

<b>Zeitschrift:</b>	Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles
<b>Herausgeber:</b>	Société Vaudoise des Sciences Naturelles
<b>Band:</b>	56 (1925-1929)
<b>Heft:</b>	221
<b>Artikel:</b>	Notice sur la trombe et la crue de la Baye de Montreux du 2 août 1927
<b>Autor:</b>	Lugeon, Jean
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-271634">https://doi.org/10.5169/seals-271634</a>

### **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:** 01.01.2026

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

**Notice  
sur la trombe et la crue de la Baye de Montreux  
du 2 août 1927**

PAR

**Jean LUGEON**

Si cet aimable vieillard qu'était le Dr Christian Bührer<sup>1</sup> avait assisté au beau phénomène météorologique qui réveilla de son long sommeil cette Baye de Montreux dont il connaissait tous les caprices, il en eut sans doute publié ici une remarquable description.

Je crois rendre un petit hommage à la mémoire de ce savant, en exposant à sa place quelques idées sur la marche de ce phénomène qui alarma nos amis du Haut-Lac.

\* \* \*

On sait que la phase initiale de la plupart des phénomènes tourbillonnaires atmosphériques comporte deux courants aériens de direction opposée, qui, par leur confrontation plus ou moins prolongée, entrent finalement en mouvement spiral. Les trombes, semble-t-il, n'échappent pas à ce processus, et, quoique les hypothèses les plus variées aient été faites à leur sujet, je crois que nous sommes ici, justement, dans le cas très simple d'un mouvement tournant à axe vertical, engendré par les vents du secteur NE et NW, formant entre eux un angle obtus.

Les trombes sont beaucoup plus fréquentes qu'on ne serait tenté de le croire, dans la vallée du Léman. Au cours de mes observations météorologiques à Lausanne, dans les années de 1914 à 1920, j'en ai observé trois, conformes aux descriptions qu'en a données Wegener<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> DR CHRISTIAN BÜHRER ; Notice nécrologique par le prof. Dr. E. Wilczek. Actes de la S. H. S. N., 107<sup>e</sup> session, Fribourg, 1926.

<sup>2</sup> WEGENER, ALF. : Wind und Wasserhosen in Europa. Braunschweig, 1917. Voir aussi : CH. DUFOUR, Bull. S. V. S. N., № 23, p. 212, 1887, et F.-A. FOREL, Gazette de Lausanne, 7-9 sept. 1894.

Récemment, le professeur Paul-Louis Mercanton<sup>1</sup> a eu la chance de suivre dans tous ses détails l'évolution d'une trombe au large du littoral de Lutry. Il a même pu en obtenir une excellente reproduction photographique.

Pour autant que j'ai pu l'observer moi-même, ces trombes du Léman prennent naissance au-dessus du lac. Il est rare qu'elles soient « terriennes », cependant que les vieux Lauannois se souviennent encore des inondations causées par le Flon, dont le bassin d'alimentation reçut la visite funeste d'un de ces météores en l'année 1889.

Et certaines parcelles étroites des coteaux de Lavaux, et la Baye de Clarens, n'ont-elles pas été ravagées ces dernières années par des précipitations d'une intensité extraordinaire, rappelant en tous points celles qui accompagnent les trombes?

Il semble que les conditions orographiques de notre Léman favorisent la formation de ces phénomènes. Et l'on serait tenté de croire que les courants locaux parfois simultanés, de la vaudaire, des vents des secteurs W et E-N, ne sont pas étrangers aux causes de ces apparitions spontanées. En effet, lorsque les conjonctures météorologiques continentales sont au foehn depuis 48 heures, au moins, quand le « foehn est mûr pour la pluie », parce que la dépression qui l'appelle se déplace déjà vers l'Est, j'ai pu observer à maintes reprises, au contact de la vaudaire du SE, débouchant avec violence du Valais, et du courant SW longeant la chaîne savoisienne, des îlots nuageux turbulents paraissant s'élancer vers le ciel, en panaches cumuliformes, qui ne tardent pas à s'envelopper dans les masses denses du nimbus. A l'endroit même, où se produisent ces rencontres, le lac soulève des vagues désordonnées, rendant souvent très dangereuse la navigation des gros voiliers de Meillerie.

Quelques millimètres de différence barométrique entre les stations de Sierre et de Clarens suffisent pour donner à ces collisions éoliennes un caractère violent.

Dans son important ouvrage sur les trombes, Wegener signale que la plupart de ces météores impliquent une certaine tranquillité des masses d'air avoisinant la gaine. Ce fait, qui paraît assez général, a été constaté aussi par le professeur Mercanton, pour la trombe du 3 août 1924.

<sup>1</sup> Prof. Dr P.-L. MERCANTON : Die Wasserhose auf dem Genfersee vom 3. August 1924, Sonderdruck aus der Meteorologischen Zeitschrift, Heft 6, 1925.

L'image que j'ai essayé d'esquisser serait en contradiction avec les observations de ces savants. Mais je crois qu'il ne s'agit ici que d'une question de définition et surtout de dimensions.

Si l'air est calme à l'entour du corps cylindrique, l'est-il dans le nuage auquel il semble suspendu? Et ce nuage ne pourrait-il pas s'être condensé adiabatiquement en altitude, par l'existence même d'un mouvement spiral vertical dû à la rencontre de deux courants initiaux invisibles? M. Mercanton dit que la trombe de 1924 était surmontée d'un cumulo-nimbus. Ces îlots, dont je parlais et qui voyagent si souvent près de la surface du lac, dans le Haut-Léman, appartiennent justement à la même famille nuageuse. Ils ne sont d'ailleurs pas seulement l'apanage du Léman. M. Früh<sup>1</sup> les signale également à propos des trombes des lacs de Zoug, Constance et Neuchâtel. Que conclure?

La question reste ouverte. Je distinguerai simplement deux sortes de trombes: l'une conforme aux descriptions livresques et à la définition de Wegener, de dimension restreinte, formée par un nuage, un corps cylindrique de petit diamètre (5 à 50 mètres) et un buisson; l'autre, de dimension beaucoup plus grande, ayant un caractère différent, se rapprochant davantage d'un appareil cyclonique ou d'une tornade en petit, pouvant atteindre jusqu'à 1 ou 2 kilomètres de diamètre.

C'est à ce second type, accompagné souvent d'un « orage local »<sup>2</sup> sans grain ou ligne de grain, que nous avons eu incontestablement affaire le 2 août. Le « cyclone orageux »<sup>3</sup> du 12 juin 1926, qui ravagea le Jura Neuchâtelois, serait dû au même processus, comme d'ailleurs, ces puissants mouvements tourbillonnaires qui forèrent de larges sillons dans les forêts de la région des Diablerets, en 1918.

<sup>1</sup> FRÜH: Wasserhosen auf Schweizer-Seen, Jahresbr. d. Geogr.-Ethnogr. Ges. Zürich, 1907. Voir aussi: FREY, HANS: Die lokalen Winde am Zürichsee. Neujahrsblatt der Nat. Forch. Gesell., Zürich, 1926.

<sup>2</sup> JEAN LUGEON: Gewitterbeobachtungen im Jahre 1925, et Brèves remarques sur le mécanisme des orages de l'année 1925. Annalen der Schw. Meteorologischen Zentralanstalt 1925, Zurich 1927.

<sup>3</sup> CH. GOLAZ et J.-L. HERZOG: Le cyclone orageux du 12 juin 1926. Ann. Schw. Meteo. Zentralanstalt 1926, Zurich 1928. Voir aussi: Notice sur le cyclone du 19 août 1890 en France et à travers la Vallée de Joux, par LOUIS GAUTHIER, Lausanne 1891.

Si les conditions de pression barométrique et de vent sont requises, les vallées des Alpes, comme les marmites de géants des cours d'eau<sup>1</sup>, peuvent être de véritables « moules à tourbillons ».

Le Dr Lütschg<sup>2</sup>, dans son ouvrage magistral sur les précipitations et l'écoulement en haute montagne, signale un cas du plus haut intérêt, où un appareil cyclonique centré sur Sion, le 24 septembre 1920, occasionna de formidables pluies produisant en quelques heures une des plus puissantes crues du Rhône. La phase initiale de ce cyclone enchassé dans la cuvette topographique du Valais, fut aussi la convergence de deux courants de direction opposée, le fœhn du SE et le vent du NW.

\* \* \*

Je ne m'étendrai pas sur les conjectures météorologiques continentales du 2 août. Rarement l'analyse des cartes à petite échelle nous apporte une explication des phénomènes locaux, qui sont par là-même souvent difficiles à interpréter.

Il me suffira de dire que la carte de 13 1/2 h. est, à peu de chose près, semblable à celle de 7 1/2 h., *fig. 1*.

Un anticyclone (765 mm.) couvre la France; le gradient barométrique est faible en général. Une petite dépression sur la Méditerranée (760 mm.), détermine la bise sur le plateau suisse. Au cours de la matinée, le ciel fut peu nuageux et les 14 000 spectateurs de la Fête des Vignerons, à Vevey, quittèrent les estrades à midi, vingt minutes avant l'apparition de gros cumulo-nimbus sur tout le Haut-Lac. Vers 13 heures, quelques rayons de soleil filtraient encore, à travers les masses compactes et menaçantes. Le lac était agité du côté de Villeneuve. A 13 h. 30, à Genève, Lausanne et Fribourg, on notait au sol une bise modérée, ne semblant pas être l'indice d'un prochain orage. Mais pourtant cette bise ne soufflait que dans les couches inférieures de l'atmosphère, car au-dessus du Jura, les nuages se déplaçaient nettement du NW, dans la direction du Léman.

Vers 14 heures, la température avait atteint le chiffre élevé de 27°4 à Clarens et d'assez forts gradients thermiques et ba-

<sup>1</sup> JEAN LUGEON: Contribution à l'étude des phénomènes d'écoulement des cours d'eau. Ext. du Bull. S. V. S. N., vol 53, n° 199, Lausanne 1920.

<sup>2</sup> OTTO LÜTSCHG: Ueber Niederschlag und Abfluss im Hochgebirge. Zürich 1926.

rométriques s'établirent à ce moment-là dans le sens Lausanne-Montreux. La différence de température entre ces localités était de  $4^{\circ}1$  (Lausanne  $23^{\circ}3$ , nuageux; Montreux  $27^{\circ}4$ , couvert); la différence de hauteur barométrique, réduite au même niveau, de 1 millimètre.

Vers 14 h. 10, le vent du NW se lève à Clarens, sur la Station météorologique officielle. Le sage observateur qu'est

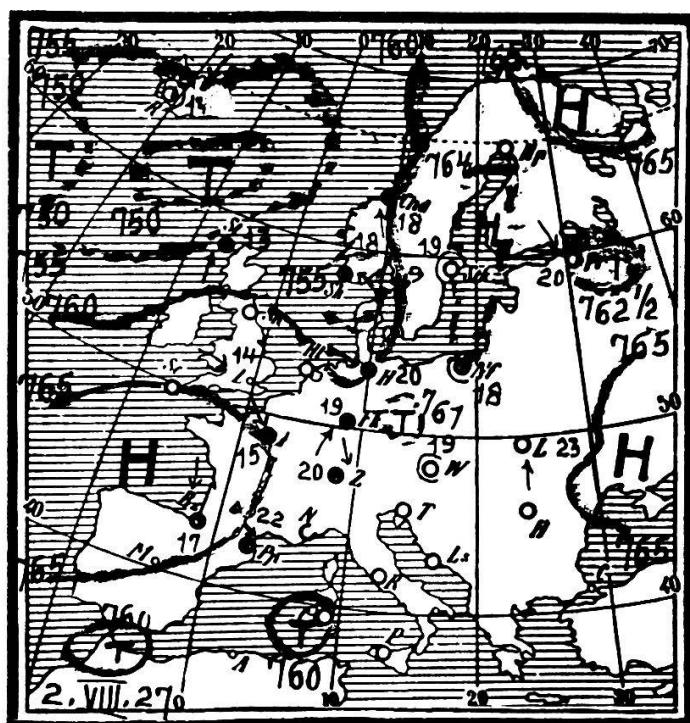


FIG. 4. — Isobares à  $7\frac{1}{3}$  h., le 2-VIII-1928.

M. Thétaz, note d'importantes masses nuageuses noirâtres se déplacant rapidement du NW vers le SE.

Il semblait qu'une sorte de vide d'air sur Montreux appelaît à lui les vents des environs.

En effet, d'après un témoin oculaire, un formidable cumulo-nimbus de forme extrêmement compliquée, se détachant sur un voile d'alto-stratus, emplissait toute la dépression topographique située entre la paroi des Rochers de Naye, Les Avants et le Cubly. Cette masse nuageuse, dont un pédoncule incliné s'étendait jusqu'au-dessus du lac, avait l'air de s'élever en tournant sur elle-même, avec une certaine rapidité. Le ciel devint très sombre et le tonnerre éclatait de toutes parts. Il pleuvait sur les montagnes de Savoie qui disparurent rapidement dans le brouillard. Sur le littoral de Chillon, la vau-

daire, débouchant avec intensité du Valais, soulevait d'énormes vagues. A 14 h. 45, c'était un véritable cyclone centré dans la région des Planches, auquel on avait affaire. Le vent s'engouffrait littéralement dans les gorges du Chaudron et le mouvement tourbillonnaire de grande envergure, qui inquiétait toute la région, ne tarda pas à se concentrer sur une bande étroite, parallèle au thalweg de la Baye de Montreux, et courant le long des parois des Rochers de Naye, de la Dent de Merdasson, de Jaman, jusque sous les flancs de l'arête des Verraux. C'est là surtout que se dépensa l'énergie, comme je l'expliquerai plus loin.

Selon les descriptions de nombreux témoins de Clarens, ce phénomène particulièrement intense et très localisé, comme isolé au sein de l'orage général, avait peu après 15 heures toutes les apparences d'une trombe de plusieurs centaines de mètres de diamètre, se déplaçant du sud vers le nord de la vallée, en tournant sur elle-même. Elle semblait s'envelopper dans l'épaisseur des nues, d'où tombait une pluie d'une densité extraordinaire. A 15 h. 45, après avoir longé les flancs de Naye et des Verreaux, elle mourait au delà de l'arête de la Cape au Moine, détruite par les courants d'altitude.

L'idée qu'une trombe se serait enroulée, en quelque sorte, autour du centre d'un petit appareil cyclonique, formé sur la région de Montreux, est admissible. Au début, le centre du cyclone se trouvait probablement sous le cumulo-nimbus; il formait une sorte de cheminée par laquelle s'élevaient rapidement vers le ciel, selon un mouvement spiral, les masses humides près du sol.

Comme le débit d'air n'était pas suffisant pour alimenter ce tourbillon encerclé de montagnes élevées, il ne put se combler sur place, mais s'éleva rapidement en se creusant.

Deux phases sont donc à distinguer, dans ce phénomène météorologique: 1<sup>o</sup> le cyclone orageux, qui se forma sur le haut lac; 2<sup>o</sup> la résorption de ce cyclone, qui, en se comprimant, concentra son énergie sur une plus petite surface. Le mouvement spiral centripète se trouvant ainsi accentué pour des raisons purement orographiques, paraît avoir eu toutes les apparences d'une trombe.

Cette interprétation doit être justifiée.

Si le processus de la trombe individualisée au sein du cyclone orageux est plausible, comment expliquer la phase ini-

tiale de tout le phénomène? Pourquoi la Baye de Montreux a-t-elle été le théâtre d'une apparition météorologique presque catastrophale?

Plusieurs conditions thermiques et dynamiques semblent s'être rencontrées simultanément.

#### *Influences continentales.*

On sait que sur le bord des anticyclones, d'après les études récentes des écoles françaises et norvégiennes, les couches inférieures de la troposphère sont presque toujours en état d'instabilité. L'air qui appartient dynamiquement à un corps anticyclonique et qui par-là même devrait, semble-t-il, avoir une composante verticale descendante, est souvent contrarié dans son mouvement naturel par le frottement des filets d'air voisins, se déplaçant sous l'influence du centre de basse pression. Il naît parfois de véritables petites dépressions satellites, sur la marge des anticyclones, sans toutefois qu'elles puissent subsister longtemps.

C'est dans ces régions de l'atmosphère que l'on note au cours de l'été la plus grande fréquence d'orages.

En Suisse, le mouvement convectionnel est particulièrement intense, à l'endroit même où les surfaces isobariques, représentant la distribution des pressions en altitude, changent nettement de courbure.

Dans la région anticyclonique, ces surfaces d'égale pression sont convexes vers le ciel, dans la région cyclonique, elles sont concaves vers le ciel. En calculant ces courbes par les observations de montagne, on voit que Montreux se trouvait précisément le 2 août sous la zone d'infexion. De plus, la bise sur le plateau suisse « soufflait divergente », selon l'expression de Guilbert, par rapport au centre de haute pression. L'instabilité était donc grande dans les couches inférieures.

#### *Influences thermiques.*

La Baye de Montreux est à l'abri de la bise grâce au barrage que lui oppose la chaîne des Préalpes externes.

Au cours de la matinée, l'air calme put donc s'échauffer là davantage que sur le plateau. C'est une des causes qui détermina le gradient barométrique W-E, favorisant ainsi la naissance d'une dépression dans le Haut-Léman.

D'autre part, dans le calme matinal, l'air emprisonné sous le voile d'alto-stratus, se chargea d'humidité, empruntée en partie au lac, mais surtout au sol gonflé d'eau, par les fortes pluies des jours précédents. Fatalement, cet air humide, en gravissant les flancs des montagnes, devait se condenser, non sans que ce changement d'état ne fût accompagné de manifestations électriques.

### *Influences orographiques.*

Mais une cause purement dynamique accentua dans de larges mesures la phase initiale du phénomène.

Par un heureux concours de circonstances, les observateurs de Château-d'Oex et de Leysin notèrent la direction des nuages à 13 h. 1/2. Ils se déplaçaient assez rapidement, émanant du N-E. Au sol, vent faible variable, ciel nuageux. Or, à la même heure, les nuages du même étage filaient du N-W, au-dessus de Clarens. La naissance d'un tourbillon devenait certaine.

En effet, si l'on reporte les directions de ces vents sur une carte, on s'apercevra que leur ligne de confrontation passait selon toute probabilité au-dessus du bassin de la Baye de Montreux.

Les conditions initiales d'un cyclone furent ainsi réunies simultanément.

Sur l'arrière de la chaîne des Rochers de Naye, formant jusqu'à ses confins une sorte de barrage au courant du N-E, que décelait le fracto-cumulus ou le cumulo-nimbus vers 2000-2500 mètres, une dépression d'air, analogue à la bulle qui s'attache à la paroi aval d'un déversoir de Bazin se logea dans les flancs de Jaman. Car, manifestement, la bise qui soufflait sur les Alpes Vaudoises devait, comme l'eau du torrent gravissant un obstacle, en redescendre pour rejoindre le défilé de Genève. Mais ce courant du N-E en altitude, fut donc interrompu brusquement dans sa course, par celui du N-W. Les filets d'air d'origine et de température différentes, finirent par s'enlacer et tourbillonner au pied même de l'obstacle qui les séparait.

Ce brassage ne s'est pas nécessairement opéré selon l'image théorique du tourbillon vertical. Je crois, au contraire, qu'avant la formation de la trombe proprement dite, dont l'axe, sem-

ble-t-il, était vertical, les trajectoires des filets d'air accusèrent les formes les plus compliquées. C'était tantôt un appel sous Jaman, tantôt un reflux d'air, un mouvement désordonné, dans cette vaste anfractuosité de montagnes. Des détails précis manquent sur la direction des vents, dans le bassin de la Baye.

Cette interprétation satisferait à la fois les deux théories, thermique et mécanique, de la formation des trombes.

*Quelques témoignages.*

Selon les renseignements fournis par de nombreux témoins oculaires, l'intensité maximum du phénomène se produisit aux environs de 15 h. 10, dans la région inférieure du canal d'écoulement, à la cote 500 mètres, et dans la Veraye; vers 15 h. 30 dans le bassin de réception, au delà du pont de Jor, à 1000-1300 mètres.

Voici ce qui nous est rapporté sur la trombe elle-même et la crue qu'elle détermina<sup>1</sup>:

« Une trombe, telle qu'on ne se souvient pas d'en avoir vu de semblable, s'est abattue hier après-midi, peu après 3 heures, sur la région de Montreux. Localisée au-dessous des Rochers de Naye et de ses contreforts où prennent naissance la Veraye et la Baye de Montreux, les deux torrents qui servent de frontière à nos communes, elle a sévi avec une intensité telle que la contrée, en un clin d'œil, fut littéralement inondée.

» Grossis démesurément, au point que leur lit ne suffisait plus à les contenir, les deux ruisseaux, dont la différence de niveau entre leur source et leur embouchure est de 1500 mètres à peu près, roulèrent comme une poche qui se vide, emportant sur leur passage, avec des rocs et des arbres déracinés, le produit de nombreuses coupes de bois, effectuées dans les régions forestières qu'elles traversent.

» Ce fut tragique. La ruée vers le bas fut si rapide, si effroyable aussi, que le lac, en un clin d'œil, se trouva sur une distance de 300 mètres recouvert de bois. Il y avait là des billons de sapin, des planches, des arbres entiers, des troncs informes, arrachés avec des racines, sans compter des débris de toutes sortes, laissés dans la forêt par les bûcherons.

» Les dégâts sont immenses. Sur la Baye de Montreux, dont les ouvrages qui l'endiguent ont résisté jusqu'à présent à la

<sup>1</sup> D'après la Feuille d'Avis de Montreux du 3-VIII-1927.

poussée, on vit des ponts instantanément bloqués et embouteillés.

» Le torrent se frayait un passage sur le pont de la Corsaz, qui heureusement résista, inondant les rues avoisinantes, descendant comme une rivière à travers le passage à niveau de Crin, l'avenue Nestlé, la ruelle du Voignard, entrant dans les caves, les rez-de-chaussées, souillant de boue tout ce qu'il trouvait. Plus haut, il s'infilttrait dans la fabrique de glace, déposant dans la cour de cet immeuble près de 2 mètres de terre et de cailloux. La force de l'eau fut si forte, qu'une automobile qui stationnait là, ainsi qu'un char à pont, furent emportés et roulés fond sur fond. Plus bas, c'était plus terrible encore: sous la poussée de l'eau charriant ceux des troncs que rien n'avait retenu jusque-là, le pont qui fait quai à l'embouchure même de la Baye était emporté au lac. »

D'autres témoins interrogés le 4 août me dictèrent les traits caractéristiques suivants:

Un fruitier: « J'ai soixante ans, j'ai toujours vécu dans ces montagnes, mais jamais de ma vie je n'ai assisté à un cataclysme de cette nature. En dix minutes, j'ai vu d'immenses rigoles rouler des troncs et des broussailles et de la terre en bas Jaman; ça giclait de toutes parts et ça faisait un bruit si formidable que je me sentais mal... »

Un bûcheron: « Le ciel est devenu noir comme de l'encre au moment où je m'apprêtais à rentrer. J'ai juste eu le temps de m'abriter, alors que le tonnerre hurlait et que quelque chose de difforme passait avec vitesse devant nous. »

» Un moment après 4 heures, le soleil s'étant montré, on voyait comme un ruisseau d'argent descendre toutes les pentes des Rochers aux Verraux. »

### *Précipitations.*

Il n'est pas facile de se faire une idée sur la hauteur des précipitations tombées au cours de ce phénomène et la chose est pourtant importante, pour reconstituer la brève histoire de la crue.

M. Marius Thétaz, le sympathique jardinier du cimetière de Clarens, qui assistait, à distance, à l'orage, eut la bonne idée de mesurer la pluie, sitôt après le passage du maximum. Il recueillit 15,5 millimètres en 20 minutes environ, soit

0,8 millimètre-minute, ce qui n'a rien d'impressionnant, si l'on sait qu'au cours de gros orages on a noté jusqu'à 4,5 millimètres-minute<sup>1</sup>. Mais Clarens est à 4 kilomètres de la trombe et tout laisse croire, qu'en ce dernier endroit la pluie attei-

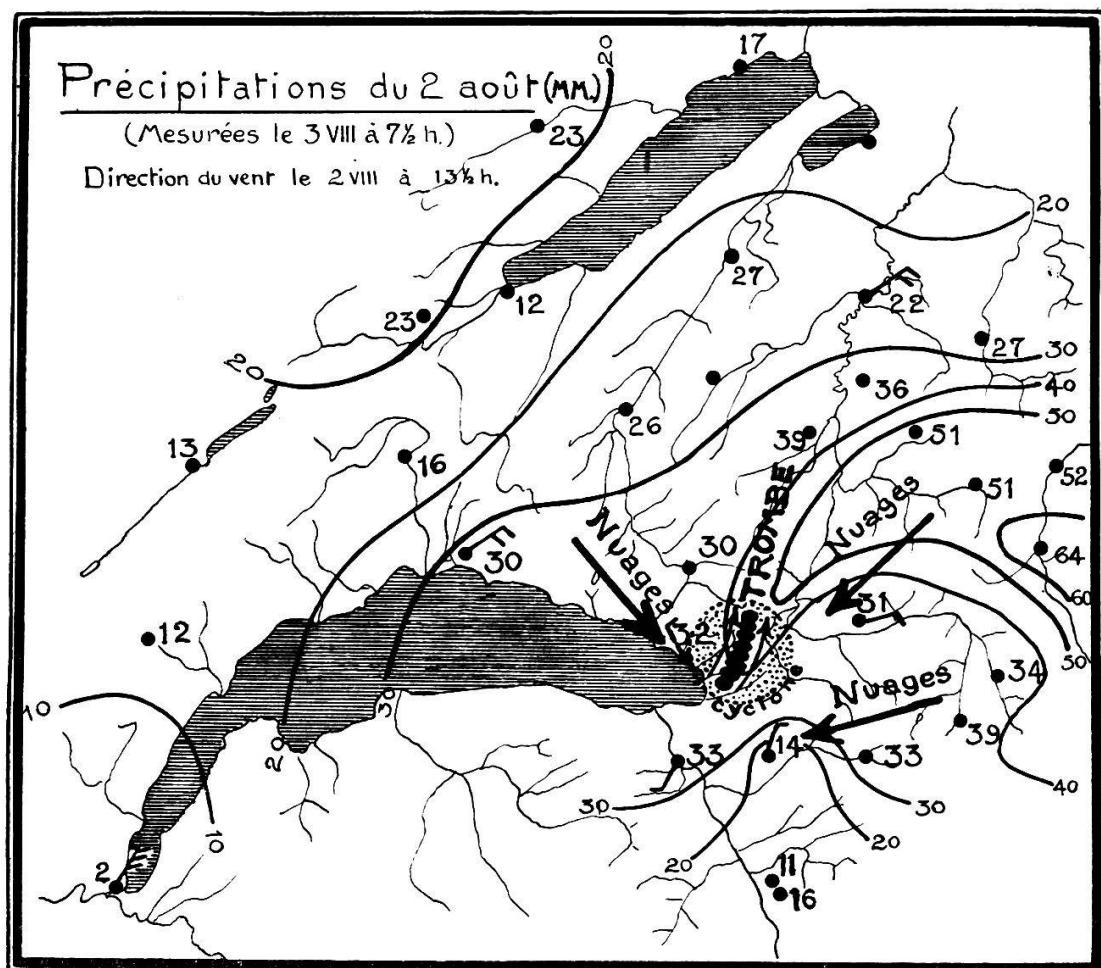


FIG. 2.

gnit 60 millimètres, pour les 15 minutes apparentes que dura le phénomène.

Sur la petite carte, *fig. 2*, j'ai dessiné les isohyètes de la journée du 2 août (précipitations de 24 heures mesurées le 3 août, à 7 h. 1/2). On y voit un maximum très net de 50 millimètres, de forme elliptique, qui s'étend de la vallée de la Jigne jusqu'à la Baye de Montreux. Le grand axe de cette

<sup>1</sup> J. MAURER : Regenkarte der Schweiz. Täglichen Niederschlagsmessungen, Jahrg. 1908, Zurich. L'auteur donne les chiffres suivants : St-Gall, 25 juin 1888; 8,9 mm. en 2 minutes, soit 4,45 mm/minute. Bâle, 28 juillet 1896; 22,3 mm. en 5 minutes, soit 4,46 mm/minute. En outre : St-Gall, 1-IX-1881, 250 mm. Sihlwald (Zurich) 25-VII-1887, 125 mm. en 90 minutes.

ellipse est orienté normalement au courant N-W, qui remplaça définitivement la bise, en fin de journée. Cette image fait penser qu'une *pluie d'interférence* a exagéré les valeurs des précipitations orageuses.

J'ai observé de nombreuses fois en Suisse romande, plus rarement en Suisse allemande, que les condensations quasi spontanées ou « accidentelles », dues à la rencontre d'un courant de bise et d'un vent émanant du secteur ouest, provoquent des averses à grosses gouttes d'une intensité tout à fait exceptionnelle. Les Alpes fribourgeoises semblent être géographiquement situées dans une de ces « régions météorologiques » où les pluies d'interférence sont assez fréquentes. C'est là d'ailleurs, un fait dynamique qui pourrait expliquer le maximum moyen annuel de précipitations, qui s'étend des Vanils à Naye et Palézieux.

Ces pluies d'interférence se détachent d'ailleurs aussi d'une discontinuité, dont le mouvement de l'ouest à l'est est freiné et finalement bloqué par la bise dont la couche mince, au sol, s'enfle petit à petit en altitude, de par le creusement de la dépression méditerranéenne.

Il semble justement, dans notre cas, que ce dernier phénomène soit venu se greffer sur l'orage. L'axe, soit le coin inférieur de la dite discontinuité, en forme de *V*, planait vraisemblablement, à l'altitude de 2500-3000 m. et passait par-dessus le Chablais, le Haut-Léman, le Moléson et la Dent de Brenlaire<sup>1</sup>.

Cette raison à elle seule aurait pour conséquence une précipitation de 100 mm. en 24 h., dans le bassin de réception de la Baye.

Aurait-on pu calculer ces chiffres d'après la loi de variation parabolique des précipitations avec l'altitude, en partant des observations de la plaine? Je ne saurais me prononcer, car nous sommes dans un cas de grande turbulence. Néanmoins, il est intéressant de se faire une idée de la répartition la plus probable des précipitations le long du thalweg.

Le gradient vertical moyen de pluviosité, entre Clarens et

<sup>1</sup> Cette ligne de discontinuité, en se déplaçant parallèlement à elle-même dans la direction de la Suisse allemande, provoqua de formidables orages en Argovie, à Lucerne et dans les Alpes Centrales. De nombreux arbres furent déracinés sur tout le Plateau au delà de la Sarine. Trois grands avions de transport durent atterrir en plein champs, vers la fin de l'après-midi.

Naye est de 46 mm. pour 100 mètres de différence d'altitude, d'après les valeurs moyennes suivantes:

	<i>Altitude</i>	<i>Pluviosité</i>
Clarens	380 m.	1070 mm.
Les Avants	970 m.	1580 mm.
Naye	1970 m.	1800 mm.

On sait qu'en temps d'orage, le gradient croît souvent du simple au double ou même au triple entre la plaine et la montagne. A supposer, puisque nous avons affaire ici, à un cas réellement anormal, que ce gradient soit  $2\frac{1}{2}$  fois supérieur à la valeur moyenne, on trouverait, d'après les observations de M. Thétaz, qu'à l'altitude de 1500 m., il est tombé 60 mm. pendant  $\frac{1}{4}$  d'heure, et 135 mm. pour tout le phénomène.

#### *La crue.*

La Baye de Montreux est un torrent de 8,5 km. de longueur coulant en partie dans le lias et le glaciaire, terrains d'une manière générale imperméables. La pente varie de 10 % au niveau de base, à 40 % à l'altitude de 1265 m., goulot du bassin de réception, qui forme un palier à 7 %. Les sources se trouvent sur un versant à 27 %, sous la Cape au Moine (1944 m.). Superficie du bassin d'alimentation total arrêté aux Planches: 14,4 km<sup>2</sup>.

La Baye est sinuuse sur tout son parcours. Elle se dirige du nord au sud, sous la Cape au Moine et la Dent de Jaman, puis vers Jor son cours s'infléchit et conserve la direction sud-ouest jusqu'à son embouchure dans le lac. A la sortie des gorges du Chaudron et à travers la ville, elle coule dans un lit artificiel en moellons maçonnés.

Les versants sont inclinés et tous les affluents sous l'arête des Verraux ont une pente très forte. Si la pluie est particulièrement intense dans ces régions supérieures, le ruissellement est actionné presque simultanément et le débit de la Baye en subit les effets quasi immédiats. Par contre, le flux des ruisseaux drainant les Dents de Jaman et de Merdasson arrivera avec un léger retard au collecteur. Il en est de même pour les torrents affluents de la Bergière et des Vaunaises.

Voici, d'après des autres témoins, quelle a été probablement la marche de la trombe et l'écoulement.

Peu après 15 h., la Baye, déjà passablement grossie par les fortes pluies orageuses des jours précédents, commença à rouler ses énormes paquets d'eau.

Vers 15 h. 10, toute l'énergie de l'orage se concentra sur les flancs de la Dent de Merdasson; la trombe surgissant spontanément du bassin de la Veraye, escalada les hauteurs de Caux. Elle tourna sur elle-même avec une prodigieuse vitesse, précipitant au sol, sur une large surface, de véritables cataractes. Tout le versant qui s'étend de Caux aux Verraux se transforma en une cascade unique, alors que la trombe avançait à raison de 3 m./seconde, dans la direction du bassin de réception.

À 15 h. 15, la trombe atteint son paroxysme; elle apparaît sous le col de Jaman comme une colonne massive et ruisseante, aspirant au ciel un torrent d'eau.

À 15 h. 20, le rideau de ténèbres se déchire déjà sur Caux, tandis que la trombe se rue sur le bassin de réception de la Baye, à la hauteur de la Cape au Moine. Puis elle disparaît.

Mais dans le fracas infernal du tonnerre, la pluie continue à tomber, extrêmement serrée, et vers 15 h. 40, seulement, on a l'impression qu'un apaisement va se produire. En effet, l'orage diminue d'intensité, la température a beaucoup baissé, la pluie devient plus fine, il fait moins sombre, des brouillards adhèrent aux versants.

À 15 h. 55, le cyclone peut être considéré comme terminé. Il pleut encore, mais le plafond nuageux s'élève lentement, et les roulements lointains du tonnerre se font plus rares.

À 16 h. 1/4, le calme est réapparu, et l'on peut voir des Avants et de Sonloup l'aspect lamentable des forêts. Dans toute la région, mais spécialement dans la zone comprise entre la Tête du Paccot, en Jor et Jordils, d'innombrables sapins jonchent le sol, couchés par la furie des vents.

Le niveau des eaux de la Baye, dans les gorges du Chaudron, a suivi à deux ou trois minutes près, la marche de l'orage; on ne saurait parler d'un plus long retard, car l'onde principale de la crue atteignit son maximum en 10 minutes.

L'étaie encadrant la pointe dura vraisemblablement 20 minutes, c'est-à-dire le temps que mis la trombe pour sillonna longitudinalement toute la vallée.

La décrue s'est opérée avec lenteur; elle a suivi d'abord le débit instantané de la pluie, puis a diminué progressivement.

Mais dans la soirée, la Baye avait encore un caractère très menaçant.

Si l'on admet que la vitesse superficielle des eaux atteignit au gros de l'orage 10 km./h. dans le lit, ce qui est possible, on constate qu'avant même que l'orage ait diminué d'intensité, les eaux du goulot du bassin de réception étaient déjà au sommet du cône de déjection à 5,5 km. de distance et 700 m. plus bas. C'est là une des raisons orographiques pour laquelle la crue eut un caractère catastrophal.

Le torrent dut presque d'emblée remplir son lit mineur en roulant des blocs énormes, des débris de toutes sortes, dont je pus voir la trace fraîche le 4 août. La boue avait atteint par place 6 m. au-dessus du lit majeur.

Pendant la décrue, de gros dépôts se sont formés, surtout dans la partie supérieure du cours. On en signale d'importants au voisinage du Pont Bridel. Ces sortes de barrages naturels n'ont guère pu persister longtemps. Ils se déformaient constamment, selon le processus habituel des cours d'eau torrentiels.

Les pompiers déblayant le lit me contèrent que le 3 août, un des plus gros amas de galets, près du pont de la route cantonale, glissa et se démembra en quelques minutes, par l'arrivée inattendue d'une vague.

J'évalue grossièrement à 70 000 m<sup>3</sup> le matériel meuble transporté ou déplacé par la crue, sur tout son parcours.

Le 4 août au matin, j'ai pu compter sur le lac, entre Rivaz et Vevey, une centaine d'épaves de gros sapins, troncs et billons descendus par la Baye. On m'assure que le jour du désastre, le lac était « noir de débris » à l'embouchure. C'est dire l'étendue des ravages, dont font foi les témoignages cités plus haut.

### *Débits.*

Voici quelques chiffres du débit probable des eaux.

La partie des précipitations qui contribue directement à l'écoulement est en général faible, parce que le sol, grâce à sa grande capacité de rétention, dérive la pluie et la conduit vers le collecteur par les voies souterraines.

Du début d'une chute de pluie, jusqu'à l'infexion de la courbe limnigraphique, il s'écoule toujours un espace de temps,

fonction d'ailleurs de la densité de la pluie. Cet instant sera réduit à peu de chose: *a*) pour les précipitations très denses des crages, dont le débit dépasse le pouvoir d'absorption du sol; *b*) si la période qui a précédé la chute de pluie considérée fut humide, le sol étant alors plus ou moins saturé d'eau; *c*) si la pente du bassin est forte.

Ces trois conditions étaient réalisées simultanément dans notre cas. Il était tombé le 1<sup>er</sup> août 21 mm. de pluie à Clarens, et les jours précédents étaient humides. On peut dire que les pores du sol forestier, et toutes les cavités regorgeaient d'eau. Elles n'en pouvaient donc plus admettre en cas d'orage; l'eau devait dévaler sur les versants inclinés.

Pour une période de durée déterminée, la formule hydrologique générale s'écrit:

$$H = P - E + (I' - I)$$

*H* est la hauteur d'écoulement, *P* est la précipitation mesurée, *E* est le terme perte nette, dans lequel est incorporé l'évaporation hydrologique et les apports par condensation, *I'* est la réserve d'eau dans le sol au début de la période considérée, et *I* à la fin de celle-ci. Ces valeurs sont réparties sur tout le bassin représenté par son centre de gravité hydrologique.

En dérivant cette expression par rapport au temps, on obtient le débit de l'écoulement, *en régime établi*; par exemple, en supposant que l'étalement de la crue, suive d'une manière continue le débit de la pluie, homogène sur tout le bassin considéré.

Je n'entre pas dans les détails compliqués qui résultent du développement de cette formule, en tenant compte des équations différentielles de Porchet et des lois de l'écoulement souterrain de Maillet. Ces méthodes de calcul sont exposées dans un ouvrage spécial<sup>1</sup>, et font l'objet de ma théorie des moments d'infiltration.

D'après les variations du coefficient d'écoulement, selon l'altitude, et à l'aide des considérations précédentes, j'arrive à la conclusion que 3 minutes après le commencement de la pluie, le « ruissellement immédiat » était amorcé sur tous les versants de la Baye.

<sup>1</sup> JEAN LUGEON: Le cycle des précipitations atmosphériques. Thèse de doctorat soutenue à l'Ecole polytechnique fédérale en 1927.

C'est à 15 h. 08, vraisemblablement, que le début de l'onde de crue avait atteint le sommet du cône de déjection, c'est-à-dire l'entrée du canal maçonné, aux Planches. Dès lors, la presque totalité des précipitations de la trombe atteignit le collecteur général.

Pendant les 10 minutes suivantes, l'évaporation se réduisit à fort peu de chose, le déficit hygrométrique de l'air étant presque nul, à cause de l'humidité intense et des brouillards. Pendant cette phase, le sol aurait peut-être même gagné de l'eau, par l'apport supplémentaire des condensations occultes.

Cette dernière thèse ressort de calculs analogues, faits avec les courbes limnigraphiques du Service fédéral des Eaux.

La pluie n'ayant cessé que tard dans la soirée, ou au début de la matinée, j'arrête mes calculs à l'observation pluviométrique, de  $7\frac{1}{2}$  du matin, le 3 août.

Voici, très approximativement, les volumes d'eau en présence: je suppose que la trombe, d'après les traces qu'elle a laissées, avait 1 km. de diamètre en moyenne<sup>1</sup>. Le volume total de pluie qui s'en détacha vaudrait ainsi pour tout son parcours:

$$5,5 \text{ km}^2 \times 60 \text{ millimètres} = 330\,000 \text{ m}^3,$$

tombés en 20 à 25 minutes.

Sur le reste du bassin, il est tombé pendant le même espace de temps:

$$8,9 \text{ km}^2 \times 30 \text{ millimètres} = 267\,000 \text{ m}^3,$$

soit au total:  $P = 597\,000 \text{ m}^3$ , admettons  $600\,000 \text{ m}^3$ .

La densité moyenne de la pluie pour *tout* le bassin atteignit donc la valeur élevée de 2,5 mm./minute.

Dans les conditions de pente et d'altitude de la Baye, un chiffre aussi considérable, implique pour le ruissellement immédiat, un coefficient d'écoulement moyen de 85 % après 3 minutes. La perte par évaporation, au cours de ces 25 minutes, n'aura pas dépassé 2 % du volume  $P$ , soit 18 000 m<sup>3</sup>. Les infiltrations I seront donc 13 %, soit 78 000 m<sup>3</sup>.

A supposer qu'avant l'orage, le débit de la Baye, alimentée par les sources, fut de 2 m<sup>3</sup>/seconde — et je ne suis pas

<sup>1</sup> Le diamètre total du cyclone-orageux du Jura neuchâtelois le 12 juin 1926 atteignit en moyenne 1,5 km. La gaine de la trombe proprement dite ne dépassa probablement pas 600 m. (D'après le relevé topographique du pasteur J.-L. HERZOG, *loc. cit.*)

modeste — je trouve pour les infiltrations  $I'$  à reporter au passif du bilan hydrologique, un volume écoulé :

$$I' = 2 \text{ m}^3/\text{seconde} \times 25 \text{ minutes} \times 60 \text{ secondes} = 30\,000 \text{ m}^3.$$

A la fin de la trombe, l'écoulement à reporter à l'actif valait donc :

$$H = 600\,000 - 18\,000 + (30\,000 - 78\,000) = 534\,000 \text{ m}^3.$$

En supposant une vitesse moyenne des hautes eaux du torrent de 4 m./seconde, vitesse qui se justifie facilement, la dernière partie du volume  $H$ , aurait atteint le cône de déjection à 16 h., juste une heure après le début de la catastrophe. Le débit moyen correspondant vaudrait  $148 \text{ m}^3/\text{seconde}$  au cône, sans compter, bien entendu, le volume occupé par les matériaux charriés, que l'on peut évaluer à 20 % de ce chiffre, par instant.

Quel est le débit maximum d'écoulement, au gros de la crue? D'après les diagrammes de crues d'orage publiés par Engler<sup>1</sup>, pour ses célèbres expériences hydrologiques de l'Emme, on peut estimer que le débit maximum, qui a été atteint vers 15 h. 20, ne s'est maintenu que quelques minutes. Il avait environ 2,5 fois la valeur moyenne de l'écoulement total, c'est-à-dire  $370 \text{ m}^3/\text{seconde}$  au cône de déjection.

Ce chiffre paraît formidable, si on le compare à celui du Rhône à Genève, qui en grosses eaux débite  $600 \text{ m}^3$ . Mais il n'est certainement pas exagéré.

Les conséquences destructives de cette crue, tout à fait anormale, s'expliquent ainsi facilement. Le tirant d'air de la plupart des ponts construits sur la Baye, n'était pas prévu pour laisser passer un pareil tonnerre d'eau, selon l'expression de Surell: embouteillages, obstructions, barrages, ensablements, etc., se produisirent en maints endroits. Une passerelle métallique du chemin de fer M.-O.-B., de 11 mètres de longueur et pesant 10 tonnes, située à l'entrée du tunnel de Jaman, fut enlevée comme un «fétu de paille», par une force horizontale que l'on peut évaluer à plusieurs dizaines de tonnes.

Au droit d'un des ponts de maçonnerie en aval de la fabrique de glace, à Montreux (avenue des Alpes), où la Baye se

<sup>1</sup> ARNOLD ENGLER : Untersuchungen über den Einfluss des Waldes auf den Stand der Gewässer. Zürich 1919.

trouve profonde et encaissée, j'ai pu observer, le 4 août, d'après les stries de sable adhérant au radier général, que la hauteur d'écoulement en cet endroit, avait atteint environ 4 mètres. Ce chiffre confirme le débit de  $370 \text{ m}^3$ , pour une vitesse de 15 m./seconde, ce qui est parfaitement admissible eu égard à la pente et à la régularité du lit d'une largeur de 8 m.<sup>1</sup>.

En temps ordinaire, la hauteur de l'eau n'est que de 10 à 20 centimètres sous le pont.

Il est intéressant, aussi, d'établir un parallèle entre le débit de la crue et le régime d'écoulement moyen de la Baye de Montreux.

Le module d'écoulement moyen annuel,  $H = P - E$  ( $P$  = précipitations,  $E$  = évaporation), appliqué au centre de gravité hydrologique du bassin total, à l'altitude de 1000 m., est approximativement :

$$H = P - E = 1500 - 640 = 860 \text{ millimètres.}$$

La précipitation  $P = 1500 \text{ mm.}$  est déterminée par un procédé graphique et l'évaporation  $E = 640 \text{ mm.}$  est calculée à l'aide de ma « formule de transposition » (loc. cit.).

Ces 860 mm. correspondent à un coefficient d'écoulement de 57 %, soit à un débit moyen annuel à l'embouchure du cône de déjection, de  $0,393 \text{ m}^3/\text{seconde}$ .

*Le débit de la pointe de la crue fut donc environ 1000 fois plus intense que le débit moyen annuel.* C'est formidable, et cela prouve le « degré de torrentualité » aiguë de la Baye de Montreux.

Ces chiffres démontrent aussi combien il était peu logique de construire des ponts trop surbaissés, sur un pareil cours d'eau. Et les conséquences en furent d'autant plus graves que la « toilette forestière » laissait à désirer le long du lit.

Il faut relever les ponts, débroussailler le lit périodique-

<sup>1</sup> Pour la section d'écoulement de  $25 \text{ m}^3$  envisagée, le rayon hydraulique est 1,56. L'application des formules de Bazin, Mougnié, Ganguillet et Kutter, confirment mes chiffres. Il aurait pu passer sous ce pont un volume de  $500 \text{ m}^3/\text{seconde}$  en tous cas, comme je m'en suis rendu compte, après avoir levé moi-même le profil.

Par contre, les autres ponts en amont, ainsi celui de la route des Anciens-Moulins, sous le grand viaduc métallique des Planches, devaient fatallement être embouteillés. On le démontre sans peine en appliquant la formule de Bazin. La pente était trop faible et la vitesse par conséquent insuffisante, pour que la force vive permette aux gros galets de traverser.

ment, car 13 accidents pareils sont possibles en 1000 années, comme il ressort du calcul des probabilités.

Mais on ne peut faire un grief à nos amis du pays des narcisses. Ils ont été durement frappés par une injuste révolte de la nature. C'est un avertissement.

Le torrent de verdure qui descend de leurs montagnes est drainé par un cours d'eau capricieux.

*Lausanne et Zurich. le 23 juin 1928.*