

Note sur quelques effets de la foudre

Autor(en): **Dufour, Henri**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles**

Band (Jahr): **22 (1886)**

Heft 95

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-260965>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

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

NOTE SUR QUELQUES EFFETS DE LA FOUDRE

PAR

Henri DUFOUR

professeur de physique à la Faculté des Sciences de l'Académie de Lausanne.

(Planches VI, VII et VIII.)

Les beaux travaux de M. le professeur D. Colladon, de Genève¹, sur les effets de la foudre sur les plantes et les diverses notes publiées dès lors par ce savant sur cette question², ont montré l'intérêt et l'importance que peuvent avoir les observations faites immédiatement après un coup de foudre. Quoiqu'on ait déjà beaucoup d'observations de cette espèce, nous pensons que la description des effets singuliers produits par trois coups de foudre importants sera de nature à intéresser les météorologistes.

En 1884, au mois de juin, la foudre tombait à Penthelaz sur une maison d'habitation ayant grange et écurie. La décharge atteignait un poinçon en bois de sapin soutenant le milieu du faite; un grand clou planté dans le faite paraît avoir été le premier point frappé. En suivant le poinçon de sapin, la foudre projetait des éclats de bois dans diverses directions. La partie inférieure de la poutre de sapin reposait sur une poutre verticale en chêne; arrivée dans cette région, la décharge paraît avoir ralenti sa marche et quelques effets de carbonisation commençaient à se produire; heureusement le propriétaire, qui était présent, put éteindre immédiatement ce commencement d'incendie. En descendant le long de la poutre de chêne, le sillon tracé par le fluide suit partout les sinuosités des fibres du bois, en un point même on voit le sillon se bifurquer autour d'un nœud, pour se réunir ensuite en un sillon unique.

La décharge, arrivée au bas du trajet vertical qu'elle avait parcouru jusque-là, ne trouvait aucune issue directe vers le sol, car la poutre de chêne verticale reposait sur une poutre horizontale aussi en chêne, dont les deux extrémités étaient encas-

¹ Effets de la foudre sur les arbres et sur les plantes ligneuses (*Mémoires de la Soc. de physique et d'histoire naturelle de Genève*, vol. XXI, p. 501).

² *Archives des sciences physiques et naturelles*.

trées dans deux murs de la maison. Cette poutre faisait en même temps partie de la paroi de séparation de l'écurie et de la grange ; des anneaux en fer fixés à gauche et à droite de la poutre verticale par laquelle arrivait la décharge étaient les points d'attache de deux chaînes servant de colliers pour deux vaches. La foudre ne pouvant trouver d'issue facile jusqu'au sol que par la chaîne de fer et le corps des vaches, suivit cette route, qui était celle de moindre résistance, et, trouvant un sol humide, suivit une coulisse de purin qui arrivait, en passant sous le seuil de l'écurie, à un creux également rempli de purin.

Etant donné le point atteint le premier et les résistances relatives des diverses parties de la maison, il nous a paru incontestable que dans ce cas la route suivie par la foudre était bien celle qui présentait la moindre résistance électrique. Nous n'avons pu voir par nous-mêmes les effets produits sur les corps des vaches, on nous a dit que l'une était couchée sur le flanc et l'autre tombée sur les genoux ; l'une et l'autre ont été tuées du coup, les cadavres ont été enlevés au bout de très peu de temps à cause de la putréfaction rapide qui ne tarda pas à se déclarer.

Le second coup de foudre, dont nous avons pu étudier avec détail les effets, est celui qui frappa le 4 juin 1886 une vigne appartenant à M. E. Borgeaud et située au S.-W. du village de Pully. L'importance des dégâts causés par la décharge et le fait que nous avons pu suivre les diverses phases de l'orage et ses effets sur la vigne, nous engagent à en donner une courte description.

Le 4 juin, entre 4 et 5 h. du soir, nous observions depuis une campagne située au N.-E. de Lausanne, la marche d'un orage qui venait du S.-W. et atteignit surtout la partie orientale de la ville et les campagnes environnantes. A 5 $\frac{1}{4}$ h. un éclair de forme sinueuse, aux bords indécis, et qui nous frappa par la largeur apparente, parut tomber sur une rangée de maisons du village de Pully, la partie inférieure de l'éclair était cachée pour nous par les maisons. Cet éclair, suivi très rapidement d'une violente décharge, n'était donc pas très éloigné, ce fut l'un des derniers de l'orage, qui ne tarda pas à se dissiper.

Le surlendemain, 6 juin, une lettre de M. le prof. Schnetzler m'annonçait que la foudre était tombée le 4 juin dans une vigne ; mon savant collègue me faisait part en même temps du résultat des observations qu'il avait faites sur les sarments et les feuilles qu'on lui avait apportées ; ces intéressantes observations,

qu'il a eu l'obligeance de compléter plus tard, seront décrites plus loin. J'ai visité la vigne pour la première fois le 8 juin, puis de nouveau le 11 juin, où j'ai procédé à des mesures exactes de l'étendue des surfaces atteintes; enfin le 4 août j'y suis retourné, pour voir jusqu'à quel point la végétation avait été arrêtée.

Pour mesurer l'étendue des surfaces touchées, on a tendu des rubans blancs de cep en cep tout autour de la région atteinte, puis mesuré exactement les diverses dimensions de ces zones qui ont été rapportées sur un plan au $\frac{1}{500}$ (extrait du cadastre). La planche VI est une copie réduite de ce plan.

On voit que trois régions principales, séparées par des zones indemnes, ont été atteintes; tous les ceps de chaque région ne montrent pas des traces du passage de la foudre, cependant le nombre des ceps compris dans ces zones et ne présentant aucune trace de foudroiement est excessivement restreint. Dans chaque zone il y a des différences assez grandes entre les ceps; on trouve habituellement une région plus ou moins centrale plus fortement atteinte que le reste, non-seulement les feuilles supérieures et les derniers rameaux sont atteints, mais les fortes feuilles près du cep présentent aussi des traces de brûlure, les sarments sont brunis et raccornis jusque près du cep, les grappes sont flétries. Un point indiqué par la lettre E de la planche VI paraît avoir été plus violemment frappé que tous les autres; le cep était complètement dépouillé de feuilles et de sarments, l'écorce même était enlevée en partie, l'échalas avait été réduit en fragments très ténus, divisés suivant les fibres du bois. A trois mètres environ de ce cep, un échalas resté debout portait la trace produite par l'arrachement d'une esquille de 20 centimètres environ de longueur enlevée au milieu de l'échalas. La vigne, au moment de l'accident, n'était pas encore attachée et ses hautes pousses dominaient presque partout les échalias.

Il vaut la peine de remarquer qu'un pêcher de vigne occupant à peu près le milieu de la tache C, n'a souffert en aucune manière, quoiqu'il fût jeune, bien feuillé et dominât de beaucoup les ceps qui l'entouraient.

Les surfaces atteintes sont les suivantes :

1°	Zone A	=	411 ^{m²}
2°	Id. A ₁		166 ^{m²}
3°	Id. B		83 ^{m²}
4°	Id. C		835 ^{m²}

Soit une surface totale de 1495^m² ou près de 15 ares. Les zones A et A₁ ne forment qu'une seule tache partagée par un sentier, la zone B a une forme sensiblement elliptique. On voit que l'ensemble total des taches forme une zone ovale dont le grand axe est orienté du S.-W. au N.-E., la ligne de plus grande pente suit à peu près la direction N.-S. Le point le plus fortement frappé est le point E.

Les effets produits sur la plante, qui était alors en pleine végétation, et dont les menus rameaux, jeunes feuilles et vrilles dépassaient les échelas, méritent une mention spéciale; mon savant collègue, M. le prof. Schnetzler, m'écrivait à ce sujet: « Le lendemain du jour où la foudre est tombée dans la vigne, » on trouvait sur une surface d'environ 5 ares les sarments et » les jeunes pousses de la vigne flétris et pendants. L'épiderme » avait bruni, il était contracté, plissé, déchiré par places. Le » cambium, le bois et la moelle présentaient une coloration » d'un gris brun. Le limbe des feuilles était en partie déchiré, » les bords et le sommet desséchés, comme grillés, les jeunes » feuilles supérieures étaient entièrement roussies. Les pétioles » des feuilles inférieures et les bourgeons étaient intacts, tandis » que ceux des feuilles plus élevées étaient desséchés à leur » base, plus haut encore ils étaient complètement secs. Les » vrilles présentaient un aspect singulier, la partie inférieure » était desséchée, contractée, tandis que le sommet était encore » vert et d'un diamètre double de celui de la partie contractée. » Les vrilles supérieures étaient entièrement desséchées. Le » protoplasma des cellules était tué, car il absorbait rapidement » les matières colorantes. Les grains de chlorophylle des parties » endommagées étaient agglomérés et décolorés. »

Ces observations, faites sur quelques sarments apportés par le propriétaire, ont été complètement confirmées par l'examen de la vigne. Nous n'avons que quelques résultats à y ajouter.

La planche VII donne une vue d'ensemble des divers effets produits soit sur les grandes feuilles, soit sur les vrilles et sur les menus rameaux, les ombres indiquent les parties atteintes par la foudre. Sur les grandes feuilles pleinement développées, telles que A et B, les régions couvertes de hâchures étaient d'un rouge de rouille tranchant vivement sur la partie restée verte de la feuille. Le pétiole avait une teinte noire, surtout dans la partie C qui le rattache au limbe; il avait perdu aussi, dans cette partie, sa fermeté habituelle; la partie du pétiole

qui pénètre dans le sarment était ordinairement moins atteinte et avait conservé la couleur d'un vert jaunâtre. Les feuilles supérieures et les vrilles avaient une teinte vert noirâtre et étaient presque entièrement flétries. Le sarment présentait ordinairement un aspect singulier; la région comprise entre deux nœuds était fortement rétrécie dans le sens transversal, comme comprimée, de couleur brune (les sarments sains étaient, à cette époque, très verts et gonflés de sève); les nœuds, qui avaient beaucoup moins souffert, conservaient leurs dimensions et leur couleur habituelles; il en résultait, par un effet de contraste, qu'ils paraissaient plus gros que d'habitude; la couleur des nœuds était verte, surtout dans les parties latérales auxquelles s'attachent les pétioles des feuilles. Quelques coupes transversales faites au travers des diverses parties du nœud montrent que la moelle est de couleur grise; tous les tissus de la plante ont plus ou moins souffert, sauf le tissu herbacé qui, lorsqu'il est très abondant, comme c'est le cas dans les nœuds, tranche par sa couleur verte sur la couleur grise ou brune des autres tissus; en même temps, on constate que, tandis que le protoplasma des tissus affectés est complètement mort (il absorbe les matières colorantes), celui du tissu herbacé est resté intact. Les vaisseaux spirifères ont parfois leur spirale de cellulose complètement colorée en brun.

Un fait nous a frappé, c'est combien, en traversant les divers tissus de la plante, la foudre a localisé ses effets sur ceux qui présentaient la plus grande résistance, tandis que les tissus riches en liquide, fortement remplis de sève, sont restés inaltérés; on constate, en outre, combien le passage de la décharge, divisée sur la grande surface du limbe des feuilles, s'est concentrée pour traverser le pétiole et a produit sur les parties les plus minces de cet organe les effets les plus importants.

Le 8 juin, la vigne paraissait bien malade, et propriétaire et vigneron pensaient devoir tailler abondamment les sarments les plus fortement atteints, croyant qu'ils allaient sécher; je les engageai à attendre quelque temps, espérant que, puisque une partie des tissus, contenant encore beaucoup de sève, avaient résisté, le mal serait encore en partie réparable. Cette prévision s'est réalisée; j'ai visité la vigne le 4 août, soit deux mois après le coup de foudre; un observateur non prévenu ne se serait pas douté à première vue que la vigne avait été foudroyée, les sarments avaient repris leur volume normal, les raisins avaient

grossi, de nouvelles pousses s'étaient développées et la récolte de l'année 1886 ne paraît pas être compromise ; cependant, en observant plus attentivement, on reconnaît bien sur les bois, sur les pétioles des feuilles et sur la queue de la grappe des traces très visibles des effets de la décharge : elles se manifestent surtout par des taches noires ou brunes, rugueuses au toucher, sortes de cicatrices de tissus subéreux qui permettent de distinguer facilement les sarments fortement atteints de ceux qui n'ont pas été touchés. L'état du bois n'est pas normal et nous ne serions pas étonnés de voir la poussée de l'année prochaine un peu compromise par ce fait. — Un seul cep a dû être remplacé, c'est celui qui occupait la position E, pl. VI ; il avait été, en effet, comme nous l'avons dit, complètement dépouillé de sarments.

Le troisième coup de foudre dont il nous paraît intéressant de décrire les effets, est celui qui est tombé le 26 juillet 1886 sur la maison de M. Louis Perrin-Perrin, à Ouchy, campagne le *Liseron*. Cette maison est au N.-N.-W. de la gare du chemin de fer funiculaire de Lausanne à Ouchy ; les rails et le câble en fer passent dans une tranchée au pied de la face orientale de la maison. A l'ouest et au nord-ouest de la maison, à une distance de deux à trois cents mètres, sont les bâtiments de l'usine du gaz surmontés d'une haute cheminée, les grandes cloches métalliques du gazomètre et un rideau de peupliers élevés et très feuillés. La maison est de dimension moyenne, soignée de construction, construite surtout en bois et en pierre. La face, tournée à l'ouest (voir pl. VIII, fig. 1), est couverte en partie de plantes grimpantes formant berceau au-dessus d'un perron dont le palier est au niveau d'un premier étage ; ces plantes sont soutenues le long du perron et jusqu'à quatre-vingts centimètres de la fenêtre F au grenier par des fils de fer minces (1^{mm} environ) assez oxydés ; ces fils s'entrecroisent en mailles très lâches fixés par quelques clous et quelques crochets en fer dans le crépi de la muraille ; la balustrade du perron est en fer, ainsi que la main-courante de l'escalier, soutenue par des barreaux en fer scellés dans la muraille ; les fils de fer qui soutiennent les plantes sont fixés au bas du mur du perron à des agrafes en fer, mais ils n'arrivent pas jusqu'au sol. Le berceau de verdure est formé surtout de clématites dont une branche court le long de la face sud de la maison, à laquelle elle est fixée par un fil de fer qui

s'attache à un crochet de fer planté dans une pièce de bois à l'angle sud-est.

Ces détails étaient nécessaires pour permettre de se rendre compte des effets produits par la décharge et expliquent, comme on va le voir, le chemin qu'elle a suivi.

La foudre est tombée sur la poutre du faîte, immédiatement au-dessus du mur situé au sud-ouest; cette poutre était formée de deux pièces rattachées l'une à l'autre par une équerre en fer (*greppe*) profondément plantée dans le bois; l'extrémité E de cette *greppe* (Pl. VII, fig. 2)¹ paraît avoir été la cause des dégâts causés par la foudre à la poutre du faîte; c'est par ce point, en effet, que la pression électrique a agi pour détacher quelques fragments de la poutre et pour les projeter dans diverses directions; l'un de ces fragments, A B, n'a pas été entièrement détaché; la longueur de la partie endommagée de la poutre est de 1^m.50 environ. Cet effet produit par la décharge n'est, du reste, que secondaire, et paraît avoir été produit en passant, car rien n'indique que le fluide ait suivi la poutre. Le chemin suivi par la décharge paraît avoir été en suivant la ligne A C où se trouvait une pièce en fer plat assez mince encastrée dans le mur et touchant, d'une part, à la poutre du faîte, de l'autre, passant derrière le cadre en bois de sapin de la fenêtre F du grenier. A partir de C la décharge paraît avoir suivi l'espagnolette de cette fenêtre, qui était fermée; la poignée de l'espagnolette était à la gauche d'un observateur regardant par la fenêtre; les volets, à jalousies, étaient entrebâillés et crochés. Ne trouvant aucune issue depuis l'espagnolette, la foudre a brisé cinq carreaux de la fenêtre, trois à gauche, deux à droite, pour atteindre un fil de fer tendu horizontalement devant la fenêtre, à l'extérieur, à 80 cent. environ de la tablette de la fenêtre; c'est à partir de ce fil que commence le réseau à mailles lâches des fils de fer qui soutiennent le berceau de verdure formé par les plantes grimpanes dont nous avons parlé plus haut; une partie des dernières branches de la clématite s'élevant sur ce fil et au-dessus de lui ont été flétries, mais depuis là on ne reconnaît aucune trace de la foudre; depuis la base de la fenêtre au fil de fer, quelques taches noires autour de clous et de crochets de fer plantés dans le mur sont les seuls indices du passage de la décharge.

¹ Cette figure représente une vue de l'intérieur du grenier, d'après une photographie.

L'effet du passage de la foudre au travers des cinq vitres de la fenêtre est assez singulier, toutes ces vitres présentaient un système de fissures semblable à celui dont la figure 3 (Pl. VIII) donne une image exacte, étant la copie d'une photographie prise d'après nature. Cet effet est tout semblable à celui qui se produit lorsqu'une glace tombe à plat sur le sol ou rompt sous une pression uniforme¹. C'est une série de fissures parallèles et entrecroisées limitant des fragments en forme de losanges.

La durée de cette décharge paraît avoir été très courte, puisqu'on ne trouve sur aucun fragment de bois des effets de carbonisation; l'effet en a été surtout mécanique et brisant. Cinq personnes occupées dans la maison ont eu une peur bien naturelle, mais aucune suite fâcheuse.

Dans ce cas, comme dans celui de Penthaz, nous reconnaissons que la décharge a suivi la route qui lui présentait le moins de résistance; c'est cette règle qui nous paraît être actuellement la plus certaine dans l'application pour la préservation des bâtiments.

Dans ce dernier cas, comme à Penthaz et ailleurs, rien ne pouvait faire prévoir que tel bâtiment serait atteint plutôt que tel autre; l'orage venait de l'ouest, par conséquent a dû passer sur l'usine du gaz et sur les peupliers situés au nord-ouest de la maison, il semblait que la décharge aurait dû atteindre plutôt ces objets plus élevés et meilleurs conducteurs que la maison frappée. Cependant il n'en a rien été; à Penthaz de même, le clocher élevé de l'église était à une petite distance de la maison frappée, le clocher a été épargné. On pourrait multiplier les faits semblables, qui paraissent inexplicables, si on considère un nuage, comme on l'entend dire encore trop souvent, comme étant une sorte de réservoir d'électricité qui se décharge jusqu'à épuisement à mesure qu'il passe sur des objets élevés et bons conducteurs. En réalité, l'état électrique d'un nuage est éminemment variable et ses variations se font en un temps très court; il est facile de s'en assurer en observant la marche d'un électromètre enregistreur pendant qu'un orage passe dans le voisinage ou au-dessus de l'appareil.

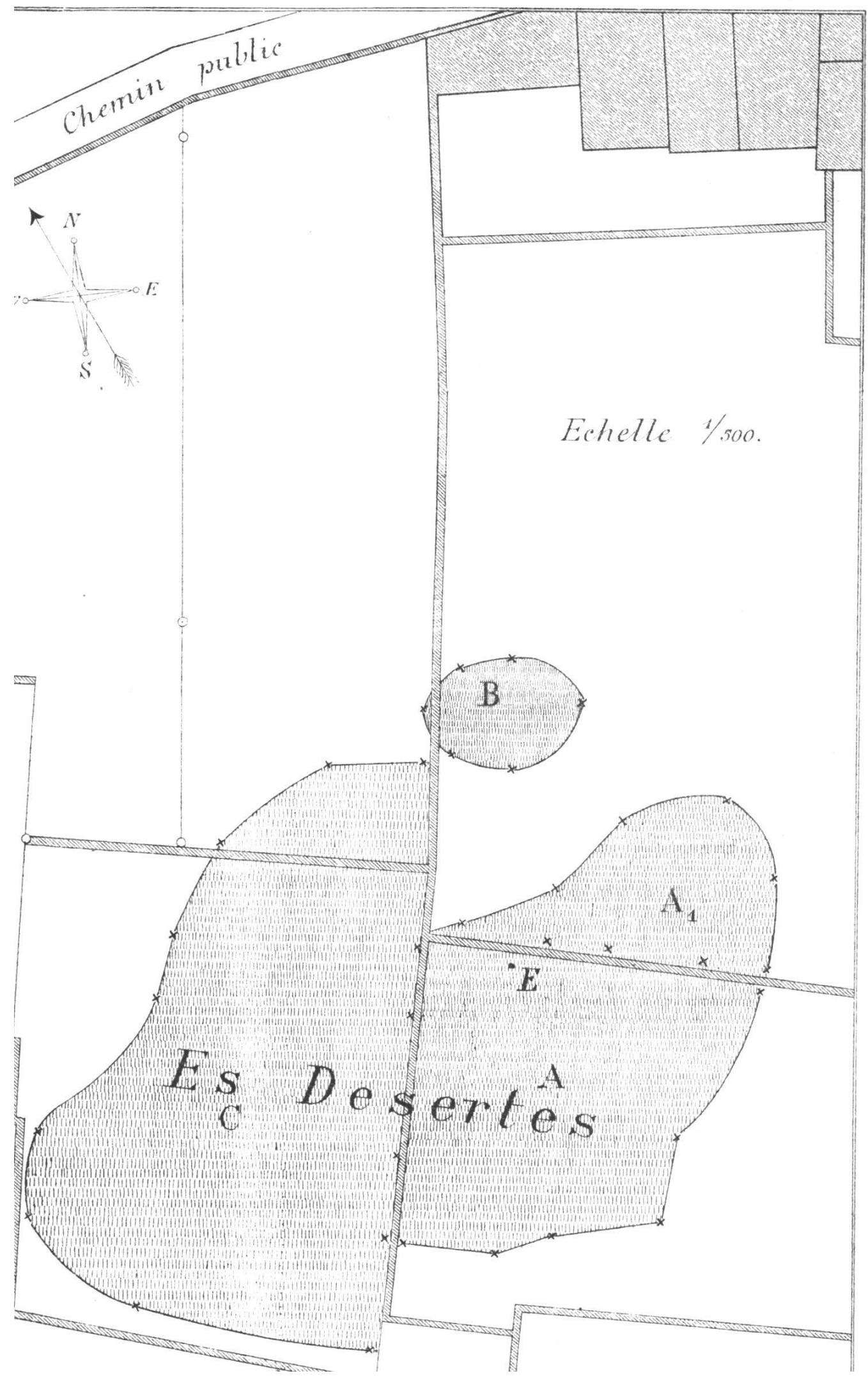
On constate ainsi que les variations de potentiel qui se produisent dans un nuage électrisé sont excessivement grandes et

¹ Procès-verbaux de la Soc. vaud. des sciences naturelles. — Observations de M. le Dr Schardt: *Archives des Sciences physiques et naturelles*, juillet 1886.

rapides, d'autre part le nuage ne se meut que relativement lentement ; il peut donc arriver qu'à un moment donné la différence de potentiel entre un nuage et un objet rapproché et bon conducteur soit trop faible pour vaincre la résistance, relativement faible, qui existe entre eux, tandis que quelques secondes plus tard la valeur de la différence de potentiel sera telle que la décharge peut se produire au travers d'un chemin beaucoup plus résistant. C'est à ce fait, croyons-nous, qu'il faut attribuer pour une large part ce que la décharge de la foudre paraît avoir de capricieux dans le choix des points qu'elle frappe. De la soudaineté de ces variations dans la valeur du potentiel d'un nuage électrisé, nous pouvons aussi conclure que le rôle qu'on attribue à une pointe aiguë pour diminuer la tension électrique du nuage qui est au-dessus d'elle est fortement exagéré ; le débit d'électricité d'une pointe, même très aiguë, est hors de proportion avec la rapidité avec laquelle la tension électrique augmente ou diminue pendant que l'orage éclate ; pour un édifice en particulier, nous croyons que ce rôle est peu important et que la pointe, la tige et le conducteur du paratonnerre ont avant tout l'immense avantage de fixer le chemin que peut suivre la décharge, au cas où elle éclate. Cependant, nous croyons que la multiplication des pointes peut jouer un rôle important, analogue à celui que remplissent les forêts ; elles peuvent, lorsque les variations électriques se font avec lenteur, comme c'est le cas le plus fréquent, entre autres avant l'orage, débiter des quantités d'électricité assez grandes pour qu'un vrai courant d'air électrisé se produise constamment et diminue par ce fait l'intensité des différences de potentiel qui peuvent s'établir entre les régions supérieures de l'air et les objets situés sur le sol. La multiplication des pointes, des forêts, des feux, de tout ce qui peut amener le rétablissement continu de l'équilibre électrique dans l'atmosphère, équilibre que tant de causes tendent à détruire, est certainement un moyen naturel et efficace dont nous pourrions disposer pour diminuer peut-être l'intensité et la fréquence des phénomènes orageux.

Août 1886.







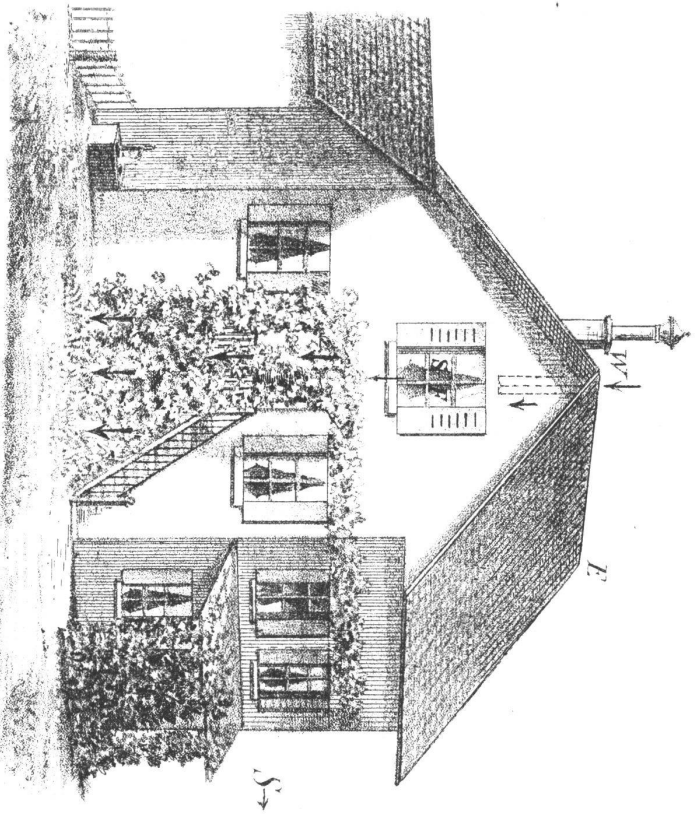


Fig. 1.

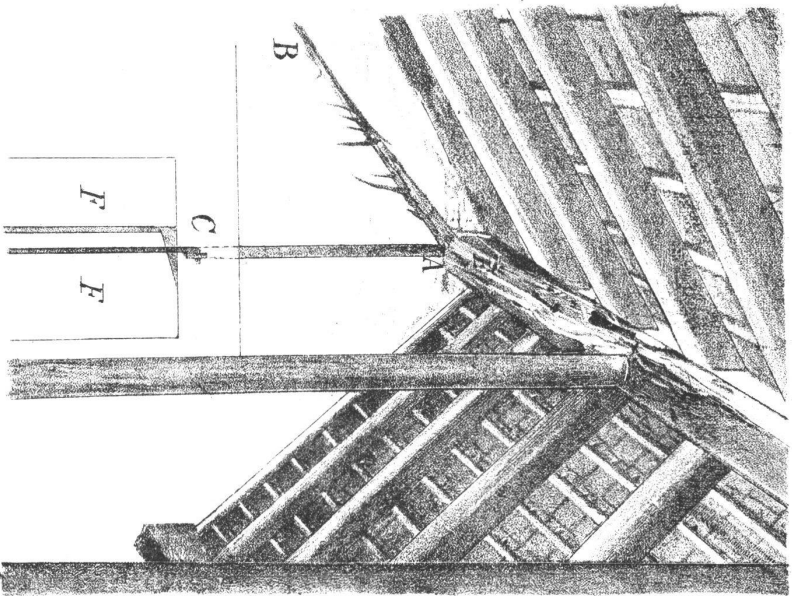


Fig. 2.

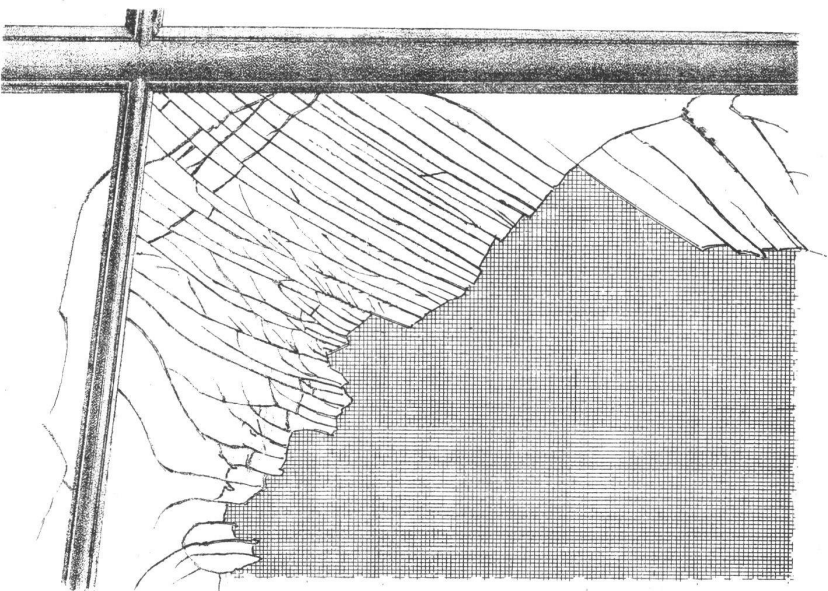


Fig. 3.