



**HAL**  
open science

## Sur la variation diurne de l'électricité atmosphérique

A.-B. Chauveau

► **To cite this version:**

A.-B. Chauveau. Sur la variation diurne de l'électricité atmosphérique. *J. Phys. Theor. Appl.*, 1899, 8 (1), pp.599-608. 10.1051/jphystap:018990080059901 . jpa-00240410

**HAL Id: jpa-00240410**

**<https://hal.science/jpa-00240410>**

Submitted on 4 Feb 2008

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

---

**SUR LA VARIATION DIURNE DE L'ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE;**

Par M. A.-B. CHAUVEAU.

**I**

Le nombre des théories relatives à l'électricité atmosphérique est considérable. Dans une conférence faite en 1897 à l'Institution royale de la Grande-Bretagne, le professeur Schuster rappelait que, dix ans auparavant, le D<sup>r</sup> Suchsland en avait compté vingt-cinq; quatre avaient vu le jour pendant la seule année 1884. On en trouverait plus de trente aujourd'hui; et il ne s'agit ici que des théories émises par des hommes de science véritable, dont beaucoup sont des savants illustres. Quant aux rêveries plus ou moins bizarres, nées du spec-

tacle d'un orage et qui ont eu les honneurs de la publication, c'est par centaines qu'il faudrait les compter.

Mais, si les théories se sont multipliées, il n'en est pas de même des observations sur lesquelles ces théories devraient prendre leurs bases. Nos connaissances sont restées très vagues sur bien des points; le nombre des données précises, bien établies, est incroyablement restreint et, malgré l'initiative de quelques physiciens éminents, malgré les méthodes et les admirables instruments de mesures dont W. Thomson a doté la météorologie électrique, aucun effort véritablement sérieux n'a encore été tenté pour donner aux observations l'importance qu'elles méritent.

En fait, et dans l'état actuel de cette branche de la physique du globe, pourtant vieille de cent cinquante ans et encombrée par les hypothèses les plus diverses, il est à peu près impossible de baser sur des données expérimentales suffisantes un contrôle efficace des théories proposées.

## II

Parmi ces données expérimentales encore incomplètes, il en est une qui, en raison de son caractère général, semble présenter une importance exceptionnelle. C'est la variation diurne par ciel serein. Toute théorie, pour être acceptable, doit l'expliquer; il est donc indispensable d'en connaître exactement les lois. Or cette connaissance est loin d'être acquise.

On sait que, en dehors de tout accident météorologique, tel que brouillard, pluie, etc., et par le ciel le plus pur, il existe au-dessus de la surface de la terre un champ électrique. C'est ce qu'un observateur de la fin du siècle dernier, le P. Beccaria, appelait, par opposition avec les manifestations orageuses, l'*électricité douce du temps serein*.

La différence de potentiel entre le sol et un point de l'atmosphère augmentant avec la hauteur de ce point, les lignes de force du champ sont dirigées vers la terre, ou, en d'autres termes, la surface de celle-ci est recouverte d'électricité négative.

Quant à la variation, avec l'altitude, de l'intensité du champ, c'est-à-dire de la différence de potentiel entre deux points distants de 1 mètre, par exemple, suivant une ligne de force, elle est encore assez mal connue dans les couches inférieures et jusqu'à une hauteur de

1.000 mètres environ. Au delà, il semble bien résulter de plusieurs séries de mesures, assez concordantes, faites en ballon, dans ces dernières années, par M. Börnstein, M. Baschin et M. Le Cadet, que le champ diminue à mesure qu'on s'élève. Cela revient à dire que les lignes de force qui aboutissent à la terre ont leur origine dans les régions élevées de l'atmosphère ou encore que, dans ces régions, les masses électriques positives sont prédominantes.

Tels sont les faits généraux.

D'autre part, en observant la valeur de la différence de potentiel, par beau temps, entre le sol et un point déterminé pris au-dessus de sa surface, on constate que cette quantité varie dans le cours de la journée et qu'elle est soumise, comme les éléments météorologiques, température, pression, etc., à une oscillation régulière. C'est le phénomène de la variation diurne, soupçonné, dès 1752, par Lemonnier, péniblement étudié depuis, à l'aide de mesures horaires, par un petit nombre d'observateurs, et dont la détermination n'est devenue relativement facile que par l'emploi des appareils enregistreurs.

Presque tous les physiciens qui, depuis de Saussure et Schübler, se sont occupés de la question, ont reconnu que, pour le potentiel en un point, comme pour la pression atmosphérique, l'oscillation diurne est double. Elle présente deux maxima, de six heures à huit heures du soir et de neuf heures à sept heures du matin, suivant la saison, et deux minima, moins variables, l'un vers trois heures de l'après-midi, l'autre vers quatre heures du matin.

Cependant les résultats obtenus par M. Mascart en 1879-1880, à l'aide d'un appareil enregistreur qu'il venait d'installer au collège de France, n'avaient pas paru vérifier cette loi. En se basant sur eux, M. Mascart fut même conduit à attribuer à la variation diurne une allure toute différente, traduite, dans son ensemble, par une oscillation simple, avec un minimum de jour et un maximum pendant la nuit<sup>(1)</sup>. Mais les observations d'enregistreurs faites à Kew, au Parc Saint-Maur, à Lyon, à Perpignan, ont infirmé cette conclusion; toutes mettent en évidence, dans la moyenne annuelle, une oscillation double et un minimum de nuit.

Plus récemment, M. André, en discutant les moyennes fournies par six années d'observations à l'observatoire de Lyon, a cru pou-

---

(1) MASCART, *Sur l'électricité atmosphérique* (C. R., t. XCI, p. 438).

*J. de Phys.*, 3<sup>e</sup> série, t. VIII. (Novembre 1899.)

voir conclure à l'existence de deux formes distinctes de la double oscillation diurne : l'une se produirait par vent du nord, l'autre par vent du sud, et la prédominance de l'un ou l'autre régime pendant les diverses saisons déterminerait le caractère particulier de chacune d'elles au point de vue de cette oscillation <sup>(1)</sup>.

Ce résultat est intéressant ; mais, d'après la forme même sous laquelle il se présente, on peut incliner à croire, tout d'abord, qu'il doit être en rapport avec la situation particulière du lieu d'observation. Il ne paraît pas, en effet, que ces deux influences distinctes du vent du nord et du vent du sud puissent être un phénomène général ; on peut, en tous cas, se demander pourquoi, au même lieu, deux régimes nettement opposés, d'est et d'ouest, par exemple, ne détermineraient pas, dans la variation diurne, des modifications analogues.

Quoi qu'il en soit, en ne considérant, dans la question, que le fait général d'une relation possible entre l'allure de la variation diurne et la direction du vent dominant, nous avons vainement cherché, dans les observations du Bureau central, la confirmation du fait signalé par M. André.

L'examen des courbes obtenues dans cette dernière station, leur comparaison avec celles qui nous étaient données simultanément par l'enregistreur installé au sommet de la tour Eiffel, nous ont conduit à une interprétation différente des modifications que les influences saisonnières peuvent apporter dans la variation diurne. Il nous a paru possible d'en déduire la loi générale de ce phénomène, en dehors de toute influence secondaire et tel qu'il doit résulter de la cause générale des manifestations électriques dont notre atmosphère est le siège.

### III

La série d'observations dont nous disposons au Bureau central embrasse huit années. Les observations de la tour Eiffel, commencées à la fin de 1892, ne portent que sur les mois de mai à octobre ; elles s'étendent sur sept ans. Les unes et les autres ont été suivies de très près, variées autant que possible, et la concordance des résultats de chaque année donne à l'ensemble une valeur qui nous paraît incon-

---

<sup>(1)</sup> Ch. ANDRÉ, *Relations des phénomènes météorologiques déduites de leurs variations diurnes et annuelles*. Lyon, 1892.

testable. Les moyennes, ici, ne sont pas illusoire, car elles ne représentent que la superposition, pour ainsi dire, de variations à peu près identiques.

Les conclusions qui s'en dégagent sont les suivantes :

I. — *Il existe, dans nos régions tempérées, deux types très différents de la variation diurne AU VOISINAGE DU SOL : l'un correspond à la saison chaude, l'autre à la saison froide.*

Pendant l'été (*fig. 1*), un minimum très accusé se produit aux heures chaudes du jour. Il s'accroît d'autant plus que le point exploré est plus rapproché du sol, ou moins dégagé de l'influence d'arbres ou de bâtiments voisins. L'importance du minimum de nuit varie naturellement en sens inverse ; mais, sauf dans des conditions particulièrement défavorables, l'oscillation diurne est double, suivant la loi généralement admise jusqu'ici.

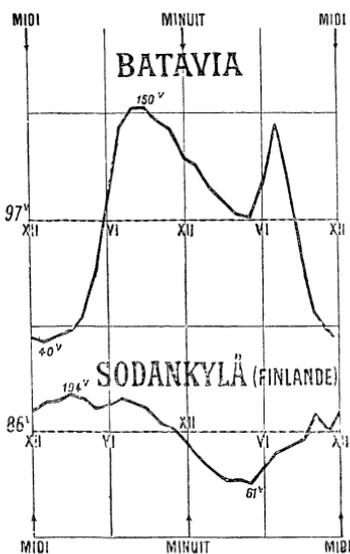
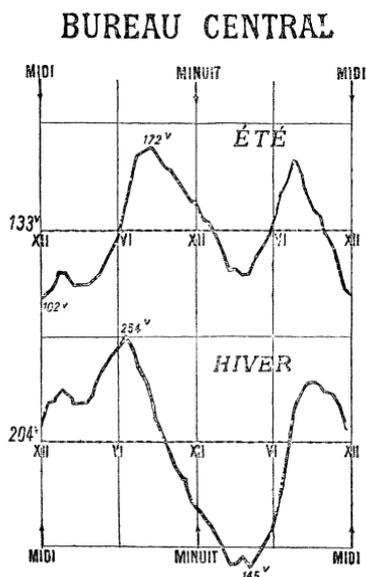
Pendant l'hiver (*fig. 2*), le minimum de l'après-midi s'atténue ou disparaît, tandis que le minimum de nuit se creuse davantage. Considérée dans son ensemble, l'oscillation paraît simple, avec un maximum de jour et un minimum dont l'heure est très sensiblement la même que celle du second minimum d'été, soit quatre heures du matin. Ce caractère remarquable de la variation d'hiver est d'autant plus net que le lieu d'observation est plus dégagé.

Cette distinction des deux régimes d'hiver et d'été au voisinage du sol est confirmée par les résultats obtenus pour la variation diurne annuelle, d'une part dans les régions équatoriales, de l'autre sous les latitudes élevées.

Ces observations sont, à la vérité, peu nombreuses ; toutefois on trouve, dans les *Annales de l'Observatoire de Batavia*, une série fort étendue (dix ans en deux groupes) dont les variations moyennes, pour chaque année, sont remarquablement concordantes. Nous reproduisons (*fig. 3*) la courbe résultant de l'ensemble des quatre années du second groupe (1890-1895) telle qu'elle résulte des nombres publiés par l'observatoire. Elle présente le type caractéristique de notre régime d'été.

Une autre indication précieuse nous est fournie par les observations de Batavia. Pour le groupe que nous avons utilisé, le collecteur était placé à 8 mètres du sol (l'écoulement d'eau, par lequel s'effectue la prise de potentiel, se produisant à 4<sup>m</sup>,50 environ du mur de la tour où se trouvait l'instrument), de telle sorte que le point exploré n'était pas dominé par les arbres de haute venue situés dans le voisi-

nage. Il en était autrement dans l'installation primitive qui a donné les observations du premier groupe. L'appareil ne se trouvait qu'à 2 mètres du sol et, sous cette influence et celle des grands arbres voisins, le minimum de la fin de la nuit se prononce à peine, tandis que celui de l'après-midi s'accroît. On obtenait ainsi, en quelque sorte, une exagération du type d'été, que nous retrouverons dans les observations du Collège de France, et qui est uniquement due aux conditions particulières de l'installation du collecteur.



Pour les régions polaires, nous ne disposons pas de séries aussi importantes, à beaucoup près, que celle de Batavia. Les seules données utilisables nous sont fournies : 1° par une année complète d'observations horaires recueillies par la mission finlandaise dirigée par M. Lemström (1882-1883) à Sodankylä, dans le nord de la Finlande, sous la latitude de  $68^{\circ}$ ; 2° par dix mois de semblables observations faites par S. A. Andrée, pendant le séjour de la mission suédoise au cap Thordsen (Spitzberg), à la latitude de  $78^{\circ}$ .

Les résultats bruts de ces deux séries, tels qu'ils ont été publiés, ne sont pas immédiatement comparables aux nôtres, non plus qu'à ceux de Batavia. On y a, en effet, introduit dans les moyennes aussi

bien les journées troublées que les journées calmes ; or la variation diurne peut être entièrement masquée par les manifestations électriques accidentelles de grande intensité qui accompagnent la pluie, la neige, etc... Nous avons dû, pour chacune de ces séries, calculer les moyennes relatives aux seules journées non troublées. La courbe de l'oscillation diurne qui résulte ainsi des observations de Sodankylä est reproduite (*fig. 4*). Les observations du cap Thorsen donnent, avec un potentiel moyen beaucoup plus faible, une variation de même type, et c'est bien notre type d'hiver.

II. — *La variation diurne au sommet de la tour Eiffel, PENDANT L'ÉTÉ, entièrement différente de la variation observée simultanément au Bureau central<sup>1</sup>, offre la plus grande analogie avec la variation d'hiver.*

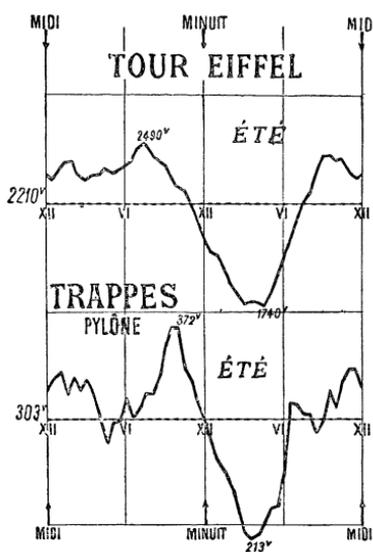


FIG. 5 et 6.

C'est là le fait capital, incontestablement établi, de notre longue série de recherches. La variation diurne n'est pas la même, pendant l'été, au voisinage du sol et à 300 mètres d'altitude. Au minimum de l'après-midi, si net à la station basse, correspond un maximum dans les régions plus élevées de l'atmosphère où le minimum de nuit sub-

(<sup>1</sup>) Le Bureau central météorologique est à quelques centaines de mètres seulement de la tour Eiffel.

siste seul, en parfaite concordance, comme heure, avec le minimum au voisinage du sol (*fig. 5*).

Il était intéressant de rechercher si, en un point suffisamment dégagé, une telle modification pouvait déjà se faire sentir à une altitude relativement faible.

Nous avons pu réaliser ces conditions en installant un collecteur au sommet du pylône en bois, de 20 mètres de hauteur, qui sert de support aux anémomètres à l'observatoire de M. Teisserenc de Bort, à Trappes. Les observations faites pendant l'été de 1898 nous ont fourni les moyennes dont nous donnons plus loin la représentation graphique (*fig. 6*). Le minimum des heures chaudes du jour s'y dessine, mais faiblement, et, dans l'ensemble de la courbe, moins accentué, mais parfaitement net, nous retrouvons encore le type d'hiver.

Au contraire, dans les stations où le collecteur est dominé par des constructions ou des arbres voisins, la variation diurne se modifie dans le sens que nous avons indiqué précédemment à propos du premier groupe de la série de Batavia. Le minimum de l'après-midi se creuse au détriment du minimum de nuit. Celui-ci peut même disparaître, de telle sorte que l'oscillation semble simple, mais en sens inverse de l'oscillation d'hiver, c'est-à-dire avec un maximum de nuit et un minimum de jour.

Cette forme anormale de la variation diurne, constatée autrefois par M. Mascart, résulte en effet des observations du Collège de France, mais pour la saison d'été seulement. On la retrouve encore, presque identique, à Greenwich, où le collecteur est placé dans des conditions aussi défavorables. Dans les deux stations, la variation d'hiver, complètement différente, se rapproche du type habituel de cette saison (*fig. 7, 8, 9 et 10*) (<sup>1</sup>).

C'est ce type d'hiver dans les stations basses, observé à la tour

---

(<sup>1</sup>) Les moyennes de Greenwich sont déduites des nombres publiés dans les *Greenwich magnetical and meteorological Observations*. Les mesures étant faites avec un électromètre de Thomson employé à la manière ordinaire, les déviations ne sont pas proportionnelles aux potentiels; or ce sont ces déviations qui sont données dans les tableaux d'observations et que nous avons utilisées pour nos moyennes. Mais, dans les conditions habituelles de fonctionnement de l'appareil, le potentiel de l'aiguille, supérieur à 1.000 volts, étant au moins cinq ou six fois plus grand que le potentiel moyen de la paire de quadrants reliée au collecteur, on peut admettre la proportionnalité comme suffisamment approchée pour que la courbe des moyennes horaires ne soit pas modifiée sensiblement. Dans tous les cas, son allure n'est certainement pas changée.

Eiffel pendant l'été et déjà manifeste, pendant cette même saison, aux faibles altitudes, dans les lieux bien découverts, qui nous paraît

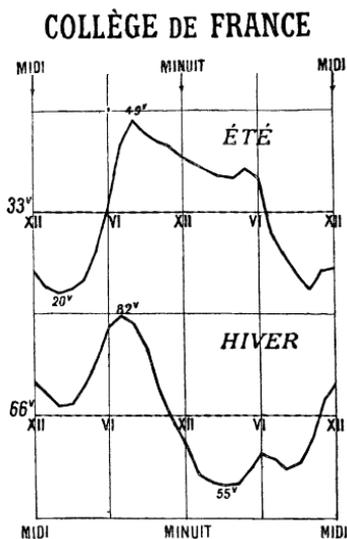


FIG. 7 et 8.

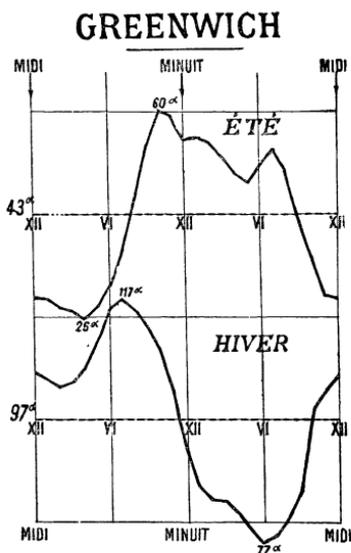


FIG. 9 et 10.

donner, du moins dans son ensemble, la forme constante qu'aurait la variation diurne en dehors de toute influence du sol; et nous concluons de ce qui précède :

1° *Qu'une influence du sol, maxima pendant l'été (et dont le facteur principal est, probablement et suivant les idées de Peltier, la vapeur d'eau émanée de la surface terrestre et négative comme elle), intervient comme cause perturbatrice dans l'allure de la variation diurne;*

2° *Que la loi générale de cette variation se traduit par une oscillation simple, avec un maximum de jour et un minimum (d'ailleurs remarquablement constant) entre 3<sup>h</sup>,30 et 4<sup>h</sup>,30 du matin.*

Pour donner à ces résultats de nos observations une valeur plus grande, il eut sans doute été désirable que les mesures fussent poursuivies pendant l'hiver au sommet de la tour Eiffel et qu'on put constater ainsi la permanence du régime en toutes saisons. Les observations faites pendant quelques périodes de froid des mois d'octobre et des premiers jours de novembre nous donnent à cet égard de fortes présomptions, mais non la certitude.

Bien que cette acune ne nous paraisse point affaiblir nos conclusions, nous aurions voulu pouvoir la combler. Nous avons reculé jusqu'ici devant les difficultés et, disons-le aussi, les fatigues d'une telle entreprise. Déjà, pendant la belle saison, par les temps troublés de printemps et d'automne, la surveillance minutieuse qu'il faut exercer sur toutes les parties d'un appareil exposé en partie à l'air libre rend assez pénible la partie matérielle de ces observations. Pour les mener à bonne fin, nous avons été heureux de trouver dans notre assistant, M. Bigot, un collaborateur au dévouement duquel nous nous plaisons à rendre hommage.

Les courbes de variations diurnes que nous donnons ici représentent, pour les différentes heures du jour, de midi à midi, les excès positifs ou négatifs du potentiel par rapport à la valeur moyenne diurne. Celle-ci est figurée par la ligne d'abscisses, de part et d'autre de laquelle les excès sont comptés. Ces valeurs moyennes sont indiquées en volts, sauf pour les courbes de Greenwich, dont les nombres correspondent à une échelle arbitraire (Voir note, page 606).

Pour caractériser l'amplitude de l'oscillation, nous avons indiqué, dans chaque cas, les valeurs extrêmes du potentiel. En ordonnées, des longueurs égales correspondent à 50 volts pour les courbes du Bureau central, de Batavia et de Sodankylä (*fig.* 1, 2, 3 et 4); à 500 volts pour les courbes de la tour Eiffel (*fig.* 5); à 80 volts pour celles de Trappes (*fig.* 6); enfin à 17 volts ou 17 unités ( $x$ ) dans les courbes du Collège de France et de Greenwich (*fig.* 7, 8, 9 et 10). .

---