

Zeitschrift: Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Herausgeber: Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Band: 18 (1882)
Heft: 88

Artikel: Étude sur les orages de grêle dans le canton de Vaud
Autor: Dufour, Henri
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-259624>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 06.02.2025

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

É T U D E

SUR LES

ORAGES DE GRÊLE DANS LE CANTON DE VAUD

par **HENRI DUFOUR**

professeur de physique à la Faculté des Sciences de Lausanne.

1^{er} mémoire. — Année 1881.

Avec 1 planche et 1 carte.

Il est peu de phénomènes météorologiques qui aient aussi vivement attiré l'attention des observateurs que celui des orages de grêle. La formation de quantités abondantes de glace dans les journées les plus chaudes de l'été, la forme, souvent bizarre, de ces grains de glace, la marche capricieuse des colonnes de grêle, les relations qui existent entre la formation de la grêle et les phénomènes électriques qui l'accompagnent, sont autant de sujets d'étude qui sont loin d'être connus.

Les causes de cette ignorance sont multiples; les phénomènes qu'il s'agit d'étudier sont très complexes, les connaissances que nous possédons sur la météorologie des hautes régions de l'atmosphère sont encore très peu nombreuses; enfin, l'étude de l'électricité atmosphérique n'a jusqu'ici été faite d'une manière continue et régulière qu'en un petit nombre de lieux. L'absence de toutes ces données explique pourquoi on ne possède aucune théorie satisfaisante de la formation de la grêle. Mais à toutes ces ignorances il faut ajouter celle dans laquelle nous sommes ordinairement des phénomènes mêmes qui constituent les orages de grêle, ignorance qui tient peut-être à ce qu'on a étudié ordinairement après l'orage les chutes de grêle remarquables par leur étendue ou par leur violence. Les monographies d'orages ont été faites en recueillant, plus ou moins longtemps après le désastre, les renseignements dont les témoins oculaires avaient encore le souvenir. Ce mode de procéder, employé par plusieurs auteurs, a permis d'accumuler déjà nombre de résultats précieux, épars dans diverses publications, mais il ne suffit pas. Il nous a semblé que pour arriver à quelques renseignements positifs sur les orages de grêle, et sur les circonstances qui accompagnent ce phénomène, il importait d'opérer différemment et d'adresser à

un grand nombre d'observateurs une circulaire leur posant une série de questions relatives aux orages de grêle dont ils pourraient être les témoins; ces observateurs, répandus sur toute une contrée, prévenus qu'ils ont un phénomène à observer, peuvent donner des renseignements beaucoup plus complets et bien plus précis que ceux qu'on peut recueillir après l'orage.

C'est pénétré de cette idée très simple que, pour bien observer un phénomène, il faut être averti qu'on doit l'observer, que nous nous sommes décidés à commencer l'année dernière cette série d'études sur les orages de grêle dans le canton de Vaud; notre intention est de poursuivre ce travail pendant plusieurs années; nous ne voulons pas nous préoccuper pour le moment de théories, ce sont des faits qu'il faut avant tout.

Des études semblables ont été entreprises soit en Suisse, soit à l'étranger; l'ouvrage si intéressant de M. Riniker¹ est là pour montrer combien peut être utile un travail poursuivi pendant plusieurs années; en multipliant ces travaux, on arrivera, peut-être plutôt qu'on n'oserait l'espérer, à une explication satisfaisante de la formation de la grêle et des phénomènes qui accompagnent sa chute.

Ce premier mémoire contient les résultats de l'étude des chutes de grêle dans le canton de Vaud en 1881, année particulièrement désastreuse pour notre pays. Comme il arrive souvent au début d'une étude, bien des lacunes existent dans cet essai; le nombre des personnes de bonne volonté qui nous ont prêté leur concours n'a pas été aussi grand que nous l'aurions voulu; il a heureusement beaucoup augmenté dès lors. Nous remercions ici bien vivement nos collaborateurs, dont plusieurs nous sont inconnus.

Pour faciliter les recherches et pour conserver à chaque observateur sa part de travail et de responsabilité, nous avons divisé ce mémoire en deux parties. La première contient tous les faits statistiques que nous avons pu recueillir sur les chutes de grêle pendant l'année 1881, tels qu'ils résultent des correspondances des observateurs, date et heure de l'orage, durée de la chute, étendue des régions atteintes, direction du vent, etc. Nous avons aussi souvent que possible donné des extraits des lettres que nous avons reçues; ces documents pourront être de quelque utilité pour une étude ultérieure.

¹ *Die Hagelschläge, im Canton Aargau, 1881.*

Dans la seconde partie, nous résumons les quelques résultats acquis par cette première étude, autant du moins qu'on peut le faire sans entrer dans le domaine d'hypothèses prématurées.

Au commencement du mois de juin 1881, nous avons adressé la circulaire suivante à quatre-vingt-quinze personnes habitant les diverses parties du canton :

« Monsieur,

» L'étude de la météorologie prend une extension toujours croissante, et les problèmes si importants que nous offre l'atmosphère attirent l'attention. Pour arriver à quelque résultat positif dans ce champ si vaste librement ouvert aux investigations de chacun, le concours de tous est nécessaire. Il est certains sujets, en effet, qui peuvent être étudiés sans instruments coûteux et sans connaissances scientifiques spéciales. Nous croyons donc, Monsieur, devoir attirer votre attention sur l'une de ces questions dont vous comprendrez sans doute la grande importance. Nous nous adressons à toutes les personnes de bonne volonté pour obtenir d'elles des renseignements exacts sur les *chutes de grêle* dont elles ont été les témoins, et qui trop fréquemment viennent ravager nos campagnes. Etudier la marche des orages à grêle, les conditions locales dans lesquelles ils se produisent, les phénomènes électriques qui souvent les accompagnent, tel est le sujet qui nous paraît digne d'attirer l'attention de tous. C'est pour cet objet, Monsieur, que nous venons vous demander votre concours.

» Nous vous prions, Monsieur, de vouloir bien nous envoyer par lettre ou par carte postale le résultat de vos observations, et pour donner à ces renseignements toute l'uniformité désirable, nous vous prions de nous envoyer, si possible, des réponses aux questions suivantes :

» 1° Indiquer la date et l'heure de la chute de grêle et sa durée.

» 2° La nature de la grêle, grosseur et forme des grêlons, abondance de la chute; est-elle accompagnée de pluie ?

» 3° Direction et force du vent au moment de la chute, aspect général du ciel; la chute a-t-elle été précédée de bruits particuliers ?

» 4° Importance des dégâts causés, durée et épaisseur du dépôt sur le sol.

» 5° Phénomènes électriques qui ont accompagné la chute, coups de foudre.

» 6° Si possible, la température avant, pendant et après la chute ; si l'observateur possède un baromètre, quelques observations faites avec cet instrument pendant la période de l'orage.

» 7° Observations diverses.

» Si vous voulez bien, Monsieur, contribuer par vos soins à l'étude de cette importante question, je vous prie de m'en informer le plus tôt possible.

» Il serait à désirer que les observations fussent envoyées après chaque orage.

» Agréer, je vous prie, Monsieur, l'assurance de ma considération respectueuse.

HENRI DUFOUR,
professeur de physique et de météorologie
à l'Académie de Lausanne.

Plus tard, grâce à un appel inséré dans les principaux journaux, le nombre de nos collaborateurs a encore augmenté.

Pendant l'année 1881, des orages accompagnés de grêle ont eu lieu dans le canton de Vaud de juin à septembre.

Orages du mois de juin.

La première chute de grêle, dans le canton, eut lieu le 24 juin. Cette chute a été précédée de deux orages de grêle dans des cantons voisins.

Le **22 juin**, au soir, une colonne de grêle avait dévasté plusieurs localités du canton de Berne, dans la région située entre Soleure et Berthoud. — Le 23 juin, la grêle tomba pendant la nuit, entre 3 et 4 heures du matin, dans la vallée de Moutier.

Le **24 juin**, une chute importante atteint le canton de Vaud ; les localités frappées sont : *Morges, Cossonay, Bussigny, Crisier, Jouxens, Romanel, le Mont, Cugy.*

Morges paraît avoir été à la limite et n'a reçu que quelques gouttes de pluie ; à 1 kilomètre de Morges, sur le lac, il ne pleuvait pas. Le vent superficiel était évidemment centrifuge, soufflant du NW à 8 h. 05 du soir, quand le gros de l'orage était dans la direction du Mont-Tendre ; du N-NE, quand le gros de l'orage frappait la vallée de la Venoge. (Lettre du professeur *F.-A. Forel.*)

Vu de *Lausanne*, l'orage paraissait s'étendre, entre 8 heures

et 8 h. 30 du soir, dans la direction de Renens et d'Ecublens, ce dernier village n'était pas atteint; on voyait des éclairs nombreux à l'W et au NW; le vent supérieur soufflait du NW; pas de pluie à Lausanne.

Les observations météorologiques de la journée sont les suivantes :

	Vent.	Température.	Baromètre.	Eau tombée
7 h. matin . .	W 0	20°0	721	0.0
1 h. soir . . .	SW 1	23°4	»	»
9 h. soir . . .	NW 4	21°3	»	»

Le baromètre enregistreur du laboratoire indique à 7 h. $\frac{3}{4}$ du soir une brusque augmentation de pression de 0^{mm},4; cette variation ne dure pas.

A *Cossonay*, l'orage commençait à 8 heures, accompagné, à 8 h. 10, d'une grêle formée de petits grains; la chute dura 5 minutes environ.

L'orage paraissait venir du Mont-Tendre et se diriger sur Pampigny, Aclens, Lausanne et le lac. La température était à 8 h. 20 de 21°. (Lettre de M. *Jaton*, instituteur.)

Au *Mont sur Lausanne*, l'orage commença à 7 h. 30 et la chute de grêle à 7 h. 45, elle dura 10 minutes; la largeur de la colonne de grêle était de 1 kilomètre environ; elle marchait du SW au NE.

La grêle était assez grosse, beaucoup de grêlons de la grosseur d'une noix, forme aplatie allongée et assez pointue d'un côté, aspect crevassé, ressemblant à de vieilles raves; la grêle était accompagnée d'une forte pluie. Des coups de tonnerre précédèrent la chute de grêle.

Les dégâts causés par la grêle sont assez considérables, beaucoup de fruits abattus, les céréales très-endommagées. Une trentaine d'arbres fruitiers ont été arrachés. (Lettre de M. *E. Will*, au Mont.)

A *Romanel* et dans les environs, la grêle a causé aussi des dommages importants.

Le même jour, 24 juin, une colonne de grêle causait des ravages dans le district d'*Aigle*.

Déjà le 23 juin, à 1 h. 45, une forte averse, accompagnée de quelques grêlons, commença à tomber. Les grêlons avaient la grosseur d'une noisette, la forme d'une sphère aplatie ou bien une forme polyédrique. Température avant l'orage 26°, pendant l'orage 22°. Pas de vent, quelques coups de foudre.

L'orage du 24 fut plus important. M. *L. Morel*, professeur au collège d'Aigle, nous adresse les renseignements suivants :

« Pendant la journée du 24 juin, le temps était beau. Quelques nuages couvraient les sommets des Alpes. A 5 heures le thermomètre marquait 27° C. Le soir le ciel se couvrit peu à peu. A 9 heures un gros nuage s'avancait du Sud-Ouest et une averse de pluie mêlée de grêle se mit à tomber. La grêle tomba serrée pendant 2 à 3 minutes; elle faisait en tombant un bruit assourdissant. La pluie continua encore pendant 15 minutes environ. Quelques coups de foudre ont précédé et accompagné la chute. Les dommages sont ici peu considérables, grâce à la courte durée du phénomène et à la circonstance qu'il n'y avait pas de vent. On dit que dans la montagne, à Leysin, les dégâts sont beaucoup plus importants.

» La forme et la structure des grêlons ont surtout fixé mon attention. La plupart avaient la forme d'une sphère aplatie, quelques-uns étaient hémisphériques; un seul était irrégulièrement sphérique. Quelques-uns, polyédriques, n'étaient que des fragments de grains plus gros. Les plus gros, représentés fig. 1 et 2 (Pl. X), pesaient 7 à 8 grammes. Plusieurs personnes en ont pesé de 10 grammes. On assure même en avoir pesé un de 12 grammes.

» Ils étaient formés de couches de glace alternativement transparente ou semi-transparente et opaque, d'aspect laiteux. Quelques-uns étaient entièrement opaques. Une personne présente les comparait, pour la couleur et la texture, à des morceaux de raves.

» Le centre du grain était formé d'une glace blanche, à texture grenue (fig. 9) ou rayonnée (fig. 2, 4, 5, 7). Les grains à texture grenue fondaient plus rapidement que les autres. La glace opaque avait l'aspect des sels qui cristallisent subitement d'une solution sursaturée. Les couches concentriques étaient bien visibles sur les grains lenticulaires ou sur ceux qui avaient la forme d'une sphère aplatie. Elles devinrent encore plus visibles lorsque les grêlons eurent pris en fondant la forme de tablettes. La figure 7 représente un grêlon coupé par le milieu, toutes ces figures sont de grandeur naturelle. »

Aux renseignements qui précèdent, M. le Dr *Bezencenet*, d'Aigle, ajoute les détails suivants :

« La dernière grêle (du 24 juin), la plus grosse que j'aie jamais vue et qui semblait devoir tout hâcher, ne nous a pro-

duit, chose incroyable, aucun dommage appréciable dans nos vignes.

» Ce qui m'a le plus frappé dans cette grêle qui paraissait venir des Agites, c'est qu'elle n'a été précédée que de peu de coups de tonnerre, qu'elle n'a été ni précédée, ni accompagnée, ni suivie de coups de vent et d'aucun abaissement de température.

» Le thermomètre marquait à 1 heure 24°,2; à 9 h. du soir, moment de la chute, 22°,3. Le baromètre marquait à 7 h. du matin 730^{mm}, à 1 h. 731^{mm}, à 9 h. 732^{mm}, et le lendemain matin à 7 h. 731^{mm}. Je ne m'explique pas cette indifférence en présence d'un orage qui a occupé tout le bassin du torrent d'*Yvorne*, soit la commune de *Leysin*, où il y avait 15 centimètres de grêle dans le village, et toute la commune d'*Aigle*.

» J'ai trouvé des grêlons concaves au dedans, convexes au dehors, épais d'un demi-centimètre environ, mesurant 35 millimètres dans un sens et 25 à 30 dans l'autre, transparents, sauf une tache laiteuse au centre.

» On en a trouvé pesant 10 et même 12 grammes. Une pluie abondante a accompagné la chute de grêle. Hauteur d'eau 18^{mm},4. »

L'orage s'est étendu jusqu'à *St-Triphon*, où de petits grêlons sont tombés à 9 heures; vu de Bex, l'orage paraissait se diriger sur *Chesières*, la *Croix d'Arpille* et le *Creux de Champ*. Les Diablerets paraissent être entre l'orage et l'observateur.

Pendant cette nuit du 24 au 25, la grêle atteignait aussi *Leytron* et *Chamoson*, villages situés sur la rive droite du Rhône entre Riddes et Ardon (Valais).

Enfin le 25, la grêle frappait les villages de *Colombier*, *Cormondèche* et *Auvernier*. Un violent coup de foudre tua un soldat à 3 h. 45 sur la place d'armes de Colombier.

Dans le mois de juin on peut signaler encore à *Morges*, le 29, à 8 h. 40 du matin, la chute de quelques grains de grésil mélangés de pluie.

Orages du mois de juillet.

Plusieurs chutes de grêle ont eu lieu pendant le mois de juillet; les principales sont celles des 15, 19, 20, 21 et 26 juillet; la plus importante est celle du 21.

15 juillet. Orage accompagné de grêle à *Morges*. M. le professeur *F.-A. Forel* le décrit comme suit :

« Journée superbe, très chaude, lac calme. Formation de cumulus sur le Jura dès 11 heures du matin, sur les Alpes dans l'après-midi. A 6 1/2 heures, un petit nuage crève en pluie sur Nyon, rien sur Morges; à 6 h. 45, forte averse sur Morges de St-Prex à Echichens; à 6 h. 55, plusieurs éclairs dans le nuage orageux. Le lac, au calme plat jusqu'alors, se ride autour de l'orage. A 7 h. 05, à la gare de Lausanne, violent coup de NW (Joran), de grosses lames arrivent bientôt devant Ouchy. A Renens, on voit les traces d'une forte averse à 7 h. 20, les blés sont versés par le Joran, tonnerre sur la gare de Renens. A 7 h. 35, l'orage avait cessé à Morges.

» Les observations précédentes sont celles que j'ai faites dans le train de Vevey à Lausanne et à Morges; voici celles que j'ai recueillies :

» A Morges, l'orage a été d'une grande violence; il y a eu quelques grains de grêle gros comme des noisettes dans la partie de la ville qui borde le lac; à la gare pas de grêle.

» La chute d'eau a été énorme, les rues ont été inondées. Le coup de vent était très violent, arrachant des stores, brisant des branches d'arbres. Le vent paraît avoir soufflé pendant un temps du Sud (vaudaire).

» A *Chigny*, pluie et vent violents, soufflant de vaudaire; on entendait le bruit de la grêle.

» A *Denens* et à *St-Prex*, pas de pluie.

» Aux *Iles* près St-Prex, coup de vent venant de Morges, bruit de grêle intense. »

Le tracé du limnimètre enregistreur de M. F.-A. Forel indique une forte dépression à 6 h. 50 environ, c'est-à-dire au moment où l'orage éclatait sur Morges.

D'après les indications précédentes, on voit que le vent était divergent autour du centre de l'orage; la chute de grêle paraît avoir eu lieu sur le golfe de Morges, effleurant cette localité.

Le baromètre enregistreur du laboratoire de physique de l'Académie baisse assez lentement depuis 11 h. du matin à 6 h. 45 du soir; à partir de ce moment, la pression augmente brusquement jusqu'à 8 h., et plus lentement de 8 h. du soir à 3 h. du matin.

La chute d'eau à *Lausanne* est faible, 2^{mm},5 pendant l'orage, pas de grêle. Le vent, fort, souffle d'abord du SW, puis de

l'W, et, enfin, du NW.; à 8 h., il souffle déjà de NNW. Eclairs très brillants et très longs, souvent doubles.

Cet orage, très localisé, présente un grand intérêt par les observations dont il a été l'objet et peut être considéré comme un type d'orage local.

« Le 19 juillet, entre 5 et 6 heures du soir, un violent orage, accompagné de grêle et de tonnerre, s'est déchaîné sur la *vallée du lac de Joux*. Chassée tantôt par la bise, tantôt par le vent, la grêle a promené ses ravages sur divers points de la contrée et occasionné de sérieux dommages, dans les jardins surtout. Beaucoup de vitres brisées. Les grêlons atteignaient la grosseur d'une bille à jouer d'enfant. Un bon nombre avaient la forme des *tablettes à la bise* (pastilles de menthe), bien connues. »

(*Feuille d'avis de la Vallée*, 21 juillet 1881.)

« Le 20 juillet, vers les 9 h. du matin, une forte colonne de grêle s'est abattue soudainement sur le *Vully* et a causé des dégâts considérables entre *Sugiez* et *Praz*. Le tiers au moins de la récolte est perdu. Le Haut-Vully n'a pas été atteint. »

(*Gazette de Lausanne*, 1^{er} août 1881.)

Le 21 juillet, un orage, beaucoup plus important par son étendue et par les dégâts qu'il a causés, est venu détruire les récoltes d'un grand nombre de localités situées au *pied du Jura*, ainsi que dans la *vallée du lac de Joux*.

Voici d'abord quelques extraits des rapports adressés par MM. les préfets au Département de l'intérieur :

District de Cossonay. Les communes atteintes fortement sont : *Mont-la-Ville*, *Moiry*, *Chevilly*, *L'Isle* (surtout le hameau de la *Coudre*), *Cuarnens*.

Les communes moins fortement atteintes sont : *La Chaux* et *Montricher*.

District de La Vallée. Les districts de *La Vallée*, *d'Orbe* et de *Cossonay* ont été atteints par la grêle du 21 juillet; à *La Vallée*, *l'Orient-de-l'Orbe* et *les Bioux* ont surtout souffert, les dommages sont considérables.

A côté de ces renseignements généraux, permettant de juger de l'étendue des régions atteintes, les lettres suivantes donnent quelques détails sur l'orage lui-même :

Le Lieu. Jeudi soir, 21 juillet, à 5 h., un violent orage de grêle

a passablement endommagé nos environs. J'ai mesuré un grêlon, plan convexe, de 33^{mm} sur 5^{mm}, pesant 5 grammes.

(M. *Antony Rochat*, pasteur, au Lieu.)

(Communiqué par M. F.-A. Forel.)

Brassus. Violent orage de grosse grêle le 21 juillet; grains compacts de 30 grammes, mesurant 42^{mm} de diamètre. Forme aplatie. L'orage s'est déchaîné sur toute la vallée de Joux, direction du SW-NE. (M. *J. Berthoud*, pasteur, au Brassus.)

L'Orient-de-l'Orbe. Nous avons eu jeudi une forte colonne de grêle; la majeure partie des grêlons était du poids de 15 à 20 grammes. (Th. *Capt*, fab. d'échapp., Orient-de-l'Orbe, vallée du lac de Joux.)

(Communiqué par M. F.-A. Forel.)

De la région située au pied du Jura, de Montricher à La Sarraz, les renseignements sont plus complets.

M. *L. Beausire*, instituteur à *Mont-la-Ville*, écrivait :

« L'orage a commencé le 21 juillet, à 5 h. du soir; la chute de grêle a duré 10 minutes.

» La grêle était de la grosseur d'une balle à celle d'un œuf de poule (cependant ces derniers peu nombreux). Les petits grêlons étaient pour la plupart sphériques. Au centre se trouvait une sorte de grain de grésil transparent, puis un anneau concentrique opaque, puis un transparent, puis un opaque et ainsi de suite jusqu'à la surface extérieure. D'autres commençaient par l'opacité et alternaient comme ci-dessus. Les gros grêlons étaient, pour la plupart, à angles saillants, coins vifs ou tranchants; cela ressemblait à une agglomération; les grêlons moyens étaient ou ronds ou aplatis, de 4 à 5 centimètres de diamètre. Je ne puis mieux vous représenter ces grêlons aplatis qu'en les comparant à une balle ayant rencontré un objet dur en arrivant au but; transparents au centre et opaques dans les bords. Cet orage ressemblait à une vraie chute de gravier de toute grandeur. Pendant 5 minutes elle tomba sèche et drue, à la fin elle était mélangée de pluie. J'ai mesuré une épaisseur de 9 à 10 centimètres dans un endroit où l'accumulation ne pouvait avoir lieu.

» Avant la chute, calme plat et lourd à la surface de la terre, mais dans l'atmosphère les nuages se dirigeaient de tous côtés à la fois. Pendant la chute un joran de toute violence (un char de blé a été renversé). Nuages noirs profonds et d'autres d'un

rouge-noir sombre. Avant la chute, il semblait qu'une décharge continuelle d'artillerie se faisait du côté de Mollendruz et du Mont-Tendre, et comme un roulement de chariots.

» Les récoltes hachées sur le territoire de *Mont-la-Ville* surtout et de *La Coudre*, arbres brisés, toits en tavillons percés à jour, tuiles brisées, etc., etc. Les villages de *Montricher*, *l'Isle*, *Cuarnens*, *Chevilly*, *Moiry* et *Lapraz* surtout ont été aussi fortement atteints. La campagne est restée blanche comme en plein hiver bien avant dans la nuit. Après la chute, la terre, fortement surchauffée par la température des jours précédents, semblait transpirer; une vapeur s'élevait à plusieurs mètres au-dessus du sol à travers cette couche de glace. Le dimanche 24 juillet, on ramassait encore des grêlons de 4 centimètres de diamètre dans les vergers. Le mardi 26 juillet, on en trouvait encore de la même grosseur dans les endroits où les grêlons s'étaient accumulés. Roulement de tonnerre continu, dégagement formidable d'électricité, coup de foudre de Lapraz. Avant la chute, 32 degrés centigrades. Le thermomètre, brisé par la grêle, n'a pu m'indiquer la température pendant et après l'orage. Le baromètre était le matin à 715^{mm}, pendant l'orage à 710 ou 711.

» On me dit qu'à un chalet, rière Mont-la-Ville, 4 grêlons ont pesé une livre, le toit est abîmé. Il y a eu le même jour secousse de tremblement de terre à 3 heures du matin. »

La lettre suivante de M. G. Cloux, instituteur à *l'Isle*, confirme les renseignements précédents :

« L'orage de jeudi (21 juillet) dernier a atteint surtout les communes de *La Coudre*, *Mont-la-Ville*, *Moiry*, *Chevilly*. Le village de *l'Isle*, d'où j'écris, ne s'est pas trouvé dans le fort de l'orage et a moins souffert que les localités ci-dessus.

» L'orage a éclaté à 5 heures précises du soir. Les nuages, amoncelés sur le Jura, paraissaient avoir beaucoup de profondeur, mais ne m'ont pas paru colorés de cette teinte livide et jaunâtre qui présage la grêle. La chute de grêle ayant commencé sur la montagne avant de s'abattre sur la plaine, il ne m'a pas été possible de distinguer d'autre bruit précurseur que celui de cette chute sur les forêts. Bientôt le vent se mit à souffler avec plus de violence; quelques grêlons d'une grosseur peu commune tombèrent semblables à des projectiles, coupant les jeunes rameaux des arbres, couvrant le sol de feuilles et de fruits; puis les grêlons devinrent plus serrés, en même temps

que leurs dimensions diminuèrent. A l'Isle, la chute dura heureusement très peu, et la grêle ne forma pas de couche: le terrain ne blanchit que dans les endroits où elle se trouva amoncelée. Cette grêle fut suivie d'une très courte averse de pluie, accompagnée encore de quelques grains. Les dégâts causés par cette averse, quoique moins considérables que dans d'autres localités, sont cependant assez importants. Les agriculteurs estiment que les blés ont perdu au-delà de la quantité de grain nécessaire à ensemercer de nouveau la même surface. L'avoine, plus tendre, a passablement souffert aussi. Les arbres fruitiers sont dépouillés d'une partie de leurs fruits. Les premiers grêlons qui tombèrent étaient, comme je l'ai dit, de très grande dimension; ils avaient, en général, la forme d'un ellipsoïde très aplati, et présentaient à leur centre une dépression très accentuée qui diminuait leur épaisseur au point de les rendre presque transparents. De cette dépression partaient de petites crevasses rayonnantes. Les contours de ces grêlons étaient irréguliers et présentaient des saillies nombreuses. Quelques-uns, mesurés par différentes personnes, avaient jusqu'à 3 centimètres de longueur sur 2 centimètres de largeur. On prétend en avoir trouvé de plus considérables encore. Les couches concentriques n'étaient pas très-distinctes. Les grêlons de moindre dimension qui suivirent (grosseur d'une griotte, grosse cerise) affectaient des formes diverses, mais la plus générale était celle de solides polyédriques à faces planes, en nombre et en grandeur variables. Plusieurs de ceux que j'ai observés présentaient la forme d'une demi-sphère, d'un dé à coudre surbaissé; quelques-uns même étaient des disques n'ayant pas plus de $2\frac{1}{2}^{\text{mm}}$ d'épaisseur. Quelques grêlons étaient entièrement cristallins. Je ne sais si c'est défaut d'observation, mais contrairement à l'idée d'un noyau central opaque, le centre de un ou deux grêlons seulement dont j'ai fait la section m'a paru plus transparent que la périphérie. Mes observations furent interrompues par le son de la cloche qui appelait tout le monde au secours du village de Lapraz, auquel la foudre venait de mettre le feu. Le vent, quoique fort, n'était pas aussi violent qu'il arrive ordinairement dans ces cas-là (du moins à l'Isle). Aucune branche d'arbre n'a été cassée dans la campagne. Il soufflait d'ouest; suivant les uns d'W-NW. Les éclairs étaient assez nombreux et affectaient la direction sinueuse verticale. »

Les deux lettres précédentes suffisent pour qu'on puisse se

rendre compte de l'importance de cet orage, qui, suivant le pied du Jura à partir de Montricher, au pied du Mont-Tendre, marchait dans la direction du NE. Nous pouvons déterminer à peu près sa vitesse, grâce aux communications suivantes que nous avons reçues de La Sarraz et d'Essertines (district d'Echallens).

M. J. Anselmier, pharmacien à *La Sarraz*, écrivait le 22 juillet :

« La grêle d'hier a duré deux minutes, de 5 h. 17 à 5 h. 19 ; elle était formée de grêlons simples de 25^{mm} de diamètre, le vent soufflait de SW au NE. On a entendu, précédant la chute, un bruit particulier comme celui d'un tambour lointain. La grêle n'était pas mélangée de pluie, mais celle-ci a précédé et suivi la chute.

» Violents coups de foudre, dont l'un a causé l'incendie qui a détruit quinze maisons à Lapraz.

» La température était avant l'orage de 27° ; elle était de 17° après l'orage. »

M. Ch. Lavanchy, instituteur à *Essertines sur Yverdon*, écrivait le 21 juillet :

« Une chute de grêle a eu lieu ce soir de 5 h. 35 m. à 5 h. 40 m. Il s'agissait seulement de quelques grêlons comme des pois. Aucun bruit particulier n'a été entendu, ni avant, ni pendant, ni après la chute des grêlons ; cela est dû peut-être à la forte pluie et aux tonnerres qui accompagnaient la chute. La température variait de 19° à 20°. Aucun dommage. »

Les distances à vol d'oiseau qui séparent l'Isle de La Sarraz et d'Essertines, localités situées sur la même ligne dans la direction SW-NE, sont les suivantes :

L'Isle-La Sarraz	=	8 ^k 5.
La Sarraz-ESSERTINES	=	11 ^k 8.
L'Isle-ESSERTINES	=	20 ^k 3.

Le temps employé par la colonne pour franchir ces distances est, d'après les correspondances précédentes :

Localités.	Distance.	Heure de la chute.	Temps.	Vitesse par seconde.
L'Isle . . .	0 . . .	5 h. . .	} 17 min.	8 ^m 3.
La Sarraz .	8 k. 5 . . .	5 h. 17 . . .		
Essertines .	20 k. 3 . . .	5 h. 35 . . .		

On voit que si les heures indiquées par les observateurs sont

exactes, la vitesse de progression de l'orage se serait accentuée à mesure que l'importance de la chute diminuait.

D'après une correspondance adressée de l'Isle à la *Gazette de Lausanne*, la grêle paraissait avoir commencé sur les alpages du *Mont-Tendre* et du *Châtel*.

M. *Correvon*, propriétaire du Pré-de-Joux, nous a informé que la grêle avait aussi suivi les hauteurs de *Pré-de-Joux* et de *Pré-Magnin*.

La colonne de grêle paraît donc avoir atteint une zone de 25 kilomètres environ de longueur sur 8 kilomètres de largeur maximum. Mais les dégâts importants ne s'étendent que sur une zone formant une sorte d'ellipse dont le grand axe de 12 kilomètres de longueur aurait la direction SW-NE., et le petit axe, 8 kilomètres, serait compris entre La Chaux au SE et Pré-de-Joux (près de Mollendruz) au NW.

Observations météorologiques. Les observations météorologiques faites à Lausanne complètent les renseignements précédents sur la période orageuse du 18 au 21 juillet. Les observations suivantes sont dues à M. le professeur *J. Marguet*, directeur de l'Observatoire météorologique de Lausanne.

18 juillet. A 7 h. m. : Ciel trouble, sans nuages, temps beau et chaud. Après midi, quelques nuages sur la Dent d'Oche, ciel trouble, forte chaleur. A 6 h. 30 : Cirrus au sud. A 9 h. : Air très chaud, reflets d'éclairs au SSW.

19 juillet. A 6 h. 30 : Ciel nuageux au SW. Cumulus sur le Jura et sur les Alpes pendant la matinée. Temps très chaud. A 1 h. : Cirrus et cumulus sur les montagnes. A 4 h. : Apparence orageuse au sud. Tonnerre éloigné à 4 h. 15. Pluie à 4 h. 45. L'orage suit les flancs de la Dent d'Oche. A 6 h. 40, l'orage semble se rapprocher de la ville, venant du sud.

L'orage n'a pas traversé le lac, il est resté confiné au S et au SE sur les Alpes. Dans la soirée, fort vent du SE, éclairs au NE, au S et au SE; ciel couvert.

20 juillet. A 6 h. m. : Quelques nuages, vent SE ou E modéré, ciel pur pendant la matinée, quelques nuages sur la Dent d'Oche. Après midi, beau temps, nuages au SW et l'W, cumulus sur les Alpes. Dans la soirée, ciel nuageux.

21 juillet. A 6 h. 30 : Ciel très nuageux; pendant la matinée, ciel dégagé, légèrement nuageux. A 1 h. cirrus, à 4 h. 45 courte averse, ciel très nuageux, tonnerre au SW. L'orage passe à l'W

de la ville à 5 h. La pluie dure peu. Un second orage, venu du même point, s'annonce à 6 h. par un fort coup de tonnerre; à 8 h. pluie abondante, temps calme. A 10 h. la pluie a cessé; éclaircie. Dans la nuit du 21 au 22 juillet, trois fortes secousses de tremblement de terre à 2 h. 48.

Les observations faites au laboratoire de physique de l'Académie pendant l'orage du 21 juillet sont les suivantes :

Baromètre 710,4 à 4 h. 45 du soir (altitude 543 mètres). Un orage s'avance du SW suivant le pied du Jura; il paraît s'étendre jusqu'au signal de Bougy. Brillants éclairs peu nombreux du côté de Genève (SW). Vent NE.

A 5 h., l'orage s'étend jusqu'à Morges. Une violente averse paraît tomber entre St-Georges et Bière.

A 5 h. 5. Vent d'orage NW, premières gouttes de pluie.

A 5 h. 10. Baromètre 710.9, vent fort NW.

A 5 h. 22. Pluie abondante; à 5 h. 25, vent N. L'orage a marché au NE, en suivant le pied du Jura; il semble être dans la direction de La Sarraz et d'Orbe. Baromètre à 5 h. 35 m. 711^{mm},3.

22 juillet. A 6 h. 45, le ciel est uniformément couvert, pluie, vent SW modéré. A 11 h. éclaircie.

Observations météorologiques de Lausanne
du 18 au 21 juillet 1882.

Dates.	Baromètre.			Thermomètre.		
	7 h. m.	1 h.	9 h. s.	7 h. m.	1 h.	9 h. s.
18	720.7	721.0	719.3	23°7	28°1	25°8
19	720.0	718.5	718.7	24°7	30°0	25°8
20	718.2	717.3	715.9	24°3	29°0	26°2
21	715.7	714.5	717.5	23°8	28°8	19°1
22	717.5	719.8	720.6	18°5	19°9	17°9

L'orage du 21 ne termine pas la série des chutes de grêle du mois de juillet; le 26 juillet, en effet, une colonne de grêle atteignait le Jorat. Les seuls renseignements que nous possé-

dions sont extraits d'une lettre adressée au Département de l'intérieur par la *Régie de Peney-le-Jorat* :

« Le 26 juillet, dans l'après-midi, une colonne de grêle s'est abattue sur le Jorat; elle a commencé à *Froideville*, marchant dans la direction NE et faisant sentir ses effets à *Villars-Tiercelin*, *Peney*, *Hermenches*, *Syens*, et continuant de là sur le canton de Fribourg. Les villages situés des deux cotés de la ligne générale indiquée ont aussi été atteints. La commune de Peney a été particulièrement éprouvée. La grêle était lancée par un vent d'une violence extrême; des arbres ont été arrachés, d'autres cassés, etc. »

Les observations météorologiques faites à Lausanne pendant cette journée sont les suivantes :

Baromètre : 7 h., 709^{mm},9; 1 h., 710^{mm},1; 9 h. s., 715^{mm},5.

A 7 h., ciel d'apparence orageuse, couvert au SSW, pluie à 7 h. 20. Orage depuis 9 h. à 10 h. A 1 h., ciel très nuageux, vent du SW assez fort. A 2 h. 15, vent violent SW. Pluie. Un coup de tonnerre. Maximum de l'orage à 2 h. 35. Pluie diluvienne, rafales. Baromètre 711^{mm},2. A 3 h., l'orage s'éloigne, marchant au NE. Baromètre 712^{mm},3. Pendant le reste de l'après-midi grandes éclaircies.

Orages du mois d'août.

Le mois d'août, comme le mois de juillet, est remarquable par le nombre des chutes de grêle qui ont atteint diverses parties du pays.

Des orages importants ont eu lieu aux dates suivantes :

- 1° 21 août. Grêle générale très étendue.
- 2° 24 août. Pays-d'Enhaut, Vevey et environs.
- 3° 31 août. Constantine près d'Avenches.
- 4° 31 août. Ollon, Sallaz, St-Triphon.

Orage du 21 août.

Nous avons pu disposer de documents assez nombreux pour étudier l'orage du 21 août.

1° M. Estoppey, chef du Département de l'intérieur, a bien voulu mettre à notre disposition tous les rapports officiels dont nous avons besoin.

2° M. Chuard, préfet du district de Payerne, président de la commission nommée par le Conseil d'Etat pour évaluer les

désastres causés par les orages de grêle, nous a donné de nombreux détails très utiles.

3° M. Morax, préfet du district de Morges, a bien voulu nous communiquer les rapports qu'il avait reçus des diverses communes de son district.

4° Seize correspondants nous ont adressé des lettres plus ou moins détaillées sur les manifestations orageuses pendant la journée du 21 août.

Nous prions tous ceux qui ont bien voulu nous aider de recevoir ici nos remerciements.

Il y a eu, à notre connaissance, six chutes de grêle distinctes pendant la journée du 21 août, entre 12 h. 30 et 3 h. 30 du soir :

1° La vallée du lac de Joux est traversée par une colonne de grêle à 12 h. 45.

2° Une seconde colonne vient frapper, au pied du Jura, la contrée située entre La Sarraz et Suchy.

3° Une forte chute de grêle a lieu à 2 h. 15 sur la plus grande partie du district de Morges.

4° Presqu'en même temps, à 2 h. 20, la grêle atteint une partie de la vallée de la Broye : Granges, Marnand, Payerne.

5° A 3 h. 38, chute abondante sur une grande partie du district de Vevey.

6° A 3 h. 30, forte averse à Cuves, dans le Pays-d'Enhaut.

1° Vallée du lac de Joux.

Le Lieu. « L'orage du 21 août nous a atteints de 12 h. 45 à 1 h. 05. Les grêlons avaient 7 à 8^{mm} en moyenne ; ils venaient de WSW ; la chute a duré 4 à 5 minutes. »

(Lettre de M. *Antony Rochat*, pasteur.)

« La grêle a traversé la vallée de l'W à l'E avec une grande violence. Les grêlons, presque tous de la grosseur d'une noix, ont tout brisé sur leur passage. Les hameaux de *Campe*, *Chez Villards* et *l'Orient-de-l'Orbe* paraissent s'être trouvés au centre du fléau. »

(*Feuille d'Avis de La Vallée.*)

2° La Sarraz et environs.

Mont-la-Ville. « Dimanche 21 août, un peu après midi, une chute de grêle a eu lieu, elle a duré quelques minutes. La grêle, mélangée de pluie, était chassée par un fort *joran*, qui dirigeait

l'averse du *Mont-Tendre* et *Mollendruz* par *Mont-la-Ville* sur *La Sarraz*, suivant à peu près la direction de l'averse du 21 juillet.

La forme des grêlons était remarquable; je les ai dessinés aussi exactement que possible en grandeur naturelle. » (Voir planche X, fig. 11, 12, 13.)

(Lettre de M. L. *Beausire*, instituteur.)

Cet orage a atteint *La Sarraz* à 1 h. 15; « le vent soufflait du SE au NW, la grêle était précédée de pluie, elle a duré 75 secondes.

» A *Ferreyres*, *Pompaples* et *Arnex*, on disait que la grêle était de la grosseur d'une noix et formée de grains agglomérés. »

(Lettre de M. *Anselmier*, pharmacien.)

Le village de *Vuarrens* paraît avoir été à la limite de l'orage, d'après la lettre suivante :

« Un petit orage a frappé *Vuarrens* et *Vuarrengel* le 21 août 1881. La chute de grêle a eu lieu un peu avant 2 heures de l'après-midi; elle a duré 1 minute à 1 1/2 minute. Les grêlons étaient généralement de la grosseur d'une noisette; ils avaient la forme de lentilles fortement biconvexes. La grêle abondante était mélangée de pluie.

» Le vent WSW était faible, le ciel se couvrit rapidement, on venait d'observer un nuage très noir donnant une forte averse au pied du Jura, quand un gros nuage gris-noir, de grande épaisseur, se forma près de nous; on entendit un coup de tonnerre de force moyenne, puis, pendant deux ou trois minutes, comme le roulement d'un tonnerre lointain, et la grêle commença à tomber.

» Je n'ai pas entendu dire qu'il ait grêlé dans les villages voisins, mais on me dit qu'à *Chavornay* la récolte des vignes est à moitié détruite. » (Lettre de M. *Deriaz*, instituteur.)

Grâce aux renseignements que M. Chuard, préfet de Payerne, a bien voulu nous communiquer, nous pouvons compléter les indications précédentes.

L'étendue des surfaces atteintes serait :

a) *Dans le district d'Yverdon* :

Suchy, 540 ares assez fortement.

Corcelles sur Chavornay, 1620 ares.

b) *Dans le district d'Orbe :*

Arnex, 3600 ares, un tiers fortement atteint.

Chavornay, 3420 ares, fortement atteints.

Bavois, 1440 ares, le tiers de la récolte.

La surface atteinte dans ces deux districts est donc de 10620 ares. *Orbe* et *Montcherand* ont été faiblement atteints, *Agiez* et *Bofflens* un peu plus fortement.

La vitesse avec laquelle marchait la colonne de grêle peut être déterminée approximativement d'après les indications précédentes.

L'orage a atteint Mont-la-Ville un peu après midi, et Vuarrens un peu avant 2 h. ; il a passé à La Sarraz à 1 h. 15 m.

Admettons d'après ces indications les heures suivantes :

Mont-la-Ville 12 h. 5 ; Vuarrens 1 h. 55 ; la distance des deux villages est de 18,200 mètres environ à vol d'oiseau. La grêle a mis 1 h. 50 pour franchir cette distance ; la vitesse est donc de 120^m environ par minute ou 2 mètres par seconde. En admettant ce chiffre, la grêle devait atteindre La Sarraz à 1 h. 11, chiffre qui ne s'éloigne pas beaucoup de celui indiqué, 1 h. 15.

La vitesse de marche de cet orage est donc bien inférieure à celle de l'orage du 21 juillet.

3^o District de Morges.

La grêle qui a atteint, le 21 août, Morges et les environs, a été très abondante et en même temps de très courte durée.

La chute est signalée d'abord à *Aubonne*.

« Chute de grêle à Aubonne, à 2 h. après midi. Durée 1 m. à peu près. Forme des grêlons plutôt lenticulaire que sphérique, avec un noyau blanc distinct de la couche extérieure transparente, celle-ci présentant des lignes dans le sens des rayons. Diamètre des plus grands grêlons, 18 à 20^{mm}. La pluie n'est survenue que vers la fin de la chute ; vent fort du NW. Bruit très distinct avant la chute. Coups de foudre avant et après. Quantité de grêle peu abondante. »

(Lettre de M. *Rochat*, professeur.)

La *Gazette de Lausanne* du 22 août publiait la correspondance suivante de Morges :

« Une partie considérable du district de Morges vient d'être ravagée par la grêle. Voici les premiers détails que nous avons

pu recueillir : Deux orages poussés l'un et l'autre par le vent du sud-ouest ont éclaté successivement, l'un à 1 h. 50, l'autre à 2 h. 15 du soir. Pour autant que nous pouvons séparer les limites de ces deux orages, le premier a dévasté Reverolles, Clarmont, Bussy, Colombier; à Clarmont tout a été hâché. Le second orage semble avoir commencé à Villars-sous-Yens et Lavigny, et il a ravagé Lully, Tolochenaz, Morges, Chigny, Echichens, Lonay. Entre deux, une bande de terrain formée par les vignobles de Denens, Vufflens, Monnaz, a été presque entièrement épargnée. Dans la partie atteinte, la récolte des vignes est presque absolument perdue; dans la plupart des vignes on n'aura pas à vendanger; ailleurs il n'y aura que le quart ou peut-être que le tiers de la belle récolte qu'espérait le vigneron. Le désastre est terrible et c'est à bien des centaines de mille francs qu'il faut évaluer les pertes.

Le fléau a été aussi rapide que violent. A Chigny, la grêle n'a frappé que pendant une minute, mais cette minute a suffi pour blanchir le sol d'une couche continue de glace. Les grêlons n'étaient pour la plupart guère plus gros que les raisins qu'ils déchiraient; mais parmi ces petits grains, des grêlons plus gros atteignaient 12 à 15^{mm} de diamètre. Ils étaient circulaires, aplatis, de la forme de la lentille du cristallin de l'œil. Une coupe de ces grêlons montrait des couches concentriques alternativement de glace blanche opaque, et de belle glace transparente; en général, le noyau était formé de glace blanche.

La grêle était chassée par un vent terrible, assez violent pour briser de grosses branches et même le tronc d'arbres en pleine croissance. »

Le détail suivant donne une idée de la densité de la chute de grêle: nous avons compté sur une feuille de lilas, ayant 10^c environ de longueur sur 7^c de largeur, 14 marques distinctes de grêlons; sur des folioles de marronnier, 10 à 12 coups; les feuilles de marronnier ayant 8 à 9 marques de grêlons étaient nombreuses.

Nous pouvons déterminer assez exactement l'étendue des régions atteintes, grâce aux renseignements que M. le préfet Chuard a bien voulu nous communiquer.

Les évaluations suivantes indiquent les régions cultivées suffisamment atteintes pour que les dommages causés aient été

évalués par la commission nommée à cet effet par le Conseil d'Etat :

COMMUNES.	Surface atteinte (en ares).	Appréciation de la Commission.
Morges	11,587	Très fortement.
Tolochenaz . . .	1,377	id.
Lully	2,398	Assez fortement.
Lussy	1,777	Moins fortement.
Colombier . . .	486	id.
Chigny	1,737	Fortement.
Vufflens-le-Chât.	1,777	Faiblement.
Vaux	913	Fortement.
Bussy	855	id.
Chardonnay . . .	1,395	id.
Reverolles . . .	1,755	Très fortement.
Clarmont	477	Assez fortement.
St-Saphorin . . .	1,089	Fortement.
Echichens	3,681	id.
Romanel	625	Moins fortement.
Lonay	6,808	Assez fortement.
Etoy	225	id.
Yens	1,777	Un tiers de la récolte est perdu.
Aubonne	1,575	Assez fortement.
St-Prex	135	id.
Total	<u>42,449</u>	

Les seuls éléments dont nous puissions disposer pour déterminer la vitesse de la colonne de grêle sont les suivants : D'après une lettre de M. RoCHAT, professeur à Aubonne, la grêle aurait commencé à 2 h. dans cette localité ; on la signale à 2 h. 15 à Morges, et d'après nos observations, les premiers grêlons atteignaient Lausanne à 2 h. 25. D'après ces chiffres, on trouve une vitesse de 12 mètres par seconde entre Aubonne et Lausanne. La vitesse entre Aubonne et Morges serait de 10 mètres, tandis qu'elle atteindrait 16 mètres, si on la déduit des observations de Morges et de Lausanne.

Nous ne pouvons en conclure en toute sûreté que la vitesse de marche du fléau se soit accélérée ; il faudrait, pour oser l'affirmer, disposer d'observations plus nombreuses. Nous pouvons remarquer seulement que ce fait serait d'accord avec les observations faites pendant l'orage du 21 juillet, dont la vitesse de

marche paraît avoir augmenté (de 8^m,3 à 10^m,9) à mesure qu'il avançait.

La forme des grêlons indiquée par le correspondant de Morges paraît avoir été très sensiblement la même partout. A Lausanne, les plus gros grains avaient la grosseur de noisettes et l'aspect de fragments de disques. La grêle dura à Lausanne 3 à 4 minutes; elle était chassée par un vent NW fort et précédée d'une forte chute de pluie. La température ne subit pas de variations importantes; elle était de 19° à 2 h. 20 avant la chute, et de 17° à 2 h. 35. En revanche, au moment de la chute, le baromètre monta brusquement de 0^{mm},9 pour redescendre peu après. Les observations faites au laboratoire donnent en effet :

2 h. 20	. . .	714 ^{mm} ,7 à 0°.
2 h. 25	. . .	715 ^{mm} ,6.
2 h. 45	. . .	715 ^{mm} ,2.
3 h. —	. . .	715 ^{mm} ,0.

Cette variation brusque de la hauteur barométrique au moment d'une forte averse est un fait assez général.

4° Vallée de la Broie.

Au moment où la colonne de grêle dont nous venons de suivre la marche arrivait à Lausanne, une autre colonne, complètement indépendante, atteignait *Granges*, dans la vallée de la Broie. Les renseignements suivants sont extraits d'une lettre de M. *Estoppey*, juge de paix à Granges :

« A 2 h. 20, un gros nuage noir, venant de l'ouest, arrivait sur le village, et 3 ou 4 minutes après il commença à tomber de gros grêlons pendant une minute. Tout à coup arriva un tourbillon avec une grêle serrée, qui dura six minutes.

» Les plus gros grêlons avaient le diamètre d'une pièce de 2 francs, sur un centimètre d'épaisseur; les plus petits comme des pastilles à la menthe. Ils avaient tous la forme de *pastilles à la gomme*, c'est-à-dire plats dessous et ronds dessus. Il faisait tellement sombre qu'on ne voyait pas à deux pas devant soi. L'orage est venu de l'ouest, puis a marché du côté du nord, chassé par un coup de vent du midi. Il y avait un à deux pouces (3 à 6 centimètres) de grêle sur le sol. On a entendu plusieurs coups de tonnerre très violents; la température s'est immédiatement rafraîchie, le baromètre a baissé pendant l'orage. »

L'orage ne s'est pas arrêté à Granges, les communes de *Henniez*, *Marnand*, *Granges sous Trey* et la partie du territoire de *Payerne* située au sud-ouest, entre la forêt de *Boulex* et la ville, ont également souffert. L'étendue de la région atteinte est la suivante :

COMMUNES.	Surface (en ares).	Appréciation de la Commission.
Granges . . .	2,430	Très fortement.
Henniez . . .	432	Fortement.
Marnand . . .	882	Très fortement.
Granges s. Trey	540	Moitié moins fortem ^t que Marnand.
Payerne . . .	3,600	Faiblement.
Total . . .	7,884.	

Cette colonne paraît s'être arrêtée à Payerne, car elle n'est pas signalée plus loin.

5° District de Vevey:

Le district de Vevey a été particulièrement maltraité le 21 août; la grêle a commencé à 3 h. 30.

Vevey. M. A. *Desgraz*, étudiant en sciences, écrivait le 21 août :

« Un orage assez fort a régné depuis 1 h. de l'après-midi; le vent soufflait du SW, il était accompagné de pluie et de plusieurs coups de foudre.

» A 3 h. 33 commença une chute de grêle qui dura à peine deux minutes. Les premiers grêlons étaient complètement ronds, opaques, quelques-uns un peu grenus, la plupart lisses. Plus tard, la forme générale des grêlons que l'on ramassait était celle d'une lentille aplatie au centre et relevée vers les bords. Le diamètre était d'un peu plus d'un centimètre; les plus gros étaient comme de grosses noisettes. La chute a été assez abondante en ville pour recouvrir le sol d'un léger tapis blanc enlevé au bout de peu de temps par une forte pluie, qui a immédiatement succédé à la grêle. La pluie n'a accompagné la grêle qu'au commencement de la chute. Le vent régnaient était le SW, mais c'est un coup de *joran* (NW) qui nous a amené la colonne de grêle, qui a suivi à peu près la direction du vallon de la Veveyse.

» Le ciel était tout couvert de gros nuages gris et blancs. Plusieurs personnes m'ont assuré avoir entendu le bruit particulier qui précède ordinairement les chutes de grêle.

» La chute paraît avoir été plus forte du côté de Clarens et de la montagne, car à 7 h. du soir les Pléiades et le Folly étaient encore recouverts de glace qu'on distinguait parfaitement depuis Vevey.

» Le tonnerre a précédé et suivi la chute, mais il n'y a pas eu de coups de foudre pendant sa durée.

» Il existe deux opinions au sujet de la marche de la colonne de grêle; les uns disent qu'il y en a eu deux, qui ont frappé l'une à Vevey, l'autre, la plus importante, serait tombée aux Bassets, au Sully et au Merlet (entre la Tour-de-Peilz et Clarens). L'autre opinion est que lorsque la colonne eut dépassé la pointe de Peilz, elle fut ramenée par la *vaudaire*, qui régnait en avant, et sera restée stationnaire sur les mêmes points. Ce qui ferait supposer que cette dernière explication est juste, c'est que voilà la cinquième année que la grêle donne de ce côté, grâce à des *retours de carre*, comme disent les paysans, causés par la *vaudaire*. »

Les renseignements contenus dans cette très intéressante lettre sont complétés par ceux que nous avons reçus de la *Tour-de-Peilz* et de *Hauteville*.

Tour-de-Peilz. M. *Liausun*, professeur, demeurant dans la partie occidentale de la *Tour-de-Peilz*, du côté de Vevey, écrit :

« Dimanche, à 3 h. 30 du soir, grêlons mêlés de pluie pendant une minute; diamètre maximum des grêlons 17^{mm}, forme aplatie. Les grêlons étaient peu nombreux, puisque dans une corbeille de fleurs de 5 à 6 mètres carrés de surface, il n'y a eu que deux plantes coupées. La grêle était beaucoup plus abondante sur la montagne.

» Vent violent, chassant les grêlons dans la direction de l'W à l'E. »

Hauteville. M. *Grand d'Hauteville* donne les détails suivants :

« La grêle a atteint Hauteville à 3 h. 30 environ. Les grêlons étaient comme une grosse cerise, de forme ronde et aplatie. Une courte averse a précédé la grêle, mais n'a pas duré pendant la chute. La colonne est venue chassée par le joran (NW-SE), soit du mont de Chardonne; une autre est descendue des Pléiades, marchant du N au S, et a rencontré la première. Peut-être est-ce la même qui a changé de direction.

» En une ou deux minutes au plus, le sol a été entièrement couvert. »

Une lettre de Vevey, publiée par la *Gazette de Lausanne* le 22 août, dit que la colonne de grêle paraît s'être dirigée de l'ouest à l'est, attaquant le vignoble près de *St-Saphorin*; elle a frappé *Corseaux*, *Corsier*, *Vevey*, *la Tour-de-Peilz*, *St-Légier*, *Blonay*, *Clarens*, et peut-être plus loin encore. Les dégâts sont surtout graves près de *St-Légier*.

De *Montreux* on annonce qu'une forte colonne de grêle a passé sur *Chailly* et *Clarens*, venant des *Pléiades*. Les grêlons étaient gros comme des noisettes.

L'étendue des dégâts causés par la chute du 21 et par celle du 24 août, que nous décrirons plus loin, est estimée par M. le préfet Chuard comme suit :

Vevey, 900 ares atteints fortement, le reste du territoire touché.
Corsier, 9000 ares atteints fortement, le reste du territoire atteint.

Chardonne, 9900 ares très fortement atteints, surtout au centre du vignoble.

Corseaux, 3150 ares atteints fortement, tout le territoire également, sauf le bas.

Jongny, 450 ares atteints faiblement dans la partie supérieure du territoire. Le bas comme Corsier.

Blonay, 9549 ares, un quart à un tiers de la récolte perdus.

St-Légier La Chiésaz, 7650 ares atteints fortement, surtout dans la partie supérieure des territoires.

Les communes de *Châtelard*, 13,050 ares, depuis les *Bassets*, *Baugy*, *Tavel*, *Châtelard*, *Chailly*, *Brent* à *Tercier*. — Les Bassets ont été fortement atteints; ailleurs, en montant, le dommage est moins grand.

L'étendue des régions atteintes dans le district de Vevey est donc de 53649 ares.

6° Pays-d'Enhaut.

Pour terminer la monographie de l'orage du 21 août, nous devons signaler encore la grêle tombée à *Cuves*, entre 3 h. 30 et 4 h. M. *L. Burnier*, instituteur, qui s'est chargé de la station météorologique de *Cuves*, nous a adressé la lettre suivante :

» De 5 à 6 h. du matin, temps très beau et très clair (nébulosité 0).

» De 6 h. à 6 1/2 h., nuages très floconneux, venant de W. (Signe ordinaire de grêle en été et de neige en hiver.)

» A 7 h., nébulosité 2. Dès ce moment, le ciel se couvre d'abord d'une certaine quantité de nuages détachés, qui disparaissent dès 8 h. (nébulosité 3) pour faire place à des cirrus élevés, auxquels succède, dès 9 h., un ciel de plus en plus et uniformément voilé, avec des teintes grisâtres.

» Dès midi, les nuages s'amoncellent venant de W. (1 h., nébulosité 9.) De 3 h. à 3 1/2 h., les nuages s'abaissent et s'assombrissent extraordinairement, courant rapidement de W.; il devient dès lors évident qu'une crise atmosphérique se prépare.

» A 3 h. 37, un bruit de torrent mugissant, de cataracte, accompagné d'un voile d'une blancheur éclatante, qui s'avance de W, cachant tout à fait les montagnes, ne permet plus de douter de la nature du temps dont nous sommes menacés; il n'y a plus qu'à se hâter de se mettre à l'abri et de prendre ses précautions pour préserver les vitres, exposées à une destruction générale (température 17°,5).

» A 3 h. 38 arrive, en effet, une colonne de grêle qui paraît devoir être meurtrière et que l'on peut diviser en trois phases.

» 1^{re} phase : grêlons sans pluie, de la grosseur d'une noix, peu serrés en nombre; durée 15 secondes; cette phase cesse assez brusquement pour faire place à la

» 2^e phase (également sans pluie) : grêlons de la grosseur d'une noisette, un peu plus serrés que les premiers; durée, aussi 15 secondes (température 17°,0). Cette seconde phase fit place assez brusquement aussi à la

» 3^e phase, dans laquelle il ne tombe plus qu'une forte pluie pendant 3 1/2 minutes environ; chute d'eau 3^{mm},1 (température 16°,5); la chute est accompagnée de tonnerres de force moyenne. Dès le matin, atmosphère chaude et lourde. Minimum de température 11°,7; maximum 25°,7.

» Forme des grêlons, etc. :

» Grêlons généralement de forme arrondie; plusieurs sont aplatis et quelques-uns aplatis et allongés. Plusieurs se brisent en tombant. Les grêlons aplatis sont assez irréguliers, traversés de raies profondes des deux côtés, ou déprimés (marqués d'un creux) vers le milieu, d'un côté, et rayé de l'autre côté. Parmi ceux qui étaient aplatis et allongés, plusieurs ont paru être une agglomération de grêlons plus petits par le fait qu'on y pouvait voir, pour ainsi dire, plusieurs centres ou noyaux blancs soudés ou séparés par une légère couche de glace limpide, formant ainsi une masse intérieure très irrégulière. Tous les grêlons se

distinguaient d'ailleurs par ce noyau blanc, de la grosseur d'une noisette dans les plus gros grêlons, noyau recouvert d'une couche de glace limpide à la surface rugueuse et d'une épaisseur variant de 3 ou 4 à 7 ou 8^{mm} d'un côté, dans les grêlons de grande dimension. Ce noyau était en général assez au centre: cependant il était parfois très excentrique, ayant à peine 1^{mm} de glace limpide le recouvrant d'un côté, tandis qu'il y en avait 5 à 6^{mm} de l'autre côté. Quelques grêlons ne se composaient que du noyau, celui-ci occupant toute la masse glacée et n'étant presque pas recouvert de la couche limpide. (La formation paraît avoir été progressive et avoir eu lieu du centre à la circonférence; formation plus lente d'abord et plus active ensuite.)

» La colonne barométrique, en baisse d'environ 0^{mm},3 dès 7 h. à 1 h., s'était de nouveau relevée d'environ 0^{mm},9.

» Les dégâts sont sans grande importance, vu le peu de durée du fléau; ils se bornent à quelques fruits abattus avant la maturité et à quelques brindilles cassées: cependant l'orage doit avoir causé de graves dommages, s'il a donné dans la plaine et sur le vignoble. Il semblait que nous n'eussions qu'un bord de la colonne, après le passage de laquelle on pouvait voir sur les hauteurs, à 1500^m d'altitude de la rive droite de la Sarine (NE Alpes vaudoises) et de la rive gauche (NW Alpes fribourgeoises), et jusqu'à une distance horizontale et directe de 3 à 4 kilomètres, des places isolées et blanches d'une étendue approximative et maximale de 1 hectare, résultant de l'amoncellement des grêlons qui, suivant les localités, ont dû nécessairement rouler des pentes supérieures plus rapides ou qui ont été chassés par le vent, dont la force moyenne était ici de 1 à 2 pendant la chute (vent NW).

» Les fruits abattus étaient fortement meurtris, fendus, entamés ou partagés; un fil de fer mince qui retient en place, en cas de vents forts, l'entonnoir de l'udomètre, a été rompu par le choc de la grêle. Les personnes qui ont été frappées à la tête par de gros grêlons en ont reçu des bosses dont les traces subsistaient encore après 24 heures; les personnes qui en ont reçu sur les bras ou les mains, en ont été assez meurtries pour que les suites en aient été plus durables encore (48 h.).

» *P.-S.* L'orage a continué sa marche à l'est jusqu'à 4 kil. d'ici (La Chaudane), où il s'est arrêté dans le sens longitudinal de la vallée du Pays-d'Enhaut. »

L'orage décrit par M. Burnier a eu lieu presque en même temps que celui de Vevey ; il est évident que ces deux chutes sont indépendantes.

L'étendue des régions cultivées frappées par la grêle pendant la journée du 21 août est donc d'au moins 1150 hectares ; ce chiffre ne représentant que les zones cultivées, essentiellement en vignes, suffisamment atteintes pour avoir pu participer au résultat de la collecte faite pour les victimes de la grêle. En essayant de mesurer sur la carte, d'après tous les renseignements que nous avons pu recueillir, la grandeur de la surface frappée par la grêle, on trouve un chiffre 9 fois supérieur, 102 kilomètres carrés, et ce chiffre est certainement au-dessous de la vérité. C'est donc environ la trentième partie de la surface totale du canton qui a été ravagée par la grêle du 21 août, entre 2 et 3 heures.

L'orage du 21 août ne termine pas la série orageuse du mois d'août ; nous avons encore à signaler les chutes de grêle des 24 et 31 août.

Le **24 août**, à 5 h. du matin, un orage accompagné de grêle se déchaîne sur Vevey et les environs. Trois correspondants nous ont fourni des détails intéressants sur cette chute matinale.

M. *Liausun*, professeur, écrit de la *Tour-de-Peilz* :

« Mercredi 24 août, à 5 h. du matin, pendant environ 3 minutes, nous avons eu une averse de grêle, sèche d'abord, puis mêlée de pluie, direction WE. Avant la chute, bruit fort semblable au roulement lointain d'une voiture sur un pavé. Vent très fort depuis 4 h. L'orage a commencé par de nombreux éclairs suivis de détonations semblables à des coups de mine, mais beaucoup plus fortes. A la fin c'était un roulement continu, accompagné d'éclairs en tous sens. La quantité de grêle était plus forte que celle du 21 août, mais les grains étaient moins gros. Les vignes au bord du lac ne paraissent pas avoir souffert beaucoup. Le mont *Pélerin* était couvert d'une couche de grêle assez forte pour qu'il parût blanc en certains endroits et blanchâtre à d'autres. Dans une campagne située un peu sur la hauteur, tout est hâché. »

M. *Grand d'Hauteville* donne les détails suivants sur le même orage :

« La grêle a commencé à 4 h. 30 du matin ; les grêlons étaient

moins gros que ceux du 21 août. La colonne semble être venue du midi en traversant le lac. La durée de la chute n'a guère dépassé une minute. »

Enfin, M. *Emile Davall*, lieutenant-colonel, nous écrit de *Corsier* :

« Il y a 10 minutes, à 4 h. 56 du matin, j'ai été réveillé par un coup de tonnerre, suivi à court intervalle d'un second, semblable à un coup de canon, sans roulement prolongé. Une violente pluie, chassée par un vent WNW, a succédé aux coups de tonnerre. La chute de grêle a commencé par des grêlons assez rares, puis de plus en plus pressés; un troisième coup de tonnerre a précédé la véritable averse. Depuis la chute du premier grain, la grêle est tombée pendant 1 minute 35 à 40 secondes. Pendant la durée de l'averse de grêle, les éclairs se sont succédé rapidement.

» Les grêlons étaient de la grosseur de pois, mêlés de quelques gros grêlons comme des noisettes, ces derniers étaient blancs, opaques, aplatis d'un côté (comme les yeux employés par les empailleurs). Le ciel était sombre, la teinte était uniforme, le thermomètre marquait 16°. Le vent était très violent, la grêle tombait sous un angle de 20 à 25 degrés. »

La chute de grêle du 24, comme celle du 21, atteignait aussi *Cuves*, dans le *Pays-d'Enhaut*. M. *Burnier*, instituteur, donne les détails météorologiques suivants sur cette chute, qui n'a pas causé de dégâts :

« 24 août, à 5 h. du matin, tonnerre; 5 h. 15, forte pluie, durée 3 minutes; 6 h., arc-en-ciel; 6 h. 7, orage, tonnerre; 6 h. 14, grêle mêlée de pluie, peu serrée, accompagnée de coups de tonnerre; durée de la chute 4 minutes. Les grêlons étaient de la grosseur d'un pois, blancs, assez arrondis, plusieurs anguleux ou aplatis, quelques-uns de ces derniers étaient entièrement limpides et marqués d'un côté d'une dépression au milieu. Température 12°, vent NW 1. L'orage continue jusqu'après 9 heures. »

Cet orage ne nous a été signalé d'aucune autre localité. Les dommages causés dans le dictrict de Vevey ont été assez considérables pour entrer en compte dans l'appréciation de la commission dont nous avons parlé précédemment, le tableau de la page 177 donne pour le dictrict de Vevey les dégâts causés par les chutes de grêle du 21 et du 24 août.

L'orage du 24 août a été signalé à Lausanne par une augmentation rapide de la pression barométrique : entre 4 h. et 5 h. du matin la variation s'est élevée de 1^{mm},3 ; de 5 h. à 6 h. le baromètre a un peu baissé, mais cette baisse n'a interrompu que momentanément l'augmentation de pression qui avait commencé le 23 août depuis 7 h. du soir. Du 23 août à 6 h. du soir au 24 août à 11 h. du matin, la hausse barométrique est de 6^{mm},6.

Le 31 août, à 4 h., un orage de courte durée a atteint une partie du *Vully* vaudois ; les seuls renseignements que nous ayons ont été donnés par M. C. *Dupertuis*, pharmacien :

« L'orage a marché dans la direction WE. Une forte pluie, chassée par un vent faible, a précédé la chute de grêle qui tombait presque verticalement ; la grêle a duré 5 minutes ; elle a été suivie de pluie. Les grêlons étaient de la grosseur d'un grain de cassis, ronds pour la plupart. Le sol en était couvert après l'orage. Le point central de la colonne paraît avoir été le village de Constantine ; les communes atteintes sont *Constantine*, *Bellerive* et *Vallamand-dessous*. »

Le même jour, une colonne de grêle, paraissant s'être formée au-dessus de Morgins (Valais), a traversé la vallée du Rhône et a atteint *St-Triphon*, *Ollon* et *Sallaz*. La chute a eu lieu à midi, elle a duré 10 minutes. La grosseur des grêlons variait de celle d'un pois à celle d'une noisette ; la grêle était mélangée de pluie précédée et accompagnée de coups de tonnerre. L'orage mit un quart d'heure à franchir la distance qui sépare la Trévenensa (sommité au NE de Morgins) de *St-Triphon*.

(Renseignements fournis par M. *Fayod*, ingénieur.)

Orages du mois de septembre.

Deux chutes de grêle sont signalées dans ce mois, le 5 et le 15 septembre.

5 septembre. Chute de grêle à *Avenches*. M. C. *Dutoit*, instituteur, donne les détails suivants :

« La chute a commencé à 3 h. 45 ; elle a duré environ 2 minutes. Les grêlons opaques avaient la forme de poires, dont la partie renflée aurait été tronquée obliquement ; ils avaient 4 à 5^{mm} de longueur sur 3 à 4^{mm} de largeur. La grêle était accompagnée de beaucoup de pluie, surtout vers la fin de la chute. Vent souf-

flant du NW ; ciel très sombre au SW. Entre 3 h. 30 et 3 h. 35 on entendait le roulement particulier qui précède les chutes de grêle. Il ne s'est pas formé de dépôt sur le sol, la grêle fondait immédiatement. Des coups de foudre nombreux ont précédé, accompagné et suivi la chute. »

Enfin, le **15 septembre**, un orage de grêle a encore atteint la vallée du lac de Joux. M. le pasteur *Antony Rochat*, au *Lieu*, donne les détails suivants :

« L'orage a atteint le Lieu à 11 h. 30 du soir ; les grêlons, chassés par un vent violent d'ouest, étaient plutôt petits et accompagnés de beaucoup de pluie. La chute a duré 2 minutes. Coups de foudre avant et après. »

Les résultats acquis par l'étude précédente ne peuvent encore avoir de valeur générale ; il faut attendre, pour aborder la théorie de la formation d'un orage de grêle, qu'un nombre suffisant de bonnes observations aient été faites. Il importe, en tout cas, d'établir un court résumé des résultats obtenus en 1881, afin de voir jusqu'à quel point les observations faites confirment, ou infirment, les idées émises récemment par quelques observateurs.

Les chutes de grêle de l'année 1881 se répartissent entre treize journées comprises entre le 24 juin et le 15 septembre, soit sur un intervalle de quatre-vingt-quatre jours.

La répartition par mois est la suivante :

Juin, les 23, 24 et 29	3 jours.
Juillet, les 15, 19, 20, 21 et 26	5 »
Août, les 21, 24 et 31	3 »
Septembre, les 5 et 15	2 »

Pendant ces treize journées, on peut compter 21 chutes distinctes :

 Juin 4, juillet 5, août 10, septembre 2.

Le mois de juillet occupe donc le premier rang en 1881, si l'on ne tient compte que du nombre des jours de chute, tandis que c'est en août que l'abondance de la grêle est la plus considérable. On peut remarquer, en outre, que les orages de grêle arrivent par séries ; c'est après un certain nombre de journées de plus en plus chaudes que la grêle tombe pendant deux ou

trois jours sur les diverses parties du pays. Le caractère météorologique des périodes orageuses de 1881 est le suivant, d'après les observations météorologiques de Genève :

Mois de juin : Hauteur barométrique supérieure à la normale du 23 au 26 et du 29 au 30; température supérieure à la normale du 15 au 25 et le 28; les écarts entre la température observée et la température normale de juin sont importants, surtout depuis le 19; ces écarts sont les suivants :

19.	+ 2°00	23.	+ 3°32
20.	+ 3°67	24.	+ 3°78
21.	+ 5°40	25.	+ 4°92
22.	+ 5°20	26.	— 0°12

La tension de la vapeur d'eau est aussi supérieure à la normale, du 15 au 26. L'excès de la tension de la vapeur est le suivant, du 19 au 26 :

19.	+ 0 ^{mm} 65	23.	+ 3 ^{mm} 53
20.	+ 1 ^{mm} 44	24.	+ 3 ^{mm} 14
21.	+ 1 ^{mm} 99	25.	+ 3 ^{mm} 19
22.	+ 1 ^{mm} 88	26.	+ 0 ^{mm} 05

Mois de juillet. Hauteur barométrique inférieure à la normale, du 19 au 22 et le 26.

Température supérieure à la normale, du 12 au 26 et du 29 au 31. Les excès de température pendant la période orageuse sont les suivants :

15.	+ 5°62	21.	+ 5°79
16.	+ 6°49	22.	+ 0°26
17.	+ 6°31	23.	+ 0°54
18.	+ 5°78	24.	+ 1°95
19.	+ 8°65	25.	+ 4°21
20.	+ 8°20	26.	+ 0°89

La tension de la vapeur d'eau est aussi supérieure à la normale pendant cette période :

15.	+ 3 ^{mm} 39	21.	— 0 ^{mm} 35
16.	+ 2 ^{mm} 30	22.	+ 0 ^{mm} 69
17.	+ 2 ^{mm} 50	23.	— 1 ^{mm} 08
18.	+ 4 ^{mm} 37	24.	+ 1 ^{mm} 76
19.	+ 3 ^{mm} 06	25.	— 0 ^{mm} 48
20.	— 1 ^{mm} 43	26.	+ 0 ^{mm} 48

Mois d'août. Hauteur barométrique inférieure à la normale, du 12 au 27 août, ainsi que le 31.

Température supérieure à la normale, du 19 au 23, ainsi que les 25 et 26.

Les excès de température sont les suivants :

19.	+ 1°09	23.	+ 1°57
20.	+ 1°78	24.	— 0°71
21.	+ 3°61	25.	+ 0°06
22.	+ 2°00	26.	+ 3°08

La tension de la vapeur est aussi supérieure à la normale, du 20 au 24 août :

20.	+ 3 ^{mm} 88	23.	+ 3 ^{mm} 33
21.	+ 3 ^{mm} 08	24.	+ 0 ^{mm} 55
22.	+ 0 ^{mm} 96	25.	— 1 ^{mm} 40

Les observations météorologiques de septembre n'ont pas d'intérêt dans le cas particulier; les deux chutes de grêle signalées étant très localisées et de très peu d'importance, nous n'avons pas de périodes orageuses générales comme celles des mois de juin, de juillet et d'août.

On voit, en résumé, que les chutes de grêle sont précédées de journées à températures notablement plus élevées que la moyenne et dans lesquelles la tension de la vapeur d'eau dépasse aussi d'une façon sensible sa valeur normale.

Heures des chutes de grêle. La répartition des chutes de grêle, en tenant compte de l'heure, donne les résultats suivants pour les 13 journées d'observation :

Heure de la chute.	Nombre de jours.
Entre minuit et 6 h. matin	1
» 6 h. matin et midi	1
» midi et 6 h. soir	7
» 6 h. soir et minuit	4

Soit 2 chutes entre minuit et midi, et 11 entre midi et minuit.

Durée des chutes de grêle. La durée des chutes de grêle est en général assez courte; on ne nous en a pas signalé une seule ayant dépassé 10 minutes. Sur 20 averses de grêle dont la durée a été indiquée par les observateurs, on en compte 10 qui tombent pendant moins de 3 minutes et 10 dont la durée est comprise entre 3 et 10 minutes.

Direction. La direction suivie par les colonnes de grêle a été notée par un nombre assez grand d'observateurs; on peut les répartir comme suit :

Direction.	Nombre.
SW—NE	10
W—E	5
NW—SE	7
SE—NW	1

Ainsi la direction de beaucoup la plus fréquente est celle du SW au NE; ce fait semble être général, il est signalé par la plupart des observateurs. C'est ainsi que M. Ch. André, dans son *Etude sur les orages à grêle du département du Rhône*, 1819-1878¹, donne une carte représentant la direction suivie par les orages qui ont traversé le département pendant ces 60 ans; on voit sur cette carte que la grande majorité des orages traverse le département du SW au NE. Les orages des 7 et 8 juillet 1875 ont aussi suivi la même direction². De même, les grands orages du 13 juillet 1788 et du 28 juillet 1836 ont suivi la direction SW-NE et W-E, traversant toute la France³. Il serait facile de multiplier les exemples. Il importe de remarquer à ce sujet que la direction des grands orages de grêle est peu modifiée par les chaînes souvent assez élevées traversées par la colonne de grêle.

Nous ne possédons que deux observations sur la vitesse de la marche des orages de grêle en 1881; nous avons indiqué déjà, pages 165 et 173, les résultats obtenus pour les deux orages du 21 juillet et du 21 août; d'après ces observations, la vitesse aurait varié de 8 mètres à 12 mètres par seconde, soit de 28 à 43 kilomètres à l'heure. L'orage du 13 juillet 1788 parcourait 74 kilomètres à l'heure; celui du 28 juillet 1836 marchait à raison de 71 kilomètres environ⁴.

Forme et dimension des grêlons. Un grand nombre d'observateurs donnent des détails assez complets sur la forme et les dimensions des grêlons. D'après ces renseignements, la forme de beaucoup la plus fréquente est celle de disques plans-convexes

¹ *Annales de la Société d'agriculture de Lyon*. T. III, 1880, p. 87.

² *Contribution à l'étude de la grêle*, par Daniel Colladon. 1879.

³ *Communication sur la grêle*, par M. R. Blanchet. 1853.

⁴ *Communication sur la grêle*, p. 1.

ou concavo-convexes (ménisques convergents). Les grêlons sphériques sont rares et en général de petites dimensions, quelquefois les grains ressemblent à des lentilles biconvexes. Les grêlons à angles saillants, tels que ceux représentés sur la Pl. X, fig. 11, 12 et 13, d'après les dessins de M. L. Beausire, instituteur à Mont-la-Ville, sont assez rares. Les grêlons de forme irrégulière semblent produits par une agglomération de grains plus petits. La coupe du grain de grêle montre tantôt un centre opaque, grain de grésil, tantôt un centre transparent; des couches concentriques de glace opaque et de glace transparente sont indiquées par plusieurs observateurs; les dessins de M. Morel, à Aigle (Pl. X, fig. 1 à 10), donnent une idée nette de cette structure. Le diamètre des grains de grêle a varié beaucoup, depuis 5^{mm} jusqu'à la grosseur d'un œuf de poule (Mont-la-Ville, 21 juillet). Le tableau suivant donne un résumé des dimensions observées :

24 juin.	5 ^{mm}	diamètre à	grosseur d'une noix.
21 juillet.	33 ^{mm}	»	sur 5 ^{mm} épaisseur.
»	42 ^{mm}	»	
»	40 ^{mm} à 50 ^{mm}	diamètre.	
»	30 ^{mm}	longueur sur	20 ^{mm} largeur.
»	25 ^{mm}	diamètre.	
21 août.	7 à 8 ^{mm}	diamètre.	
»	18 à 20 ^{mm}	»	
»	12 à 15 ^{mm}	»	
»	10 à 12 ^{mm}	»	

On voit, par ce qui précède, que si les dimensions des grêlons ont beaucoup varié d'un orage à l'autre, la grosseur des grains de grêle paraît être restée assez constante dans les diverses localités atteintes par le même orage. Ainsi la grêle du 21 juillet est caractérisée par des grains ayant 30 à 40^{mm} de diamètre; celle du 21 août est beaucoup plus petite; les grains n'ont que 10 à 15^{mm} de diamètre.

Plusieurs observateurs signalent le fait que les grêlons les plus gros, en général peu nombreux, sont tombés les premiers, et que la dimension des grains diminuait à mesure que leur nombre augmentait. Ainsi, pendant l'orage du 21 juillet, à Mont-la-Ville et à l'Isle (p. 162 et 163), la dimension des grêlons a diminué à mesure que l'orage avançait; des grêlons comme des œufs sont signalés à Mont-la-Ville, tandis qu'à

La Sarraz ils ont 25^{mm} de diamètre, et à Essertines sur Yverdon ils sont comme des pois.

Le même fait est signalé le 21 août; à Mont-la-Ville les grêlons sont très gros (v. Pl. X, fig. 11, 12), à Vuarrens ils ont la grosseur de noisettes et des formes plus simples.

Dans la vallée de la Broie (p. 174), les gros grêlons tombent les premiers, suivis d'une grêle serrée, formée de grains moins volumineux; il en est de même à Cuves (p. 178).

Dans d'autres occasions, le phénomène inverse s'est produit, ainsi « l'orage du 28 juillet 1836, qui a traversé la France, a donné d'abord des grêlons plus petits dans la Charente inférieure, plus volumineux dans la Haute-Vienne, puis, plus tard, des grêlons encore plus gros à Clermont ¹ ».

Kämtz signale le fait que le 11 juin 1827, la glace des grêlons était de plus en plus considérable dans les averses successives.

On conçoit que les deux cas puissent se présenter: dans les orages locaux, tels que ceux que nous avons étudiés, la quantité de vapeur et de gouttelettes d'eau en suspension dans une région étant limitée, les premiers grains de grêle qui se forment peuvent s'accroître rapidement, mais ils appauvrissent le milieu humide nécessaire à la formation des grains; si, en outre, les grêlons les plus gros tombent, comme cela est probable, d'une hauteur plus grande que ceux qui se sont formés plus tard à une élévation moindre, on peut comprendre que les premiers grains soient volumineux et de formes irrégulières, résultant de la manière dont ils se sont formés en congelant les gouttelettes d'eau à l'état de suspension qu'ils ont rencontré sur leur passage.

Dans le cas, au contraire, où un orage de grêle se déplace très rapidement sur une grande étendue de pays, les grains, chassés par un vent violent, grossiront d'autant plus que leur course à travers l'atmosphère a duré plus longtemps.

La structure des grêlons a déjà souvent été étudiée par un nombre considérable d'observateurs. Les orages de 1881 nous donnent les quelques résultats suivants:

On signale souvent des grêlons irréguliers, à aspect crevassé, ressemblant à de vieilles raves: Mont-sur-Lausanne, 24 juin (p. 157); Aigle (p. 158); à Mont-la-Ville, 21 juillet, grêlons

¹ L. Dufour. *Sur la congélation de l'eau et la formation de la grêle. Archives des sciences physiques et naturelles.* T. X, 1861, p. 369.

agglomérés (p. 162). Les grêlons agglomérés sont signalés aussi à Cuves; ces grêlons présentaient plusieurs centres blancs, soudés ou séparés par une légère couche de glace limpide.

Ces grêlons irréguliers, ayant plusieurs centres opaques, vérifient parfaitement les idées exposées par M. L. Dufour dans le beau mémoire que nous avons cité; on sait que par ses études sur les retards de solidification de l'eau, M. L. Dufour a montré :

1° Que des globules d'eau en suspension dans un milieu fluide, liquide ou gazeux, et hors du contact de corps solides, ne gèlent que rarement à 0°, et que l'état liquide peut se conserver jusqu'à — 5°, — 16°, même — 20°.

2° La solidification se produit sous l'influence de causes diverses et inégalement efficaces : mouvement, contact de solides, etc.

3° On peut provoquer la congélation à une température inférieure à 0° et obtenir des sphères solides qui présentent une grande analogie avec les grêlons.

4° La grêle se produit probablement lorsque les globules aqueux et suspendus dans une atmosphère agitée, ne gèlent qu'après s'être refroidis au-dessous de 0°. La condensation et la congélation de la vapeur d'eau à leur surface contribue à leur accroissement.

5° Les principaux caractères des grêlons (aspect, forme, constitution, etc.) peuvent convenablement s'expliquer en supposant l'origine indiquée ci-dessus.

Les expériences citées dans le mémoire dont nous venons de reproduire les conclusions sont très importantes, et M. L. Dufour a pu produire artificiellement, avec la plupart de leurs caractères, des grêlons tout à fait comparables à ceux qui prennent naissance dans l'air. Certaines conditions ne peuvent être réalisées dans un laboratoire; ainsi, dans l'air, un grain de grésil, chassé par le vent, se couvrira d'une couche de givre, qui formera une surface opaque pendant qu'il traverse des couches riches en vapeur; une nouvelle croûte de glace, plus ou moins concentrique à la première, se formera autour du noyau de glace primitif, lorsque ce grain rencontre une gouttelette d'eau en suspension; cette croûte n'enveloppera que rarement d'une façon complète le grain primitif qui se déplace avec une assez grande vitesse; en outre, comme l'ont montré les expériences de M. L. Dufour, la température de la goutte d'eau qui est rencon-

trée par le grêlon en formation joue un rôle important. On aura ainsi des couches de glace formées par deux procédés différents, et par conséquent différentes de structure.

Caractères de la chute de grêle. Ils sont assez variables et il n'est pas possible, pour le moment, d'indiquer des faits généraux. La grêle est souvent accompagnée de pluie pendant toute la durée de la chute, par exemple : le 24 juin au Mont sur Lausanne et à Aigle ; le 21 juillet à Essertines ; le 21 août à Mont-la-Ville et Vuarrens ; le 24 août à Cuves ; le 5 septembre à Avenches ; le 15 septembre au Lieu.

D'autres fois, la pluie précède la chute, puis cesse pendant que la grêle tombe et recommence après ; ainsi le 21 juillet à Mont-la-Ville, la grêle sèche pendant 5 minutes est accompagnée de pluie à la fin de la chute ; le même fait est signalé à l'Isle, où de gros grêlons, peu nombreux, commencent à tomber, suivis de grêlons plus petits et plus nombreux, enfin, une courte averse termine la chute. A La Sarraz, le 21 juillet, la pluie a précédé et suivi la grêle, mais ne l'a pas accompagnée. A Aubonne, le 21 août, la pluie a succédé à la grêle ; à Lausanne, le même jour, elle l'a précédée. A Granges, le 21 août, de gros grêlons tombèrent pendant une minute, une grêle plus petite et plus serrée tomba ensuite pendant 6 minutes. A Vevey et à Hauteville, le 21 août, la pluie a précédé et suivi la grêle.

A Cuves, M. Burnier indique d'une manière très précise les caractères successifs de l'orage ; il distingue trois phases : 1° Chute de gros grêlons de la grosseur d'une noix, peu serrés, pas de pluie, durée 15 secondes ; 2° grêlons de la grosseur de noisettes, plus serrés que les premiers, pas de pluie ; durée 15 secondes ; 3° forte pluie, durée 3 minutes 30 secondes.

Le 24 août, à la Tour-de-Peilz, à 5 h. du matin, grêle sèche d'abord, puis mêlée de pluie. Le 31 août, à Constantine, la pluie précède et suit la grêle, mais cesse pendant la chute.

Les chutes de grêle accompagnées de pluie pendant toute leur durée, paraissent avoir été les moins importantes, les grains sont en général de petites dimensions. Les chutes qui ont causé de grands dégâts, celles des mois de juillet et d'août, présentent en général plus ou moins nettement les trois phases signalées par M. Burnier à Cuves.

Ces chutes alternatives de pluie et de grêle peuvent s'expliquer comme suit : au début, la température de la masse d'air

traversée par les grains de glace étant assez élevée, ces grains peuvent fondre pendant leur chute qui n'est jamais très rapide ; le sol reçoit alors ces grosses gouttes de pluie très espacées, qui souvent, au début de l'orage, précèdent la grêle elle-même ; le refroidissement occasionné dans l'air par cette fusion permet aux grêlons les plus volumineux, qui viennent probablement de hauteurs assez grandes, d'arriver jusqu'au sol, le refroidissement s'accroît dans les couches inférieures, à mesure que la masse de glace qui les traverse est plus considérable ; et les grains plus petits, qui n'auraient pu atteindre le sol au début de la chute, arrivent à leur tour ; enfin, la vapeur des couches inférieures se condense par le refroidissement du milieu dans lequel elle se trouve et forme la pluie qui termine la chute. Si cette explication est vraie, la température des grêlons qui tombent les premiers est probablement plus basse que celle des grêlons qui terminent la chute, grêlons qui se sont formés dans les couches inférieures de l'atmosphère. Il va sans dire que ceci n'explique en aucune façon le refroidissement intense des régions supérieures dans lesquelles la grêle se forme, refroidissement qui *précède* la formation de la grêle. Dans un mémoire récent ¹, M. W. Spring émet en passant à peu près les mêmes idées.

Bruit de la grêle. Plusieurs observateurs signalent un bruit particulier, tout différent de celui du tonnerre, précédant la chute de grêle. Ainsi M. L. Beausire, à Mont-la-Ville, dit à propos de l'orage du 21 juillet : « Avant la chute, il semblait qu'une décharge continuelle d'artillerie se faisait entendre du côté de Mollendruz et du Mont-Tendre : ce bruit ressemblait à un roulement de chariots (p. 163). M. Anselmier, à La Sarraz, compare le bruit qui a précédé la chute à celui d'un tambour lointain (p. 165). M. Dériaz, à Vuarrens, compare ce bruit à celui d'un tonnerre lointain (p. 170). M. Rochat, à Aubonne, indique un bruit très distinct avant la chute (p. 171). M. Desgraz dit qu'à Vevey plusieurs personnes ont entendu le bruit particulier qui précède les chutes de grêle (p. 175). M. Burnier, à Cuves, signale un bruit de torrent ou de cataracte précédant d'une minute la chute de grêle (p. 178). M. Liausun, à la Tour-de-Peilz, compare le bruit qui a précédé la chute du 24 août, à 5 heures du matin, au roulement lointain d'une voiture sur un pavé (p. 180).

¹ *Le siège des orages et leur origine. Revue scientifique, 3^{me} série, 3^{me} année, 12 août 1882, n° 7.*

Le bruit de la grêle a été déjà signalé par bien des observateurs¹ et dans les circonstances locales les plus diverses; les descriptions qu'ils en donnent sont très semblables; on ne peut donc attribuer ce bruit, qui reste partout le même, à la chute de grêle sur le sol, car il varierait suivant que le lieu d'observation est voisin d'une plaine, d'une forêt ou d'un lac; il est donc très probable que le bruit signalé se produit pendant que les grêlons sont encore dans l'air.

Variation de température et de pression pendant la chute. Les observations thermométriques faites pendant les orages de 1881 sont malheureusement en très petit nombre; voici les principales :

Aigle, 23 juin, à 1 h. 45, température avant l'orage, 26°; pendant l'orage, 22°.

Aigle, 24 juin, 9 h. soir, au moment de la chute, 22°,3.

La Sarraz, 21 juillet, 5 h. 17 m., température avant l'orage, 27°; après l'orage, 17°.

Lausanne, 21 août, à 2 h. 20 m., avant la chute, 19°; après la chute, 17°. Lausanne n'a été atteint que légèrement par le bord de l'orage.

Cuves, 21 août, avant la chute, 3 h. 37 m., température 17°,5; pendant la seconde phase, grêle serrée de petite dimension, 17°; pendant la troisième phase, de pluie, 16°,5.

Corsier, 24 août, 5 h. m., 16°.

Cuves, 24 août, 5 h. matin, 12°.

Le refroidissement le plus important qui soit signalé est, comme on le voit, celui du 21 juillet à La Sarraz, où la température s'abaisse de 10° pendant la durée de l'orage.

Nous avons déjà mentionné précédemment les variations brusques, mais de courte durée, de la pression atmosphérique, variations signalées seulement par le baromètre enregistreur; la plupart des observateurs ne pouvaient observer ce mouvement fugitif de la colonne barométrique; on comprend que quelques-uns s'étonnent de l'indifférence du baromètre². La planche X, fig. 14, contient une reproduction exacte de la courbe tracée par l'enregistreur pendant la chute de grêle du 21 août 1881.

¹ Voir *Communication sur la grêle*, par M. R. Blanchet, p. 9, p. 18.

² Lettre de M. le Dr Bezencenet, à Aigle, p. 159.

Influence des forêts. Dans un travail important intitulé : *Die Hagelschläge und ihre Abhängigkeit von Oberfläche und Bewaldung des Bodens im Kanton Argau*, M. le conseiller national Ryniker insiste sur l'influence des forêts sur les chutes de grêle; il estime que des boisements intelligents peuvent protéger certaines contrées et que, réciproquement, après certains déboisements, des régions précédemment indemnes peuvent être atteintes par la grêle. Les conclusions de ce travail, qui résume dix années d'observations, méritent d'être rappelées :

1° La fréquence des chutes de grêle dans la partie méridionale du canton d'Argovie est en raison inverse de l'importance du boisement. Dans la partie nord du canton, le plateau et le Jura, les colonnes de grêle ont suivi exclusivement les zones déboisées. Les localités situées entre des hauteurs fortement boisées étaient à l'abri des chutes de grêle.

2° Les orages de grêle sont une manifestation locale d'orages souvent beaucoup plus étendus; ils sont caractérisés par la grande violence des décharges électriques et des chutes aqueuses sous la forme de pluie ou de grêle. Ils viennent ordinairement du SW, de l'W ou même du NW.

3° Pour que les orages de grêle se forment, il faut que les nuages orageux, qui se sont produits grâce à une longue série de jours chauds au-dessus de régions élevées peu boisées, s'accumulent sous l'influence des vents locaux au-dessus de vallées bien cultivées qui ont été échauffées par le soleil.

4° Jamais la grêle n'est produite par un orage qui a passé au-dessus de grandes et hautes forêts de sapins. Au contraire, l'orage du 28 juillet 1872 a cessé d'être accompagné de grêle lorsqu'il traversa la forêt de sapins Lenzhard, et la grêle recommença lorsque les conditions atmosphériques indiquées dans le paragraphe précédent se furent de nouveau réalisées. La plupart des orages de grêle ont cessé au-dessus des grandes forêts.

5° Les colonnes de grêle commencent quelques cents mètres au-delà des localités pour lesquelles les conditions indiquées dans le paragraphe 3 sont réalisées; leur largeur correspond à peu près à celle des régions soumises à l'action de l'orage, si ces régions sont déboisées. Les zones boisées reçoivent les chutes de pluie qui accompagnent ordinairement la grêle.

M. Ryniker expose les idées suivantes sur la formation des

grains de grêle eux-mêmes. Les grêlons sont produits par la chute de grains de grésil qui condensent les vapeurs des couches humides qu'ils traversent. Leur grosseur est à peu près proportionnelle à la hauteur de leur chute. Les localités élevées ne reçoivent que de petits grêlons, les localités moins élevées sont frappées par des grains plus gros. Sur les montagnes élevées telles que le Lindenberg, il ne tombe que du grésil, ou de petits grains de grêle. Les gros grêlons frappent surtout les localités situées au fond de vallées profondément encaissées.

Les grêlons de la grosseur d'une noisette sont les plus fréquents et correspondent à une hauteur de chute de 100 mètres environ; les grêlons de la grosseur d'une noix sont moins fréquents; leur hauteur de chute est de 200 mètres environ. Les chutes de grêlons gros comme des œufs de poule sont rares dans le canton d'Argovie, leur hauteur de chute dépasse en tout cas 200 mètres. Les gros grains perdent la forme sphérique par le fait que les nouvelles couches de glace qui les entourent se produisent surtout en avant où la pression de l'air est la plus forte. Il en résulte souvent que les grêlons ont la forme de poires ou de champignons.

Les idées exposées par M. Ryniker sur le rôle protecteur des forêts ont été déjà émises, quoique d'une façon beaucoup moins complète; ainsi, dans le mémoire cité précédemment ¹, M. Blanchet donne les détails suivants sur les orages de grêle dans le Jura, détails communiqués par M. Jolissaint, inspecteur forestier à Bressaucourt près Porrentruy :

« Sans pouvoir préciser quelles sont les causes qui influent sur la marche de la grêle, on a cependant cru remarquer que les localités qui sont particulièrement exposées à ses ravages, sont celles qui occupent des plateaux plus ou moins élevés et découverts; puis celles qui se trouvent au pied des collines et des montagnes, et que l'on a dépouillées des abris naturels qui les protégeaient contre les vents d'W. — Les faits suivants viennent à l'appui de cette conjecture. La commune de Bure n'avait souffert que bien rarement des effets de la grêle avant que la commune de Chevenez eût exploité sa forêt de chênes, appelée le *Foigiret*, près de Théodoncourt. Cette antique forêt, d'une notable étendue, servait d'abri contre les vents d'W., à toute la commune de Bure. — La métairie de Fréteux, située à mi-côte

¹ *Communication sur la grêle.* M. R. Blanchet, 1853.

du versant N. de la chaîne du Mont-Terrible, a eu fréquemment à souffrir de la grêle, après qu'elle eut coupé sa forêt qui la protégeait contre l'influence des vents d'W. Cette calamité a cessé complètement dès que cette forêt est redevenue haute futaie. — Enfin, la commune de Bressaucourt ne voyait la grêle qu'à des époques excessivement rares avant l'exploitation de sa forêt sous *Pietchesson*, qui abritait cette localité du côté de l'W. Depuis ce temps la grêle s'y fait bien plus souvent sentir, et les années de fruits y sont bien moins fréquentes.

» On arriverait peut-être à la source du mal en consultant les vieillards du pays, dont la plupart sont encore au courant des changements qui ont pu modifier la climatologie de la contrée depuis un demi-siècle. On trouverait probablement dans chaque localité des preuves de l'existence de faits semblables à ceux que nous venons de signaler. — En tous cas, il est bien certain que la grêle n'a pas toujours sévi dans le pays avec l'intensité que nous lui voyons actuellement; car les vieillards consultés à ce sujet, ont été unanimes à déclarer n'avoir vu que deux fois, au plus trois fois, la grêle désoler le pays avant 1830. Et l'on sait que c'est depuis cette époque surtout que notre sol forestier a subi de graves modifications. — En résumé, la question de la grêle semble se relier, par une foule de points, à celle du déboisement. »

« Ajoutons à ces renseignements de M. Jolissaint, que de divers points du Jura, des environs de Bâle, de Neuchâtel, de Concise (canton de Vaud), on nous a signalé des faits analogues. Dans certaines localités du vignoble, au bord du lac de Neuchâtel, le déboisement a rendu plus fréquente la chute de la grêle sur le vignoble lui-même. Telle forêt, dans telle possession, servait de rempart et forçait la grêle à continuer sa route dans la vallée supérieure. Voilà donc un mode d'action.

» On nous a donné les détails suivants sur un autre mode.

» Lorsque la forêt est sur pied et que les arbres sont élevés, ce barrage force le courant d'air qui charrie la grêle, de passer dans un point plus élevé de l'atmosphère. Cette différence de hauteur suffit pour prolonger le parcours et faire arriver la grêle dans le lac, tandis que, lorsque la forêt est coupée, le parcours en est moins élevé et plus court: elle tombe alors sur le vignoble.

» Les observations suivantes ont été faites à Montreux, par M. Dorelincourt, vieillard jouissant d'une grande mémoire et doué d'un esprit observateur :

« Pendant 10 années consécutives, de 1787 à 1797, la grêle a ravagé, année par année, le vignoble situé entre le Châtelard, Charnex et Vernex; les grêles de 1793 et 1794 ont été désastreuses.

» Bien que dans cette localité la grêle soit encore très fréquente, il semble qu'elle l'est un peu moins que dans le dernier siècle. Plusieurs personnes de la localité voient une coïncidence entre ce fait et la coupe d'une grande forêt de sapins, située au-dessus de Charnex et qui a disparu en 1797. Quoi qu'il en soit, il paraît bien que c'est depuis cette année-là que la grêle est moins fréquente au-dessous de Charnex. »

« Voici donc une observation qui paraît amener un résultat inverse de celui que nous eussions obtenu d'après la théorie énoncée plus haut. La différence consiste peut-être en ce que les forêts coupées *dans le Jura* étaient situées dans la direction de l'W, direction ordinaire que prend la grêle, tandis que la forêt de Charnex se trouve au NE, direction dans laquelle l'orage peut continuer sa route.

» L'ensemble de ces faits doit engager les naturalistes à étudier ces rapports avec le plus grand soin, et à prendre les renseignements les plus précis sur l'influence du déboisement pour la direction des vents. On arrivera plus vite à des résultats utiles par cette méthode-là que par le moyen des paragrêles. »

Plus loin, M. Blanchet résume les observations relatives à l'orage du 22 octobre 1853 de la manière suivante : 1° La grêle a marché du SW au NE. 2° Elle a évité le relief du Lomont et du Mont-Terrible (Ajoie). 3° Elle a évité les contrées boisées qui s'étendent au pied des derniers plateaux jurassiques. 4° Elle a frappé essentiellement la région de ces plateaux. 5° Elle a été particulièrement intense dans les lieux les plus largement découverts. 6° Elle paraît avoir évité les massifs de haute futaie.

Ce rôle protecteur des forêts convenablement placées ne se manifeste pas toujours aussi nettement, et il nous paraît peu prudent d'établir actuellement des règles générales. On voit, en effet, des orages très importants, tels que ceux du 7 au 8 juillet et du 8 juillet 1875, traverser des chaînes de montagnes hautes de 1500 à 2000 mètres au-dessus de la mer (environ 1100 à 1600 mètres au-dessus de la surface du lac) sans que leur vitesse ou leur direction ait été notablement modifiée. Quelques-unes des montagnes franchies, comme le Jura et les Voirons

d'une part, celles de Sallanches et d'Annecy d'autre part, étaient couvertes de forêts qui n'ont ni arrêté, ni valablement modifié la forme ou le volume des grêlons ¹.

Les renseignements que nous avons reçus relatifs aux orages de grêle de 1881 n'apportent guère de faits nouveaux sur cette question; nous pouvons constater seulement que l'orage du 21 juillet a atteint aussi bien les localités situées en pleine forêt, telles que le Pré-de-Joux près du Mollendruz, que celles situées au pied des flancs boisés du Jura. En outre, M. Chuard, président de la commission chargée d'apprécier les dégâts causés par la grêle, nous écrit: « L'intensité de l'orage a été, en général, beaucoup plus considérable le long des cours d'eau, même de petits ruisseaux, et *près des forêts* qu'ailleurs.

D'un autre côté, M. Delessert, directeur du 2^d arrondissement postal, nous a dit qu'une vigne, située au levant de Malley (près Lausanne), protégée par le bois de Vaux, n'a pas été grêlée depuis 23 ans.

Des études générales et poursuivies pendant de longues années sont encore nécessaires pour arriver à déterminer dans quelles conditions les forêts ont une action, et quelle est la nature de leur influence sur les contrées au milieu desquelles elles se trouvent. Nous attirons vivement sur cette question l'attention de nos collaborateurs.

Phénomènes électriques qui accompagnent les orages de grêle.
Tous les observateurs signalent des phénomènes électriques plus ou moins intenses, accompagnant les orages de grêle dont ils ont été les témoins; parmi ces observations quelques-unes méritent d'être relevées:

Pendant l'orage du 21 juillet, à Mont-la-Ville un calme plat et lourd à la surface de la terre a précédé la chute de grêle, mais dans l'atmosphère les nuages se dirigeaient de tous les côtés à la fois, un dégagement formidable d'électricité a accompagné la chute, roulement continu de tonnerre (p. 163).

A l'Isle, les éclairs étaient assez nombreux et avaient la forme sinueuse verticale (p. 164); de même à La Sarraz.

Orage du 21 août. A Vuarrens, un gros nuage gris-noir, de grande épaisseur, se forma, on entendit un coup de tonnerre de force moyenne, puis, pendant deux ou trois minutes, le roule-

¹ *Contributions à l'étude de la grêle.* D. Colladon, p. 11.

ment d'un tonnerre lointain et la grêle commença à tomber (p. 170).

A Granges, plusieurs coups de tonnerre très violents (p. 174).

A Vevey, le tonnerre a précédé et suivi la chute, mais il n'y a pas eu de coup de foudre pendant sa durée (p. 176).

A la Tour-de-Peilz, le 24 août, à 5 h. du matin, l'orage commença par de nombreux éclairs, suivis de détonations semblables à des coups de mine, mais beaucoup plus fortes. A la fin c'était un roulement continu, accompagné d'éclairs en tous sens (p. 180). A Corsier, à 4 h. 56 m. du matin, on entendit un coup de tonnerre suivi à court intervalle d'un second, semblable à un coup de canon, mais sans roulement prolongé; un troisième coup précéda la véritable averse. Pendant la durée de la chute de grêle, les éclairs se succédèrent rapidement (p. 181).

Pendant l'orage du 31 août, à St-Triphon, la chute de grêle a été précédée et accompagnée de coups de tonnerre.

Comme on le voit, tous les observateurs sont d'accord pour indiquer un dégagement considérable d'électricité avant et pendant la chute de grêle; il paraît être moins abondant après. On peut se demander si c'est à cause de l'état électrique des nuages que la grêle se forme ou si l'électricité produite pendant l'orage n'est qu'un effet qui accompagne la formation de la grêle.

La plupart des physiciens admettent que les nuages sont électrisés et que cet état électrique provient de l'accumulation sur chacun des globules ou des vésicules qui constituent le nuage de l'électricité existant antérieurement dans l'air. Quant à la distribution de l'électricité, certains auteurs admettent que le nuage, considéré comme un tout, est électrisé à sa surface seulement; il se comporte alors comme un corps solide électrisé, pouvant agir par influence sur d'autres nuages ou sur le sol. D'autres¹ admettent, au contraire, que les vésicules formant le nuage ont chacune leur état électrique particulier, que ces globules séparés les uns des autres conservent leur isolement, et, par conséquent, leur électricité individuelle; il en résulterait alors que le nuage serait électrisé non-seulement à sa surface formée par la couche extérieure des globules qui le constituent, mais aussi dans l'intérieur; de la Rive cite à l'appui de cette

¹ Voir De la Rive. *Traité d'électricité théorique et appliquée*. T. III, pages 113 et suivantes.

dernière manière de voir le fait qu'un électroscope placé au milieu d'un brouillard ou d'un nuage poussé par le vent indique des variations continuelles dans l'état électrique du milieu dans lequel il se trouve. — Dans l'une ou l'autre de ces hypothèses, chaque goutte de pluie, chaque flocon de neige, et aussi chaque grêlon qui se forme, se chargerait de l'électricité du milieu dans lequel il s'est produit et apporterait avec lui cette électricité en tombant sur le sol. Les expériences directes montrent, en effet, que les grains de grésil qui arrivent sur le sol sont électrisés¹; il en est de même des chutes de pluie et de neige: au début de la chute, les électromètres indiquent des variations très rapides de l'état électrique de l'air.

L'hypothèse qui consiste à considérer le nuage comme un corps conducteur continu, électrisé à sa surface, soulève plusieurs objections, dont la principale est qu'il est difficile de préciser ce qu'est la surface d'un nuage. La seconde hypothèse, d'après laquelle chacun des globules d'eau qui constituent le nuage conserverait son état électrique particulier, vient se heurter à une autre difficulté; on ne comprend pas, en effet, comment des globules isolés, librement suspendus dans l'espace et électrisés tous de la même manière dans une même région d'un nuage, peuvent rester voisins; ils doivent se repousser et le nuage doit se dissiper par le fait même de son électrisation. Ces critiques, formulées avec beaucoup de clarté par M. W. Spring², l'ont amené à chercher une autre cause de la production de l'électricité à haute tension pendant les orages et tout particulièrement pendant les orages accompagnés de grêle. Les idées de M. Spring étant encore peu répandues, nous croyons qu'il ne sera pas sans intérêt de les exposer en quelques mots et d'indiquer quels sont les faits observés pendant l'année 1881 dans le canton de Vaud qui militent en leur faveur.

M. Spring rappelle d'abord combien il est difficile dans une atmosphère humide d'obtenir des manifestations d'électricité ayant une forte tension; il est donc difficile aussi que dans un nuage formé de vésicules d'eau séparées par de l'air saturé de vapeur et entouré de vapeur prête à se condenser, l'électricité

¹ *Le siège des orages et leur origine.* W. Spring. *Revue scientifique*, 3^{me} série, 12 août 1882, p. 196. — Observation de M. Melsens et Observation de M. Colladon.

² *Le siège des orages et leur origine.* Loc. cit.

puisse atteindre l'énorme tension nécessaire pour la production des éclairs. Il faut donc chercher une source de l'électricité qui se produit pendant les orages qui permette de comprendre l'accumulation en certains points de quantités considérables de cet agent, sans qu'il puisse disparaître constamment par une diffusion continue telle que celle qui doit se produire dans un nuage.

Quelques observations faites en Suisse par M. Spring lui ont donné, à ce qu'il suppose, l'explication cherchée et lui permettent de fixer le siège de l'électricité pendant les orages. Voici quelques-uns des faits observés :

« Le 19 du mois d'août de l'année dernière, mon ami E. De-liège et moi, nous sommes partis d'Imhof, en compagnie de deux guides, pour faire l'ascension de l'Ewigschneehorn, montagne de l'Oberland bernois, dont le sommet est à l'altitude de 3331 mètres. Le premier jour, nous nous sommes élevés, comme on a coutume de le faire du reste, jusqu'à l'Urnernalp, à 2198 mètres; là, on rencontre, pour passer la nuit, une hutte de pâtre. Le ciel avait été serein. Toutefois la journée chaude et humide faisait pressentir l'orage auquel nous devions assister la nuit. Il éclata vers une heure du matin, ou, du moins, il nous tira alors de notre sommeil. Il sévissait en pleine énergie, et nous pûmes constater ce fait inattendu qu'il ne tombait sur notre cabane aucune goutte de pluie, mais qu'elle était en butte à une décharge nourrie de grêlons parfaitement secs. Ceux-ci tombaient sur les planchettes formant le toit de la hutte et rebondissaient avec un bruit sec, ou, pour mieux dire, avec un vacarme assourdissant, sur le sol d'alentour. De temps en temps, il y avait une recrudescence brusque dans l'intensité de la grêle, et au même moment se produisait un éclair accompagné d'un coup de tonnerre. Le fracas de la grêle n'a pas permis d'entendre si le bruit du tonnerre était accompagné ou non d'un roulement. Il nous a chaque fois paru comme un formidable coup de canon. Ceci dura environ une demi-heure en conservant le même caractère. La grêle devint ensuite moins bruyante, l'orage s'éloignait; quelques gouttes de pluie commençaient à tomber; et, à mesure qu'elles augmentaient en nombre, les éclairs, et partant les coups de tonnerre, devinrent de plus en plus rares. Ils cessèrent entièrement lorsque la grêle fit complètement place à la pluie.

» Nous nous étions évidemment trouvés au cœur même de

l'orage. Comme le tonnerre se faisait entendre au moment de l'éclair, nous avons été aussi près que possible du lieu de neutralisation de l'électricité. Or, il n'y avait au-dessus de nous, dans l'atmosphère, aucune condensation d'eau à l'état de pluie et l'orage a cessé sitôt que celle-ci a paru; on ne peut donc admettre que le siège de l'électricité se soit trouvé à la surface des nuages; mais on est obligé de conclure qu'il se trouvait peut-être à la surface sèche des grêlons; ceux-ci s'étaient formés, ne l'oublions pas, dans un milieu où la température était beaucoup au-dessous de 0°.

La seconde observation est décrite comme suit :

« Quelques jours après l'ascension de l'Ewigschneehorn, j'ai pu faire une observation confirmant la précédente. Je me rendais, le 24 août, de la chute de la Tosa, avec mes amis P. Heuse et E. Deliège, à Airolo, par le col de San-Giacomo. C'est ce jour qu'il s'est déchaîné sur la Suisse un orage qui a contribué, pour une large part, au débordement des rivières et aux pertes matérielles qui en ont été la conséquence. Il pleuvait fortement déjà lorsque nous quittâmes l'auberge de la Tosa; mais, en nous élevant sur la montagne, nous fûmes exposés de plus en plus à une pluie très froide mélangée, cette fois, de grêlons. Force nous fut de nous réfugier dans une hütte de pâtre. L'orage, très intense, était au-dessus de nous; le temps écoulé entre l'éclair et le coup de tonnerre suivant n'a jamais été moindre de deux secondes. Lorsque nous pûmes sortir de notre refuge, un spectacle intéressant s'offrit à nos yeux : les nuages, à peu près dissipés, laissaient voir toutes les montagnes environnantes couvertes, à partir de leur sommet, d'une couche de grêlons leur donnant un aspect de montagnes neigeuses. Cette couche s'étendait jusqu'à un niveau paraissant parfaitement horizontal, en dessous duquel sortait la roche nue. Ici, également, le siège de l'orage ne s'était trouvé que dans la région de la grêle sèche. Là où la grêle fondait, la tension électrique n'était plus suffisante pour occasionner une neutralisation brusque de l'électricité. »

La troisième observation est relative à la formation de la grêle elle-même :

« En quittant Macugnana, petit village situé au pied italien du Mont-Rose, pour franchir le Monte-Moro, nous avons pu

constater, dès notre mise en route, que la pluie qui tombait dans la vallée n'était que de la glace fondue. Nous arrivâmes bientôt dans les nuages marquant la limite entre la région plus chaude et la région plus froide de l'atmosphère. L'opacité du brouillard était très grande et il tombait toujours un mélange d'eau, de neige et de grêle. Enfin, quelques centaines de mètres plus haut, sortis du brouillard humide, nous nous sommes trouvés plongés dans un véritable brouillard de glace, ou pour mieux dire, dans un amas de cristaux de grésil dont les facettes brillaient à nos yeux dès que leur chute les amenait sous un angle voulu. Le sol était couvert d'une croûte épaisse de glace allant s'épaississant toujours et rendant la marche très difficile. Des blocs de rochers isolés, mieux exposés sans doute à la pluie de glace, en étaient couverts sous une épaisseur considérable. Tout le sol, en un mot, était comme une glu à laquelle chaque parcelle de glace restait attachée sitôt qu'elle l'avait atteinte. On avait là un exemple frappant du phénomène du regel. Cette glace ne nous a pas moins épargnés que le sol. Les parties de notre corps non conductrices de la chaleur, ainsi que nos habits, se couvraient, avec une rapidité étonnante, d'une couche épaisse de glace. Au bout de moins de deux heures, notre barbe, par exemple, était comme enracinée dans un bloc de glace impossible à enlever, pendant sur la poitrine et dont le poids n'était certes pas loin d'un kilogramme. Les habits, et surtout le chapeau, étaient couverts d'une couche épaisse, opaque, ayant tous les caractères de la glace des grêlons.

» A travers ce brouillard de grésil dont la température devait être certainement inférieure à 10° ou 15° au-dessous de zéro, tombaient des particules de glace beaucoup plus grosses qui se nourrissaient évidemment de toutes celles qu'elles rencontraient en chemin.

» Chaque grêlon de tout volume, depuis le plus petit jusqu'au plus gros, n'est donc que le résultat de l'union, par regel, d'un grand nombre de cristaux de grésil : on peut dire de lui qu'il est le produit d'une avalanche de glace qui traverse un brouillard de grésil. Mais, pendant que ces cristaux microscopiques se réunissent ainsi par milliards et subissent le regel en des blocs de glace, il y a une surface libre énorme qui disparaît dans un corps non conducteur de l'électricité, *la glace*, et en présence d'un autre corps non producteur, *l'air sec*. Comme mon ami, M.

Van der Mensbrugge, et moi, nous l'avons montré¹ il y a six années déjà, à cet engoulement énorme de surface doit correspondre un développement très grand d'électricité; le frottement des grêlons contre l'air pourra l'augmenter encore, si toutefois l'électricité qu'il développe est de même sens. N'est-il pas évident, d'après cela, que le véritable siège de l'électricité des orages, le véritable lieu de sa production sous forte tension, se trouve dans les parties froides et sèches de l'atmosphère où la condensation de la vapeur d'eau n'a pas lieu sous forme de globules liquides, mais bien sous forme de cristaux solides. »

Quelques-unes des observations faites dans le canton pendant l'année 1881 s'accordent avec celles de M. Spring; ainsi le fait de chutes de grêle plus abondantes sur les hauteurs que dans les vallées, les grains pouvant être, du reste, plus petits, est signalé par M. A. Desgraz, pendant l'orage du 24 août à Vevey, en ces termes : « La chute paraît avoir été plus forte du côté de Clarens et de la montagne, car, à 7 h. du soir, les Pléiades (1368^m) et le Folly (1759^m) étaient encore recouverts de glace qu'on distinguait parfaitement depuis Vevey. »

M. Burnier, à Cuves (Pays-d'Enhaut), décrivant l'orage du 21 août, dit : « Après le passage de la colonne de grêle, on pouvait voir sur les hauteurs (à 1500^m d'altitude) de la rive droite de la Sarine (Alpes vaudoises) et de la rive gauche (Alpes fribourgeoises), et jusqu'à une distance horizontale de 3 à 4 kilomètres, des places isolées et blanches d'une étendue approximative d'un hectare, résultant de l'amoncellement des grêlons qui ont dû rouler des pentes supérieures. »

L'orage du 24 août offre la même particularité. Le mont Pèlerin était couvert d'une couche de grêle assez forte pour qu'il parût blanc en certains endroits et blanchâtre à d'autres.

Les phénomènes électriques qui ont accompagné les orages de grêle en 1881 ont été déjà indiqués avec détails, nous n'avons pas à y revenir; remarquons seulement que plusieurs observateurs signalent le fait que le dégagement d'électricité est parti-

¹ G. Van der Mensbrugge. *Application de la thermodynamique à l'étude des variations d'énergie potentielle des surfaces liquides*, etc. (*Bulletins de l'Académie de Belgique [Ciel et terre, n° 3, avril 1881]*. T. XLI, 1876.) — W. Spring. *Sur le développement de l'électricité statique, et Sur l'écoulement du mercure par un tube capillaire*. *Ibid.*, T. XLI, 1876.

culièrement abondant pendant la chute de grêle. Ainsi M. Liausun, décrivant l'orage du 24 août, dit : « L'orage a commencé par de nombreux éclairs, etc.; à la fin c'était un roulement continu accompagné d'éclairs en tous sens » (p. 180).

M. Emile Davall, décrivant le même orage, ajoute : « Pendant la durée de l'averse de grêle, les éclairs se sont succédé rapidement. »

Les autres observations contenues dans la première partie de ce mémoire énoncent toutes à peu près de la même manière le fait que : des coups de foudre nombreux ont précédé et accompagné la chute de grêle.

C'est en s'appuyant sur des faits tels que ceux qui précèdent que M. W. Spring essaye d'expliquer la formation de l'électricité pendant les orages. D'après l'auteur, les phénomènes électriques qui accompagnent les chutes de grêle sont la conséquence de la formation et de la chute de la grêle. Cette électricité serait produite d'abord par la formation des grêlons eux-mêmes, qui résultent de la juxtaposition de cristaux de grésil électrisés par le fait que l'air dans lequel il se sont formés est lui-même électrisé; en outre, le frottement des grêlons contre l'air sec et froid qu'ils traversent serait une seconde source d'électricité. M. Spring en conclut « que l'apparition d'un orage est subor- » donnée à une condensation brusque de la vapeur d'eau de » l'atmosphère, non pas à l'état de brouillard, mais à l'état de » grésil sec. La source d'électricité se trouverait dans les rup- » tures d'adhérence de l'air aux particules de grésil; l'influence » électrique porterait ensuite l'électricité accumulée sur chaque » parcelle de glace, sur les parcelles formant la limite de la » région glacée. »

Quelle que soit la valeur des hypothèses de M. Spring¹, le

¹ L'idée que l'électricité qui se manifeste pendant les orages de grêle est produite par la formation de la grêle elle-même a déjà été émise, il y a trente ans, par M. Rod. Blanchet, dans sa *Notice sur la grêle qui a ravagé le canton de Vaud, le 23 août 1850.*

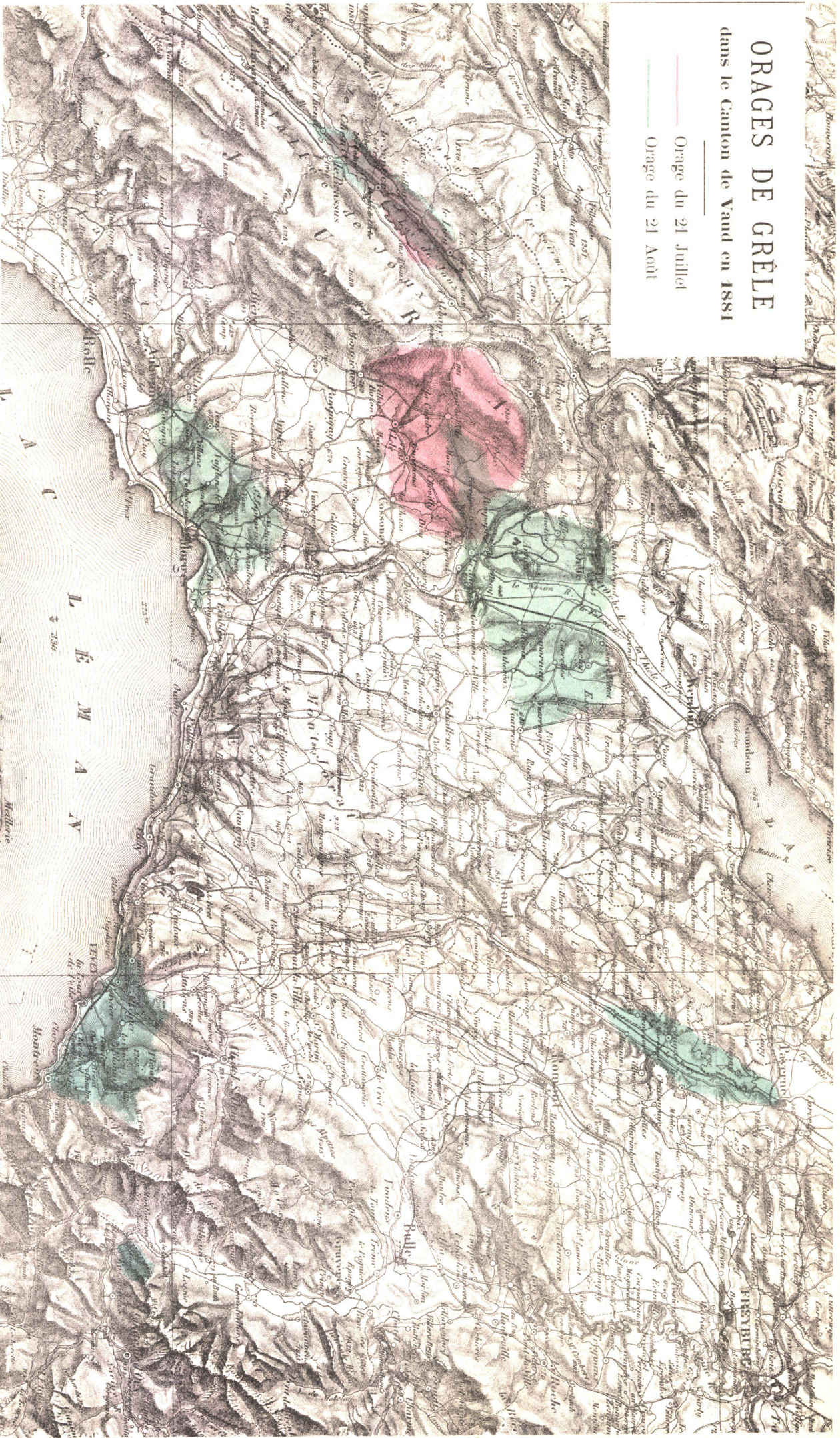
Voici les dernières lignes de ce mémoire :

« Quant à l'électricité, nous ne croyons pas qu'elle joue un rôle actif dans la formation de la grêle : l'électricité est le résultat soit du frottement de l'air dans les parties où les courants se rencontrent, soit du passage de l'eau de l'état de vapeurs à l'état de glace; c'est un effet et non une cause.

ORAGES DE CRÊLE

dans le Canton de Vaud en 1881

— Orage du 21 Juillet
— Orage du 21 Août



M. G. Chapuis, Landstrasse

Fig. 1.

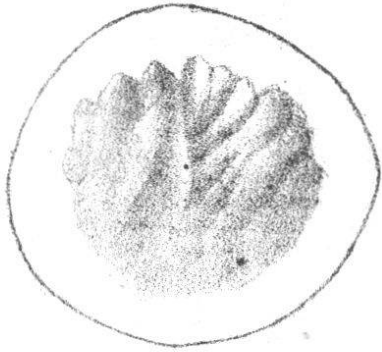


Fig. 2.

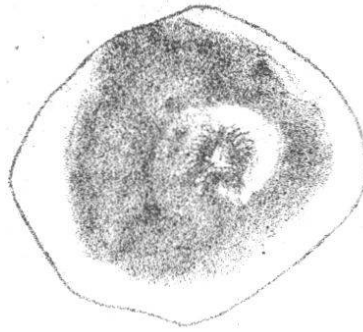


Fig. 3.



Fig. 4.

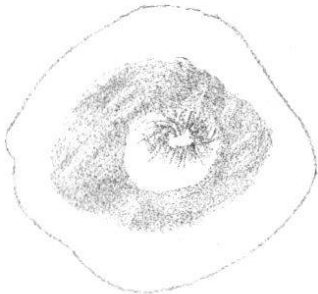


Fig. 6.



Fig. 7.



Fig. 5.

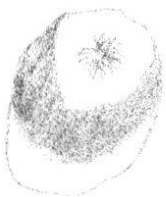


Fig. 8.

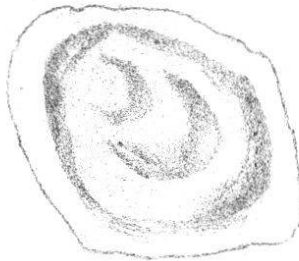


Fig. 9.

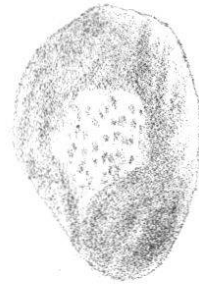


Fig. 10.



Fig. 11.

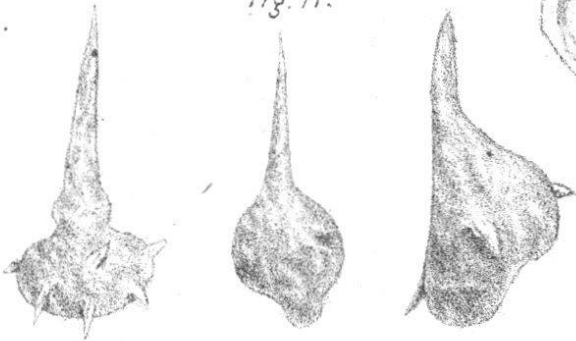


Fig. 13.

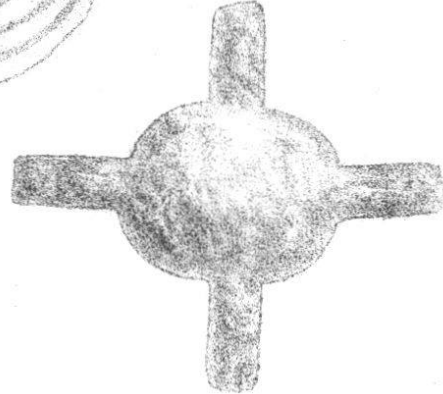


Fig. 12.

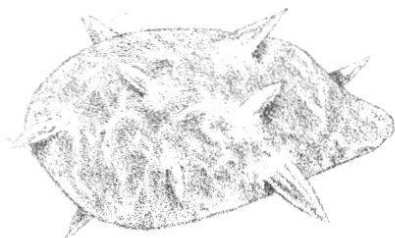
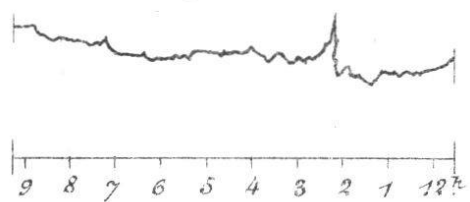


Fig. 14.



mécanisme de la formation de la grêle n'est pas expliqué et de nombreuses observations sont encore nécessaires avant qu'on connaisse exactement quelles sont toutes les conditions qui concourent à la formation de la grêle et à la répartition des orages ; nous terminerons donc ce trop long mémoire en attirant encore l'attention de ceux qui ont bien voulu nous aider sur l'importance qu'il y a à continuer les observations commencées. Aux questions que nous posions dans notre circulaire, on voit qu'il importe d'ajouter l'étude *de l'influence que les forêts peuvent avoir sur la répartition des orages, et l'étude des chutes de grêle à la montagne.*

Explication de la planche X.

- Fig. 1. *a)* Glace opaque.
b) Glace transparente.
- Fig. 2. *a)* Glace à structure rayonnée.
b) Glace transparente.
c) Glace opaque.
- Fig. 3, 4, 5, 6. Formes et structure de divers grêlons.
- Fig. 7 et 8. Coupes transversales de grêlons montrant les couches concentriques de glace opaque et de glace transparente.
- Fig. 9. *a)* Glace à texture grenue et poreuse fondant plus rapidement que la couche *b*.
- Fig. 10. Fragment de grêlon montrant les couches concentriques.
- Fig. 11 et 12. Grêlons tombés à Mont-la-Ville le 21 août, la majeure partie des grêlons avaient les formes représentées dans la figure 12, ils étaient hérissés d'aiguilles de glace.
- Fig. 13, représente la forme et la grandeur de grêlons observés à Mont-la-Ville.
- Fig. 14, reproduit la courbe tracée par le baromètre enregistreur de l'Académie de Lausanne le 21 août 1881.

