23	— 18	+131	— 2	+ 26	+ 10	—161	— 67	— 15
55	— 1	+ 66	+ 8	— 56	— 59	— 16	— 7	— 4	— 73	— 57	—255	—158	— 49
56	— 73	+ 41	— 75	— 54	— 30	+ 21	+113	+282	+165	+106	— 58	+ 1	+ 49
57	— 1	— 3	—112	— 59	—237	— 53	+ 42	+ 72	— 25	+ 19	+ 61	+ 93	— 16
58	+ 54	— 14	— 92	— 7	+ 13	+115	+ 16	+ 54	+ 38	+ 3	— 33	— 1	+ 14
59	+ 9	— 8	— 18	— 8	+ 38	+ 33	+ 51	+ 74	+ 69	+ 25	+ 70	+ 63	+ 34
1860	+ 83	+ 9	+ 14	+ 34	+ 77	+101	+107	+ 88	+ 97	+ 76	+ 37	+ 53	+ 67
61	+ 43	+ 4	+ 9	+ 38	+ 23	+ 54	+133	+ 92	+146	+ 37	+ 8	+ 28	+ 62
62	+ 25	+ 3	0	— 7	+ 2	+ 38	+ 42	+ 68	+ 62	+ 40	+ 19	+ 16	+ 27
63	+ 19	+ 7	— 13	— 7	+ 17	+ 14	+ 32	+ 40	+ 67	+ 45	+ 40	+ 16	+ 26
64	+ 14	+ 25	— 9	— 40	— 6	+ 2	+ 13	+ 1	+ 13	0	— 11	+ 4	+ 2
65	— 10	— 19	— 27	— 5	+ 35	+ 28	+ 75	+ 35	+126	+ 3	— 2	+ 2	+ 21
66	— 7	+ 2	+ 16	+ 76	+ 36	+ 13	+ 26	+ 26	+ 34	+ 15	+ 12	0	+ 21
67	+ 30	+ 27	+ 16	+ 19	+ 47	+ 25	+ 31	+ 27	+ 12	+ 35	+ 11	+ 2	+ 24
68	+ 8	— 14	+ 2	— 1	+ 16	— 9	— 8	+ 2	+ 8	+ 1	+ 12	+ 18	+ 5
69	+ 1	— 1	— 8	— 4	+ 22	+ 20	+ 11	— 3	+ 1	+ 12	+ 12	+ 21	+ 9
1870	— 6	0	+ 2	— 6	— 16	— 1	— 4	+ 6	— 5	+ 58	— 13	— 19	+ 3
71	— 71	— 17	— 8	— 14	— 24	0	+ 12	+ 5	— 17	+ 2	— 6	+ 15	— 9
72	+ 23	— 11	— 13	— 29	— 2	+ 8	— 8	— 1	— 29	+ 10	— 4	+ 13	— 3
73	— 9	— 25	— 1	— 5	+ 21	+ 15	— 8	0	+ 37	+ 21	— 1	+ 35	+ 8
74	+ 4	+ 1	— 2	— 7	— 12	— 8	— 5	— 10	+ 2	+ 10	— 10	— 11	— 1
75	— 3	+ 4	— 3	0	— 6	+ 4	+ 7	+ 4	+ 14	+ 7	— 7	— 17	+ 1

Ce premier aperçu nous apprend que, dans l'explication de la discordance entre les moyennes des deux séries, nous devons tout d'abord éliminer la première cause que j'ai indiquée. L'application de la correction D à la moyenne des chiffres et non aux observations isolées, ne peut être l'origine principale de la différence entre les moyennes ; car, dans ce cas, la valeur d' aurait eu à peu près la même importance chaque année et aurait été toujours de même signe, la courbe annuelle des variations de niveau étant, d'une année à l'autre, très sensiblement la même, dans ses traits généraux du moins.

Restent les deux autres possibilités : erreurs dans les observations et variations dans la pente du lac. Pour juger entre ces deux explications, poursuivons l'étude du tableau. Cherchons à comprendre ce que signifient ces irrégularités.

Si nous prenons les années 1870-1875 qui m'ont servi pour l'établissement de la correction D de la pente du lac, nous y trouvons l'explication d'une partie de ces différences. En effet, même dans ces années pour lesquelles la correction D a été calculée, elle ne suffit pas à mettre complétement d'accord les observations de Vevey et de Genève ; tantôt elle est trop forte, tantôt elle ne l'est pas assez. Les écarts mensuels de la valeur de d' varient de $+ 58$ à $- 29$ millimètres [1]. Nous verrons dans un paragraphe subséquent à expliquer ces anomalies qui sont dues à des dénivellations temporaires, parfaitement observées et dont l'origine doit être cherchée dans l'action

[1] Le mois de janvier 1871 avec — 71^{mm} d'écart doit être enlevé de la comparaison ; les observations de Genève sont évidemment insuffisamment exactes ; cette époque correspond du reste avec la dernière maladie de Bruderer, astronome adjoint à l'Observatoire de Genève.

des vents et dans les variations de la pression atmosphérique ; pour le moment, bornons-nous à constater que pour une période dont nous sommes parfaitement sûrs, dans laquelle l'équation des limnimètres a été vérifiée avec attention, dans laquelle les observations ont été collationnées jour après jour, les moyennes mensuelles des deux stations peuvent offrir dans leur marche un défaut de parallélisme assez grand pour que, la correction de la pente faite, il reste encore entr'elles un écart de $\pm$ 58 millimètres.

Reportons cette donnée au reste du tableau et nous aurons ainsi l'explication générale des irrégularités qui existent d'un chiffre à l'autre lorsque ces irrégularités sont dans des limites modérées; mais cela ne nous dit rien sur les chiffres exceptionnels dont l'écart dépasse 50, 100 et 200 millimètres, cela ne nous explique pas non plus les séries de valeurs d' de même signe et presque de même importance qui existent dans le tableau.

Ces variations de d', avons-nous dit, peuvent être attribuées ou bien à des changements dans la pente du lac, ou bien à des erreurs. Cherchons les caractères que présenteraient ces variations de d' dans les deux suppositions, et voyons dans notre tableau comment elles pourraient s'appliquer.

Traitons d'abord des erreurs possibles.

a) Il pourrait y avoir erreur dans l'équation des limnimètres. Diverses réparations ont été faites aux deux appareils de Genève et de Vevey, et l'équation des limnimètres n'a pas toujours été vérifiée avec assez de soin avant et après l'opération. Une erreur de ce genre serait reconnaissable à ce que l'écart serait toujours exactement le

même entre les deux séries d'observations. Or ce n'est pas le cas et nous devons écarter cette cause d'erreurs.

b) Il peut y avoir des négligences dans les lectures. Il est arrivé parfois que des observateurs peu consciencieux ont négligé pendant des jours et même des semaines de faire des lectures, et ont rapporté plus tard des chiffres tout à fait fantaisistes sur les carnets d'observation; ou bien ils ont été copier les chiffres d'un camarade, observant à un limnimètre voisin, sans se douter que l'équation des deux limnimètres était différente. En comparant les cahiers des divers limnimètres du lac, j'ai trouvé à une ou deux reprises des traces évidentes de monstruosités de ce genre; mais je ne crois pas la chose probable dans le cas qui nous occupe. Pour les observations de Genève, elles ont trop bien été critiquées par M. E. Plantamour pour qu'une semblable erreur soit possible; pour celles de Vevey, je n'ai rien su reconnaître de semblable.

c) Il peut y avoir imperfection des appareils ou défectuosité dans leur marche. Il arrive parfois avec les limnimètres à flotteur que la tige verticale elle-même ou les fils qui la guident s'accrochent et s'arrêtent pendant quelques jours, que l'appareil reste soulevé en l'air ou enfoncé dans l'eau pendant un temps plus ou moins long (Cf. Genève [1], février et mars 1874); ou bien la bouteille du flotteur se remplit d'eau et se submerge petit à petit. (Cf. Genève, mars 1841. — Rolle, janvier 1854 à octobre 1856).

Il doit s'être passé pendant la période qui nous occupe

[1] Je prends ces exemples dans les observations de Genève qui ont été très attentivement surveillées. Si j'avais pu suivre mois par mois et jour par jour celles de Vevey, j'y aurais peut-être trouvé des exemples semblables.

quelque chose de semblable dans les mois de mars et de mai 1857, mois pendant lesquels le limnimètre de Genève est resté stationnaire, ou à peu près, tandis que les autres limnimètres du lac indiquaient des variations de niveau de 15 à 20 centimètres. De même pendant les derniers mois de l'année 1855, car nous voyons tout à coup, du 31 décembre 1855 au 1er janvier 1856, le limnimètre de Genève monter de 19 centimètres (7 pouces), tandis que les autres limnimètres du lac restent stationnaires. J'utiliserai plus loin les corrections que je signale ici.

d) Il y a la possibilité d'erreurs de lecture et de transcription des observations journalières ; mais quelle que puisse être l'importance individuelle d'erreurs de cette nature, elles se perdent dans les moyennes mensuelles et ne doivent pas entrer ici en ligne de compte [1].

e) Il peut y avoir enfin des erreurs dans le calcul des moyennes.

En résumé, pour ce qui regarde les erreurs dans les deux séries d'observations, nous avons la possibilité d'expliquer :

En premier lieu certains chiffres anormaux et aberrants par des négligences dans les lectures, par des arrêts et défectuosités dans la marche des limnimètres, et enfin par des erreurs de calcul, — et dans le fait nous corrigeons quelques-unes des différences les plus aberrantes en constatant des erreurs de ce genre. Celles-ci sont caractérisées par le fait que la valeur divergente de d' est isolée à côté de valeurs normales.

En second lieu, certaines séries de chiffres où la valeur

[1] Il en serait de même des erreurs dues aux seiches.

de d' est trop forte ou trop faible, par des incorrections dans l'équation des limnimètres. Des erreurs de ce genre se reconnaîtraient parce que le signe et la valeur de d' seraient toujours les mêmes, et cela sans interruption pendant une série de mois ou d'années.

Après avoir constaté ainsi la possibilité d'expliquer par des erreurs certaines divergences de la valeur de d', reste la deuxième hypothèse qui attribuerait d'autres divergences à ce que la pente de la sortie du lac aurait varié. Comment des variations dans la pente du lac se traduiraient-elles dans les valeurs de d', telles qu'elles sont exposées dans le tableau III ? C'est ce qu'il est facile d'indiquer.

Si la pente variait en augmentant d'intensité, ce fait se traduirait par une variation continue de la valeur d', qui aurait toujours le signe positif; de plus, cette augmentation de la valeur d' serait variable, et serait d'autant plus forte que le lac serait plus élevé. Si donc nous trouvons une série d'années dans lesquelles d', étant toujours positif, aurait eu une valeur plus forte dans les mois d'été que dans les mois d'hiver, nous devrons en conclure que pendant cette période la pente entre le grand lac et le limnimètre du port de Genève a été plus forte qu'elle l'est actuellement.

Si la pente variait en diminuant, ce fait se traduirait par une variation continue de la valeur d' qui aurait toujours le signe négatif et de plus serait variable, avec des valeurs d'autant plus fortes que le lac serait plus élevé. Une série d'années où d' serait négatif et avec des valeurs plus fortes en été qu'en hiver auraient donc eu une pente de la sortie du lac moins forte que celle existant actuellement.

Revenons à notre tableau III et cherchons si nous retrouvons aux variations de la valeur d' quelques-uns des caractères que je viens d'exposer, et si nous pourrons en déduire les causes de ces variations. Nous y constatons les faits suivants :

a) D'une manière générale les écarts considérables et isolés de la valeur d' qui doivent être attribués à des erreurs sont beaucoup plus nombreux dans les 10 premières années de la période de 25 ans que dans les 15 dernières ; la précision des observations va donc notablement en s'améliorant à mesure que l'on s'adresse à des époques plus rapprochées de nous.

b) Nous avons vu qu'il y avait probablement erreur dans les observations de Genève de mars et de mai 1857 ; que les chiffres négatifs de d' de ces deux mois doivent être corrigés. Je suis donc autorisé à supposer que la valeur annuelle de 1857 $d' = -16^{mm}$ devrait être changée en une valeur positive ; n'ayant pas d'éléments pour déterminer l'importance de cette correction, j'attribue à d' de l'année 1857 une valeur de $+ 14^{mm}$, comme l'année suivante 1858.

c) Cela étant admis, si je considère les moyennes annuelles de d' (dernière colonne du tableau III) je trouve une différence très marquée dans les allures de cette valeur du commencement à la fin de la période :

Dans les 5 premières années, 1851-1855, d' est constamment négatif, et cela d'une manière très marquée ;

Dans les 6 années suivantes, 1856-1861, d' est toujours positif et avec des valeurs très élevées ;

Dans les 6 années suivantes, 1862-1867, d' est positif, mais avec des valeurs modérées ;

Dans les 8 dernières années, 1868-1875, d' a des valeurs très faibles, tantôt positives, tantôt négatives, qui arrivent en définitive à se compenser presque.

C'est ce que je puis traduire en chiffres en prenant les moyennes de ces périodes :

Ire	période,	1851-1855,	moyenne de d'	— 21mm.
IIe	»	1856-1861,	»	+ 40
IIIe	»	1862-1867,	»	+ 20
IVe	»	1868-1875,	»	+ 2

Autrement dit, dans la Ire période jusqu'en 1855 la valeur d' a été négative; depuis 1856 dans les trois dernières périodes elle a été positive, mais en décroissant d'importance d'une période à l'autre.

d) Si au lieu de considérer les moyennes annuelles, j'étudie les moyennes mensuelles de d', je crois reconnaître pour la IIe et la IIIe périodes le genre de variation, les allures que j'ai dit devoir caractériser des changements dans la pente du lac. En effet, au milieu des inégalités et des irrégularités dues aux diverses causes énumérées plus haut, je constate que les valeurs de d', très faibles aux basses eaux, deviennent énormes aux hautes eaux, que la valeur d' s'accroît avec la hauteur des eaux. Je citerai comme exemple l'année 1860, et pour bien montrer les relations dont je parle entre l'accroissement de d' et la hauteur du lac, j'indiquerai dans une première colonne la hauteur moyenne du mois mesurée à Vevey ; en regard je donnerai la valeur d' :

1860	Hauteur du lac		d'	1860	Hauteur du lac		d'
	m.				m.		mm.
Janvier . .	1,194	+	83	Juillet . .	2,153	+	107
Février . .	0,969	+	9	Août . .	1,992	+	88
Mars . .	1,049	+	14	Septembre	2,203	+	97
Avril . .	1,274	+	34	Octobre .	1,870	+	76
Mai . . .	1,513	+	77	Novembre	1,334	+	37
Juin . . .	1,958	+	101	Décembre.	1,203	+	53

Sauf pour le mois de janvier, l'importance de *d'* augmente régulièrement avec l'accroissement de hauteur du lac. Si l'on étudie attentivement le tableau III, l'on peut reconnaître des allures de ce genre pour la plupart des années de ces périodes. Ce qui signifierait, traduit comme nous l'avons indiqué plus haut, que la pente du lac était plus forte pendant les années 1856-1867 qu'elle ne l'est actuellement.

Pour la première période nous avons une variation négative de *d'*, ce qui indiquerait une diminution de la pente du lac ; mais je ne sais pas reconnaître, au milieu des irrégularités continuelles des valeurs mensuelles de *d'*, les allures régulières qui prouveraient l'existence de cette diminution de pente. Ces irrégularités, je les attribue, avec toutes probabilités, à des erreurs, mais elles sont assez fortes pour masquer l'augmentation de la valeur négative de *d'* dans les mois d'été et sa diminution dans les mois d'hiver.

En dois-je conclure que cette variation négative de *d'* dans cette première période n'est pas due à une diminution de la pente ? Dois-je l'attribuer à un changement dans l'équation de l'un des limnimètres à la fin de la période, changement d'équation qui, nous l'avons vu, se traduirait par une augmentation ou un abaissement con-

tinus et réguliers de d' ? Je ne le pense pas. En effet, si je consulte l'histoire de ces limnimètres, je ne trouve aucune trace de réparations ou de changements importants correspondant à ce moment[1]. A Vevey il n'y a pas eu de réparations marquées sur les registres entre le 26 janvier 1851 et le 3 septembre 1860 ; à Genève le changement du limnimètre s'est fait comme je le dirai plus loin, le 31 mai 1862.

J'attribuerai donc avec suffisamment de probabilités la variation négative de d' dans les années 1851-1855 à ce que la pente du lac était pendant cette première période moins forte qu'elle ne l'est actuellement.

Quant à la quatrième période 1868-1875, le calcul de la correction d' de la pente normale du lac ayant été fait d'après la majeure partie de ces dernières années, il est facile de comprendre comment il n'y a pas pour elles de variation de pente sensible.

En résumé je crois reconnaître dans l'étude de la valeur d' l'indice des variations suivantes de la pente de la sortie du lac :

De 1851 à 1855 la pente du lac était sensiblement plus faible qu'elle ne l'est actuellement ; la différence entre le limnimètre du port de Genève et ceux du Grand lac était moins forte qu'elle ne l'était dans les années 1870-1875.

Vers 1855 à 1856, il s'est produit une forte aggrava-

[1] J'ai cherché à expliquer le changement dans le signe de d' par les accidents arrivés au limnimètre de Genève, du 31 décembre 1855 au 1er janvier 1856. Il y a en effet une différence de 19 centimètres entre les cotes de ces deux jours sans qu'il y ait eu de variation sensible dans le niveau du Grand lac. Mais en comparant les observations du lac aux différents limnimètres, je ne crois pas que les irrégularités et arrêts dans la marche du limnimètre de Genève s'étendent plus loin que les mois de novembre, décembre 1855 et janvier 1856.

tion de la pente du lac qui a plus que doublé; cette pente s'est élevée aux hautes eaux jusqu'à 180 ou 200 millimètres.

Cette aggravation de la pente du lac a été en diminuant petit à petit; elle était moyenne de 1862 à 1867; depuis 1868 elle est à peu près ce que nous la voyons actuellement.

Tel est le résumé de l'étude théorique, de la comparaison des observations limnimétriques de Genève et de Vevey. Cela peut-il être admis; cela correspond-il à des faits connus de l'histoire du lac?

Pour répondre à cette question, recherchons quel a été l'état des débouchés du lac pendant la période qui nous occupe. Il est évident en effet que toute variation dans la pente du lac doit être causée par des changements dans l'émissaire, dont le canal plus ou moins large, plus ou moins libre, facilite ou entrave le courant de sortie, relève ou abaisse le niveau du lac. Nous avons vu dans un paragraphe précédent l'effet du barrage de la Machine hydraulique de Genève sur la pente de sortie du lac; à présent que nous constatons des variations dans la pente pouvons-nous trouver dans les barrages de la sortie du lac des changements qui correspondent à ces variations?

Pendant les vingt-cinq dernières années, l'Etat et la ville de Genève ont fait exécuter dans le port des travaux considérables, magnifiques, qui en transformant et en embellissant encore cette rade splendide n'ont pas été sans influence sur l'écoulement du fleuve qui la traverse; quelques-uns de ces travaux ont facilité la marche du Rhône; d'autres l'ont entravée, quelques-uns ont fait augmenter la pente de la sortie du lac, d'autres l'ont fait diminuer. Il

ne peut entrer dans mon plan de faire ici une critique détaillée de ces travaux au point de vue de l'écoulement de l'émissaire du lac ; cela n'est ni dans ma compétence, ni dans mes intentions. Je me bornerai simplement à l'indication des faits principaux et à leur interprétation la plus simple et la plus élémentaire.

Je ferai cependant remarquer, car cela rentre plus spécialement dans mon sujet, que tout obstacle au cours du Rhône au-dessus du limnimètre du port de Genève a pour effet d'augmenter la pente de la sortie du lac [1], tout obstacle au-dessous de ce limnimètre a pour effet de diminuer cette pente ; la suppression des obstacles au cours du Rhône a un effet inverse.

Le barrage du pont de la Machine a constamment été renforcé et insensiblement modifié par des travaux de détail convergents tous vers le même but, à savoir fermer plus exactement la sortie du lac en hiver, et augmenter la hauteur de chute du Rhône sous les roues et turbine de la Machine hydraulique.

Les anciens pilotis qui formaient une double estacade à l'entrée du port, l'une partant de l'île Rousseau et aboutissant à l'angle du port du Commerce, l'autre plus en avant, ont été arrachés. Les deux jetées actuelles les ont remplacés ; partant l'une des Pâquis l'autre des Eaux-Vives, à environ 700 mètres de l'île des Barques, ces deux magnifiques môles ferment le lac en ne laissant que les trois ouvertures décrites plus haut.

Le pont du Mont-Blanc, bâti en 1864, traverse le port un peu en-dessus de l'île Rousseau ; il s'appuie à la rive

[1] Mesurée par la comparaison de ce limnimètre avec les limnimètres du lac.

gauche sur un quai faisant saillant, situé à peu près à la place de la jetée de l'ancien port du Commerce, mais rétrécissant cependant un peu plus le passage que ne le faisait l'ancien état des choses.

Des quais magnifiques datant à peu près de la même époque ont assez sensiblement rétréci le passage laissé au fleuve; mais en régularisant les rives du chenal ils ont peut-être en revanche un peu facilité le débit.

Enfin les travaux de dragage faits sur le banc du Travers, de 1849 à 1862, dans le but d'abaisser le banc de sable et de faciliter la navigation, dans le but aussi de gagner du remblai pour combler les nouveaux quais du port, ont sans doute eu de l'influence sur le débit du fleuve, et par conséquent de la pente de la sortie du lac [1].

Sans avoir la prétention de pousser bien profond cette discussion, il me paraît facile d'attribuer à ces différents travaux leur effet sur le débit du fleuve; leur signification doit avoir été la suivante:

Ont facilité le cours du fleuve:

le dragage du banc du Travers;
la régularisation des rives par les quais du port;
l'arrachage des pilotis des anciennes estacades.

Ont entravé le cours du fleuve:

la construction des grandes jetées du port;
le rétrécissement du chenal par les quais;
la construction du pont du Mont-Blanc;
le renforcement du barrage du pont de la Machine;

[1] Je parlerai un peu plus loin de l'érosion naturelle qui a eu lieu à l'entrée du port.

D'une autre part, ont augmenté la pente de la sortie du lac :

la construction des jetées du port;

l'arrachage des pilotis du vieux port, de l'estacade du moins qui était située au-dessous du limnimètre actuel.

Ont diminué la pente du lac :

le dragage du banc du Travers;

l'enlèvement des pilotis de l'estacade supérieure située au-dessus du limnimètre actuel;

la construction du pont du Mont-Blanc;

le renforcement du barrage de la Machine hydraulique.

De ces travaux, celui qui doit avoir eu la plus grande influence sur la pente de la sortie du lac, c'est incontestablement la construction des jetées du port, commencées en 1853 et terminées en 1855. Ces jetées comme nous l'avons dit, en barrant la sortie du lac et en ne laissant au fleuve que trois issues, arrêtent le Rhône et le font refluer au-dessus de leur barrage; le courant très violent qui existe à ces ouvertures, courant variable d'intensité avec la hauteur des eaux, est l'indice certain de cette action. C'est à ces jetées que l'on doit attribuer, dans l'état actuel des choses, la plus grande action sur la pente de la sortie du lac. Or nous voyons précisément une exagération considérable de la pente du lac correspondre avec l'époque de la construction de ces jetées; la pente de la sortie du lac, presque nulle auparavant ou du moins bien moins forte qu'actuellement, devient tout à coup énorme en 1856, et acquiert une importance double de celle que nous constatons actuellement. Cette coïncidence est une

confirmation de l'attribution que nous faisons de la majeure partie de la pente du lac aux jetées du port de Genève.

Quant à la diminution progressive de la pente que je constate dans les trois dernières périodes de nos vingt-cinq années, je crois pouvoir l'attribuer à deux causes : d'une part au renforcement artificiel ou naturel du barrage de fond du pont de la Machine ; d'une autre part à l'érosion du fleuve à l'entrée du port. J'ai déjà traité suffisamment de l'influence du barrage de la Machine ; quant à l'érosion du fond entre les jetées, il est évident que le courant très puissant des eaux de l'été a érodé petit à petit le limon du banc argileux et sablonneux qui barre le lac ; approfondissant le chenal laissé libre entre les jetées, cette érosion a facilité de plus en plus le cours du fleuve, et a par conséquent diminué la pente de la sortie du lac. Cette action d'érosion a dû être très forte dans les premières années qui ont suivi la construction des jetées ; elle doit aller en s'affaiblissant, et l'on peut prévoir qu'on arrivera enfin à un état d'équilibre qui persistera pour aussi longtemps que rien d'extérieur ne viendra le troubler. Sommes-nous déjà arrivés à cet état d'équilibre, c'est ce que des observations ultérieures permettront de constater dans quelques années.

En résumé l'histoire du port de Genève nous fait retrouver dans le passé : avant 1855 une époque dans laquelle la pente de la sortie du lac était probablement moins forte qu'actuellement ; en 1855, un moment où la pente du lac a été subitement et considérablement augmentée par la construction des jetées du port ; depuis cette époque une action d'érosion à l'entrée du port qui facilitant toujours plus le débit du fleuve a dû diminuer

la différence entre les cotes du limnimètre de Genève et celles des limnimètres du lac; tous les travaux de renforcement du barrage de la Machine ont dû avoir le même effet que cette érosion.

Nous avons donc ainsi l'explication et la confirmation des faits que nous a montrés la comparaison des séries limnimétriques de Vevey et de Genève, et nous pouvons admettre que la pente du lac a varié pendant la période de vingt-cinq ans qui nous occupe. Nous avons ainsi l'explication de la différence de $+ 18^{mm}$ que nous avons trouvée pour la valeur d' calculée entre les moyennes générales de Vevey et de Genève. Trouvant ainsi la légitimation de cet écart, nous sommes autorisés, pour déterminer le niveau absolu du lac, à choisir les observations de Vevey de préférence à celles de Genève; celles-ci sont en effet altérées au point de vue du niveau du lac par une pente d'intensité variable et dont la correction ne peut être déterminée d'une manière constante.

Mais avant de faire un choix définitif entre les deux séries d'observations, il nous reste encore un point à critiquer. Nous avons constaté un certain nombre d'observations et de moyennes mensuelles divergentes, des écarts assez nombreux entre les chiffres des deux séries, écarts dus à des erreurs de différentes natures, et que nous ne pouvons pas tous corriger. Ils sont assez nombreux et assez importants, dans les premières années surtout, pour ne pas pouvoir être négligés; il est vrai que ces écarts ne sont pas tous de même signe et qu'ils se neutralisent réciproquement en très grande partie; il est vrai aussi que quelqu'importants qu'ils soient individuellement, ils disparaissent presque absolument dans les moyennes générales.

Cependant je désirerais autant que possible en tenir compte, et si je devais rapporter toutes ces erreurs à la série des observations de Vevey, cela diminuerait sensiblement la confiance que j'aurais en la valeur de celles-ci. Comparons donc au point de vue de leur nature et de leur correction les deux séries d'observations.

Les observations de Vevey sont en général bonnes et régulières. Elles ont toutes été faites avec le même instrument et sont en cela très supérieures à celles de Genève pour lesquelles trois limnimètres différents ont été employés. J'ai eu dernièrement l'occasion d'étudier de près la marche du limnimètre de Vevey pendant que j'observais, plusieurs heures durant, les oscillations des seiches de Vevey pour les comparer à celles de Morges. L'instrument est paresseux et ne suit que lentement les dénivellations du lac ; les secousses de sa marche montrent qu'il est fréquemment accroché, et qu'il est loin d'être assez sensible pour l'étude un peu délicate des ondulations du lac. Mais par cela même qu'il est peu sensible aux oscillations accidentelles, je le crois d'autant meilleur pour les observations du niveau moyen du lac; quelque paresseux que soit un instrument de ce genre, il y a toujours de temps en temps quelque secousse (vague de bateau à vapeur, seiche, etc.) qui le décroche alors qu'il est arrêté, et lui fait prendre le niveau moyen de la journée.

De janvier 1851 à décembre 1853 les lectures ont été faites en pouces suisses, demies et quarts de pouces, mode de notation qui est évidemment insuffisamment exact; depuis l'année 1854, une échelle divisée en lignes a été adaptée à l'instrument et les lectures sont ainsi faites en dixièmes de pouce, soit avec une approximation de trois millimètres.

En suivant les registres d'observations, je n'ai pas vu de grands écarts qui me fassent mettre en doute l'exactitude générale des lectures; depuis mai 1870, les notes sont tenues par l'observateur actuel, M. Schobinger, dont j'ai vérifié pour l'année 1876 la très suffisante correction.

Quant aux observations de Genève, elles ont été faites pendant la période qui nous occupe à trois instruments différents : jusqu'au 31 mai 1862, au limnimètre du Grand quai, limnimètre à flotteur établi en 1837 par le général Dufour; du 1er juin 1862 au 31 décembre 1866, à une échelle graduée fixée au mur de l'île Rousseau; depuis le 1er janvier 1867, au limnimètre à flotteur actuel du Jardin anglais.

L'échelle graduée de l'île Rousseau était soumise à toutes les incorrections de lecture des limnimètres à règle qui dans les temps de vagues ne permettent pas une exactitude de plus de 2, 3, 5 et même 10 centimètres près; mais les erreurs de lecture finissent toujours par se compenser pour les moyennes mensuelles.

Le limnimètre du Jardin anglais, qui n'est autre que l'ancien appareil du Grand quai transporté à sa place actuelle lors de la reconstruction des quais de Genève, est un instrument assez délicat, fonctionnant suffisamment, un peu moins paresseux que celui de Vevey, mais dont la marche saccadée en temps de seiches est l'indice de petits arrêts dans le glissement. Le gros accroc de février 1874 est la preuve que des arrêts trop importants peuvent avoir lieu.

L'équation de ces trois limnimètres a été très soigneusement étudiée par M. E. Plantamour, et les moyennes mensuelles qu'il a publiées donnent les lectures rapportées au limnimètre normal. M. Plantamour a très bien

tenu compte de ce que la position de ces trois limnimètres était notablement différente sur le cours du fleuve, et que la pente était différente de l'un à l'autre pour les différentes hauteurs du lac. Au point de vue de la réduction des lectures, ces observations de Genève sont donc excellentes.

Il résulte de tout cela que d'une manière générale nos deux appareils de Vevey et de Genève sont suffisants, mais que des erreurs sont possibles. Rien dans la revue que nous venons de faire ne nous prouve que ces erreurs soient plus nombreuses et plus importantes du côté des observations de Vevey.

Une comparaison attentive des 17 [1] moyennes de Vevey dont l'écart de d' est supérieur à $\pm$ 100 millimètres avec les observations de Nyon et en partie avec celles de Rolle, ne m'a pas fait découvrir d'erreur grave apparente dans la série de Vevey.

D'une autre part une collation des observations originales de Vevey avec celles de Rolle et de Nyon pendant les années 1851 à 1857 où les erreurs accidentelles sont les plus fortes m'a montré que les lectures de Vevey étaient à cette époque faites régulièrement et avec attention. Je n'ai pas reconnu d'écart sensible dans la marche de ces trois limnimètres.

Ainsi donc en admettant des erreurs probables dans quelques moyennes, je n'ai pas de raison pour attribuer ces erreurs plutôt à Vevey qu'à Genève; je n'ai donc pas dans ces erreurs une raison suffisante pour écarter les observations de Vevey.

[1] Sur ces 17 moyennes aberrantes, 9 doivent être attribuées probablement à des variations de la pente. Il ne nous en reste donc que 8 sur 300 pour lesquelles il y a de grosses erreurs probables.

Ainsi donc je suis autorisé à choisir entre les deux séries d'observations pour calculer le niveau absolu du lac, et comme la série de Vevey est à beaucoup de points de vue préférable, que, en particulier, il n'y a pas à lui apporter de correction de pente comme à celle de Genève, c'est à la série d'observations de Vevey que je m'adresserai pour rechercher le niveau moyen du lac Léman.

Il en résulte que la hauteur moyenne du lac obtenue par la méthode directe, en prenant la moyenne des observations journalières de Vevey, sera pour moi préférable à celle que me donne la méthode indirecte en corrigeant les moyennes des observations de Genève.

Nous admettrons donc comme hauteur moyenne du lac de 1851 à 1875 la cote de $1^{m}.468$.

Mais les observations de Genève remontent davantage dans le passé que celles de Vevey; elles embrassent depuis 1838 une période où nous n'avons pas d'observations utilisables dans le Grand lac. Il convient donc d'étendre les données qu'elles nous offrent pour le port de Genève à la hauteur du lac lui-même. Voici comment je suis arrivé à ce résultat:

	m.
Je cherche ainsi que je l'ai calculé plus haut la moyenne des observations de Genève 1851-1875	1.419
La moyenne 1838-1850 étant	1.388
Différence . . .	0.031

que j'ai à retrancher de la moyenne de 1851-1875 pour obtenir la moyenne de 1838-1850.

Or la hauteur moyenne à Vevey de 1851-1875 étant	1.468
j'en déduirai par une soustraction la moyenne de 1838-1850	1.437

et par une règle de proportion la moyenne de
1838-1875 . . . . . 1m.457

Le chiffre de 1m.457 représentant la moyenne de 38 années sera celui que j'adopterai comme étant la cote du niveau moyen du lac Léman dans le milieu du XIXe siècle.

Ce chiffre est très notablement supérieur à celui qu'avait obtenu M. le colonel Burnier en prenant les moyennes de 1843-1853; il est vrai qu'il n'avait pas pu tenir compte de la pente du lac, le nivellement fédéral des bords du Léman n'ayant été exécuté qu'en 1865. M. Burnier était arrivé au chiffre de 1m.310, différence 0m.147.

Ce chiffre est aussi très notablement supérieur à celui que donne M. Plantamour pour la moyenne de 1838 à 1873. Mais ses calculs se rapportant au port de Genève, il était déjà à présumer qu'il y aurait un écart en plus si l'on étudiait le lac lui-même. Nous avons vu comment l'écart dû à la pente du lac s'était augmenté pendant cette période. M. Plantamour était arrivé au chiffre de 1m.403, différence 0m.054.

§ V. — Des variations du niveau moyen du lac, de 1838 à 1875.

Si je divise en périodes de 5 ans les 38 années, de 1838 à 1875, si réunissant ainsi les moyennes annuelles j'en tire la moyenne quinquennale, et si je compare ces moyennes au niveau moyen de 1m.457 de la pente générale, j'obtiendrai des différences intéressantes.

Pour les années 1838 à 1850 j'ai calculé la hauteur du