

# NOTES ET MEMOIRES DE VOLCANOLOGIE

---

FRANCESCO SIGNORE

ASSISTANT À L'OBSERVATOIRE DU VÉSUVE

---

## Première contribution à l'étude de la conductibilité électrique de l'atmosphère au Vésuve

(Avec 1 table lithographiée)

(Observatoire royal du Vésuve : lat. 40° 49' N., long. 14° 24' E. de Grw, hauteur au dessus du niveau de la mer 608 m., distance horizontale à l'axe volcanique 2620 m.).

**Résumé:** *L'A. étudie les résultats fournis par 181 mesures de la conductibilité électrique de l'atmosphère, exécutées toutes les trois heures, jour et nuit, à l'Observatoire du Vésuve du 1<sup>er</sup> août au 9 décembre 1929, pendant la période solfatairique, qui a succédé à l'éruption terminale de juin 1929.*

*Il constate que, quoique la valeur absolue de la conductibilité électrique de l'air soit à l'Observatoire du Vésuve très élevée, la loi suivant laquelle varie cet élément ne diffère pas de celle trouvée dans les autres localités sans volcans actifs ou éteints, et de plus, qu'elle est presque identique à celle de la déperdition électrique déterminée à Bologne et à Turin.*

*Il en conclut donc, que l'état solfatairique du Vésuve ne produit pas de trouble dans l'allure diurne de la conductibilité.*

*Enfin il discute l'influence des différents facteurs météorologiques et des poussières sur la conductibilité électrique et fait remarquer que la variation diurne de celle-ci est, avec un léger retard, inverse à celle de la pression atmosphérique.*

Parmi les nombreuses hypothèses qui ont été formulées pour expliquer les phénomènes volcaniques, vers la fin du dixhuitième siècle et au commencement du dixneuvième, lorsque l'électricité était le *deus ex machina* de tous les phénomènes naturels, on invoqua naturellement l'agent électrique.

Après avoir eu une fortune variée, cette hypothèse fut abandonnée comme celles qui l'avaient précédée, mais les nouvelles recherches sur la radioactivité lui donnèrent de nouveaux appuis. Les recherches, qui ont été faites de 1906 à ce jour, ont apporté une contribution si considérable et si intéressante, qu'on peut bien espérer une solution, si non totale, au moins partielle du problème.

Les publications très nombreuses sur cet argument ont montré une circonstance très importante, qui nous touche de près, et précisément on attribue au Vésuve une richesse particulière de matériaux radioactifs, qui procurent au magma vésuvien une grande énergie. JOLY, en effet, trouve que la radioactivité des laves vésuviennes surpasse considérablement celle des Champs Phlégréens, d'Ischia, de Vulcano, de l'Etna, des Lipari et de Pantelleria. Pour celles-ci la teneur en *Ra* oscille entre 1,6 et  $6,8 \times 10^{-12}$  et celle en *Th* entre 0,5 et  $4,6 \times 10^{-5}$ , tandis que pour les laves du Vésuve, avec une teneur en *Th* de  $2,6 \times 10^{-5}$  on obtient pour le *Ra* jusqu'à  $16 \times 10^{-12}$ ; en outre, d'après JOLY toujours, le contenu des matériaux radioactifs dans les laves du Vésuve a augmenté de 1631 à 1906. (I) 1) En considération de cette constatation CLARKE a conseillé de reprendre l'étude de la radioactivité du Vésuve.

Me trouvant dans des conditions favorables pour entreprendre des recherches de ce genre, je commençai, dès 1927, une étude sur la radioactivité des différentes sources thermo-minérales des Champs Phlégréens et des Iles Phlégréennes (2), en exécutant en même temps des recherches sur la conductibilité électrique de l'atmosphère (3).

Dans le présent mémoire je me propose d'exposer les résultats des mesures de conductibilité électrique de l'atmosphère, que j'ai exécutées à l'Observatoire du Vésuve du 1<sup>er</sup> Août au 9 Décembre 1929.

Quoique je doive revenir plus loin plus au long sur la question, je préfère m'occuper dès maintenant des mesures

---

1) Les nombres entre parenthèses renvoient à la Bibliographie, à la fin du mémoire.

susdites, car elles sont relatives à la période solfatairique, qui s'est manifestée au Vésuve après l'éruption terminale de Juin 1929.

Les mesures ont été faites avec l'appareil de Gerdien, construit par SPINDLER et HOYER de Göttingen, déjà employé par moi, et que le Prof. RIZZO, Directeur de l'Institut de Géophysique de l'Université de Naples, a aimablement mis à ma disposition à l'Observatoire du Vésuve 1).

Les constantes de l'appareil sont :

l = 24 cm. (longueur du cylindre de déperdition)

a = 0,7 cm. (rayon du cylindre de déperdition)

b = 8,0 cm. (rayon du cylindre extérieur)

C = 11,7 cm. (capacité totale du système)

Pour le calcul des observations, j'ai appliqué la formule :

$$\lambda_{\perp} = \frac{C}{4\pi C'} \cdot \frac{V_0 - V_t}{V} \left( \frac{1}{t} - \frac{1}{t'} \right) \quad (4)$$

$\frac{C}{4\pi C'}$ , avec les constantes susmentionnées, vaut à peu près  $1/5$ .

L'appareil de GERDIEN, comme on le sait, donne des valeurs supérieures de 20 % à celles déterminées avec le fil de SCHERING ; la différence est probablement due à l'influence du pied qui porte le cylindre de déperdition de l'instrument.

Suivant l'exemple de CHAUVÉAU, j'ai donc corrigé les résultats en y apportant la réduction de 20 % comme si la capacité du système était 6 cm. au lieu de 5 cm.

Pour éviter l'influence du champ terrestre, les observations ont été faites en exposant l'appareil dans l'embrasement d'une grande fenêtre de l'Observatoire, exposée au Sud, afin que l'air y pût circuler librement.

L'Observatoire est entouré par des arbres et par un bois de chataigniers.

---

1) Je suis heureux de pouvoir remercier ici les Prof. RIZZO et MAL-LADRA pour les conseils qu'ils ont bien voulu me donner dans ces recherches.

L'appareil était employé avec des potentiels compris entre 170 et 105 Volts. Après trois minutes, je faisais la première lecture et après deux minutes, tout en étant arrêtée la turbine, la seconde lecture, pour déterminer la déperdition de l'appareil ; après quoi je commençais l'aspiration, qui durait de 30<sup>s</sup> à 2<sup>m</sup>.

Dès les premières observations se présentèrent des inconvénients, autres que ceux déjà constatés dans notre mémoire précédent, qui affectaient l'isolement de l'appareil, en en déterminant même la décharge immédiate.

Des moucherons presque invisibles étaient aspirés dans l'appareil et quelques-uns d'entre eux, traversant le trou de passage du soutien, qui lie le cylindre de déperdition à l'électroscope, s'introduisaient dans ce dernier, et se posant entre le collier de protection de l'ambre et le soutien des feuilles, déterminaient la décharge immédiate de l'appareil. Un autre inconvénient, non moins grave, était déterminé par la présence de petites araignées, qui pénétraient dans l'appareil et y tissaient, pendant l'observation, des fils très ténus, à peine visibles, entre le cylindre de déperdition et l'armature extérieure ; ces fils pendant le jour ne produisaient pas de dommage, car ils étaient eux-mêmes isolants, mais le soir et la nuit, la vapeur d'eau, en s'y déposant, les rendait conducteurs et ils déchargeaient l'instrument. À ces inconvénients il n'y avait pas de remède ; il fallait interrompre l'expérience et procéder à un nettoyage soigneux de l'appareil.

La présence de ces petites araignées dont il est très difficile de se libérer à l'Observatoire, rend impossible l'installation des appareils enregistreurs pour la conductibilité électrique de l'atmosphère, surtout avec la méthode de SCHERING. C'est un inconvénient que l'on rencontra aussi à Potsdam, où, pendant la saison chaude, l'apparition des araignées ne permit pas d'employer le fil de SCHERING.

En considération de ces causes d'erreur, j'ai écarté les déterminations dans lesquelles la rapidité de la décharge justifiait le soupçon d'une soudaine mise à la terre.

Après quelques essais faits à des heures différentes de la journée, je décidai de faire les observations toutes les trois heures, le jour et la nuit; cependant, beaucoup de séries, par suite des inconvénients énoncés, furent interrompues pendant la nuit. D'autres interruptions furent causées par le mauvais temps.

Les 181 observations complètes sont reportées dans le tableau I, ou l'on a :

$$\Lambda_+ = \lambda_+ \times 10^4 (\text{U.E.S.}) \times \text{sec}^{-1}, \Lambda_- = \lambda_- \times 10^4 (\text{U.E.S.}) \times \text{sec}^{-1}$$

$$\Lambda = (\lambda_+ + \lambda_-) \times 10^4 (\text{U.E.S.}) \times \text{sec}^{-1} = \Lambda_+ + \Lambda_-, q_\lambda = \frac{\lambda_+}{\lambda_-}$$

B est la pression atmosphérique réduite à 0°, T, la température centigrade, f et I, respectivement, la tension de la vapeur d'eau en mm. et l'état hygrométrique en %.

La vitesse du vent est donnée en Km. heure et l'état du ciel N en dixièmes couverts. L'état des fumées du Vésuve est indiqué en adoptant l'échelle conventionnelle proposée par le Prof. MALLADRA pour les observations à distance. (5) Enfin on a noté l'activité du Vésuve dans les 24 heures et les météores spéciaux.

J'ai cru convenable de rappeler les deux déterminations, qui ont servi pour le calcul de la valeur moyenne de  $\lambda_+$  ou de  $\lambda_-$ , pour donner le critérium de la manière de varier de ces quantités dans l'intervalle d'une demi-heure, temps nécessaire pour une observation complète.

Du tableau I on déduit les valeurs moyennes de  $\lambda_+, \lambda_-, \lambda_+ + \lambda_-$  et  $q_\lambda$ , qui sont :

$$\lambda_+ = 3,54 \times 10^{-4} (\text{U.E.S.}) \times \text{sec}^{-1}, \lambda_- = 3,40 \times 10^{-4} (\text{U.E.S.}) \times \text{sec}^{-1}$$

$$\lambda_+ + \lambda_- = 6,96 \times 10^{-4} (\text{U.E.S.}) \times \text{sec}^{-1}, q_\lambda = 1,09$$

La conductibilité due aux porteurs de charges électriques positives surpasse du 9 % celle due aux porteurs de charges négatives. Cette valeur est égale à celle obtenue par LAUTNER sur la Zugspitze (2964 m.) et s'approche suffisamment de celle, 1,13, trouvée par DORNO à Davos (1560 m.) Remarquons encore, que la valeur moyenne de la conductibilité totale à l'Observatoire du Vésuve (608 m.) est

très peu différente de celles trouvées sur la Jungfrau, (3500 m.) ( $\Lambda=6,0$ ), sur l'Eggishorn, (2200 m.) ( $\Lambda=7,6$ ) et sur la Zugspitze.

Cette haute valeur de la conductibilité est probablement due, comme je l'ai dit auparavant, à la quantité considérable de matériaux radioactifs contenus dans les laves vésuviennes.

Les valeurs moyennes de  $\lambda_+$ ,  $\lambda_-$  et  $\lambda_+ + \lambda_-$  surpassent celles trouvées par moi dans la plaine de 3,3 fois à peu près.

Les maxima de  $\Lambda_+$ ,  $\Lambda_-$  et  $\Lambda$ ,

$$\Lambda_+ = 10,86, \Lambda_- = 8,61, \Lambda = 19,47$$

furent mesurés le 4 août 1929 à 5<sup>h</sup>  $\frac{1}{4}$  (temps moyen).

Les minima furent :

$$\Lambda_+ = 1,05 \text{ (25-11-1929 à 0h)}$$

$$\Lambda_- = 0,52 \text{ (19-8-1929 à 18h)}$$

$$\Lambda = 1,99 \text{ (25-11-1929 à 0h)}$$

L'écart entre ces valeurs est respectivement 9,81, 8,09 et 17,48.

Les maxima absolus enregistrés furent :

$$\Lambda_+ = 13,69, \Lambda_- = 8,61$$

le 4 août à 5<sup>h</sup>  $\frac{1}{4}$ .

Les minima absolus furent :

$$\Lambda_+ = 0,75 \text{ (25-11-1929 à 0h)}$$

$$\Lambda_- = 0,40 \text{ (23-8-1929 à 21h)}$$

Pour les valeurs précédentes nous avons comme écarts absolus : 12,97 et 8,21.

Le quotient  $q_\lambda$  oscilla entre 3,67 (19-8-1929 à 18h) et 0,55 (1-8-1929 à 10h).

La plus grande variation en 20<sup>m</sup> entre deux valeurs de  $\Lambda_+$  fut 5,66 et entre deux valeurs de  $\Lambda_-$  fut 5,48.

Les maxima de la conductibilité furent observés dans les premiers jours du mois d'août ; cela s'accorde à ce

qui a été noté ailleurs, c'est à dire, que les maxima pendant l'année ont lieu entre les mois de juillet et d'août.

Dans les tableaux II, III, IV, V j'ai réuni les valeurs de  $\Lambda_+$ ,  $\Lambda_-$  et  $\Lambda$  non troublées soit par la chute de pluie soit par la présence de nuages bas, et les valeurs de  $q_\lambda$ , qui forment 13 séries continues de 24 heures. J'ai dû cependant y insérer quelques séries dans lesquelles on a observé momentanément pendant la journée la présence de nuages bas ou de brouillard.

Pour pouvoir reconnaître ces séries j'ai reporté dans les tableaux VI, VII, VIII, IX, X, XI les valeurs de B, T, f, I, N et de la vitesse du vent.

Avec les valeurs moyennes des différents éléments, j'ai dressé les diagrammes journaliers respectifs pour donner une idée plus précise des variations.

Des diagrammes relatifs à  $\Lambda_-$  et à  $\Lambda$  il résulte nettement, que la conductibilité due aux porteurs de charges négatives et la conductibilité totale présentent la même allure diurne.

La conductibilité augmente depuis 21<sup>h</sup>, d'abord avec lenteur, ensuite rapidement, jusqu'à atteindre le maximum à 6<sup>h</sup> : elle diminue ensuite lentement jusqu'à 9<sup>h</sup> et puis rapidement rejoint à 12<sup>h</sup> le minimum. Après cette heure, elle croît lentement jusqu'à 15<sup>h</sup>, pour se maintenir presque constante jusqu'à 18<sup>h</sup> et ensuite décroît jusqu'à 21<sup>h</sup> heure où elle atteint un autre minimum. Comme l'on voit, l'allure diurne de  $\Lambda_-$  et de  $\Lambda$  accuse une double période journalière, avec un maximum et un minimum principaux respectivement à 6<sup>h</sup> et à 12<sup>h</sup> et un maximum et un minimum secondaires. Cependant, tandis que le second minimum se distingue avec netteté à 21<sup>h</sup>, le maximum n'arrive à se développer bien entre 15<sup>h</sup> et 18<sup>h</sup>; cela dépend, comme nous verrons ensuite, de l'influence des différents facteurs météorologiques.

NEGRO a constaté une marche semblable pour la déperdition électrique à Bologne et à Turin. NEGRO (6), en effet, trouva pour  $a_+$  et  $a_-$  deux maxima : un à 6<sup>h</sup> et l'autre à 16<sup>h</sup>, et deux minima, respectivement à 12<sup>h</sup> et à 20<sup>h</sup>. On

doit ici remarquer que les observations de NEGRO, quoique elles aient été faites toutes les deux heures, n'ont pas passé 6<sup>h</sup> et 20<sup>h</sup>; il n'est donc pas impossible que le second minimum puisse arriver aussi plus tard.

On a fait les mêmes observations à Potsdam; néanmoins le premier maximum et le premier minimum se montrent respectivement entre 5<sup>h</sup> et 6<sup>h</sup> et entre 8<sup>h</sup> et 10<sup>h</sup>, temps local. Ici aussi le second minimum se remarque entre 20<sup>h</sup> et 22<sup>h</sup> et il est très prononcé, tandis que au lieu du second maximum se présente une ligne presque droite, qui s'étend de 13<sup>h</sup> à 16<sup>h</sup> (7).

Une double période a été aussi constatée à Seeham (Salzburg) de 1911 à 1914 (8). Dans cette station aussi, les maxima et les minima se montrent quelques heures plus tôt qu'à l'Observatoire du Vésuve.

Le diagramme de  $\Lambda_+$ , comme l'on voit, est semblable aux deux autres, avec la seule différence, que le minimum à 21<sup>h</sup> manque.

De ce qui précède nous pouvons conclure, que, *quoique la valeur absolue de la conductibilité électrique de l'atmosphère soit à l'Observatoire du Vésuve très élevée, la loi avec laquelle varie cet élément ne diffère pas de celle trouvée dans les autres localités sans volcans actifs ou éteints, et de plus, elle est presque identique à celle de la déperdition électrique déterminée à Bologne et à Turin. Pour cette raison nous devons conclure, que l'état solfatairique actuel du Vésuve ne détermine pas de trouble dans l'allure diurne de la conductibilité électrique de l'atmosphère.*

L'allure de  $q_\lambda$  est aussi semblable à celle trouvée dans les autres localités: la valeur *diffère très peu de 1 de 6<sup>h</sup> à 15<sup>h</sup> et s'en éloigne davantage dans les heures du soir et de la nuit.*

Le maximum de  $q_\lambda$  se montre à 18<sup>h</sup>, et montre une prééminence considérable de porteurs de charges positives libres vers le coucher du soleil; cela est dû, au moins en très grande partie, à la condensation de la vapeur d'eau, qui emprisonne en majorité des porteurs de charges négatives.

La conductibilité totale diminue aussi avec l'augmentation de l'état hygrométrique, avec la formation du brouillard et lorsque le ciel se couvre.

J'ai remarqué une augmentation de la conductibilité après des orages éloignés ; le maximum enregistré se manifesta en effet après une nuit claire dans laquelle on a constaté au loin sans interruption des éclairs sans tonnerre.

La conductibilité prend aussi de grandes valeurs pendant les orages à rafales, comme on le constate par les observations de 8<sup>h</sup>  $\frac{3}{4}$  et de 12<sup>h</sup> du 3-8-1929.

Très troublée est l'allure de la conductibilité en régime cyclonique, comme il est démontré par les observations du 30-11-1929 (12<sup>h</sup>) au 1-12-1929 (21<sup>h</sup>).

L'allure diurne de la conductibilité électrique est, avec un léger retard, inverse à l'allure de la pression atmosphérique, comme il résulte de la comparaison de leurs diagrammes respectifs ; à la diminution de la pression atmosphérique succèdent les maxima de la conductibilité.

Les mouvements convectifs de l'air aussi ont une grande influence sur la conductibilité électrique. En effet, pendant les belles journées, vers 9<sup>h</sup>, on observe dans la plaine une couche épaisse de brume et de brouillard, qui en s'élevant envahit entre 11<sup>h</sup> et 13<sup>h</sup> l'Observatoire et le cône du Vésuve et favorise la diminution de la mobilité des porteurs de charges électriques.

Au minimum de 12<sup>h</sup> correspond avec exactitude l'apparition du brouillard sec et du brouillard à l'Observatoire, de sorte que de la valeur de la conductibilité on peut déterminer avec une grande précision l'état de visibilité de l'atmosphère.

Dans un mémoire subséquent je montrerai que le nombre maximum des noyaux de condensation se montre en effet à 12<sup>h</sup>, tandis que le minimum se montre entre 6<sup>h</sup> et 9<sup>h</sup>.

BIBLIOGRAPHIE

- 1) KIRSCH G. *Geologie und Radioaktivität*. Wien und Berlin 1928. pagg. 50-51.
  - 2) SIGNORE F. *La radioattività delle acque termominerali delle Terme Regina Isabella di Lacco Ameno (Ischia)*. Atti del XVIII Congresso Nazionale di Idrologia, climatologia, etc. Milano, 1927.
  - Id. *Misure di radioattività di alcune sorgenti termominerali dei Campi Flegrei (Napoli)*. Atti del XIX Congresso Nazionale di Idrologia etc. Napoli, 1928.
  - 3) SIGNORE F. *Misure di conducibilità elettrica dell'atmosfera nei Campi Flegrei*. Atti del XIX Congresso Nazionale di Idrologia etc. Napoli 1928.
  - 4) KÄHLER K. *Einführung in die atmosphärische Elektrizität*, Berlin 1929, pag. 32.
  - 5) MALLADRA A. *Il Vesuvio dal 1906 al 1920*. Napoli, Tipografia Cimmaruta. 1<sup>ère</sup> livraison du II Vol. pag. 6.
  - 6) NEGRO C. *Contributo allo studio della dispersione elettrica atmosferica*. Atti della Pont. Acc. dei Lincei. Anno LXIII, Sect. du 20 mars 1910.
  - 7) KÄHLER K. l. c. pag. 36, fig. 9, allure journalière de l'an.
  - 8) HESS V. F. *The electrical conductivity of the atmosphere and its causes*. London 1928, pag. 35, fig. 5, relative au continent.
-