

Origine, variations et perturbations de l'électricité atmosphérique.

L'origine de l'électricité atmosphérique reste encore bien mystérieuse; les tentatives de théorie font toutes appel à des propriétés hypothétiques, ou même en contradiction avec l'expérience. L'action des radiations ultraviolettes sur les corps électrisés m'avait paru, depuis longtemps, capable de fournir une explication tout à fait satisfaisante, en supposant que la glace se comporte comme les métaux; c'est ce que j'ai pu faire contrôler cet hiver.

Voici donc un exposé succinct de cette théorie physique des phénomènes électriques de l'atmosphère.

1. — Herz a découvert, en 1887, que l'étincelle électrique éclate plus facilement sous l'action de la lumière ultraviolette que dans l'obscurité. En 1888, Wiedemann et Ebert ont montré que cette action s'exerce à la cathode (électrode négative), qu'elle a un maximum dans l'air vers la pression de 300 millimètres de mercure; d'après Arrhenius, ce maximum aurait lieu vers 6 millimètres, et d'après Stoletow à une pression variable avec l'intensité du champ électrique, à peu près proportionnellement.

L'étude attentive de cette action a montré que *toute surface métallique chargée d'électricité négative perd cette électricité, lorsqu'elle est exposée aux radiations ultraviolettes, quelque faible que soit la charge négative.*

L'action sur l'électricité positive est nulle.

M. Righi, M. Stoletow ont même pu se servir de cette action pour *mesurer* les différences de potentiel au contact.

2. — M. Buisson, qui a vérifié cette délicatesse d'action de la lumière ultraviolette, a exécuté à ma demande une série d'expériences sur la glace, comparée au zinc.

Un faisceau de la lumière ultraviolette (arc électrique, aluminium) traverse une plaque de laiton perforée, portée à un potentiel positif, et tombe sur un bloc de glace qui forme

l'armature négative du condensateur. Ce bloc repose sur un disque métallique, à pied isolant, en communication avec un électromètre.

Avant l'éclairement, le bloc de glace et l'électromètre sont mis en communication avec le sol, puis cette communication est supprimée. Dès qu'on éclaire, l'aiguille de l'électromètre se déplace, et indique que le bloc de glace perd son électricité négative, jusqu'à égalisation du potentiel de la glace et de la lame de laiton.

L'action sur le bloc de glace *sec* au sortir d'un mélange réfrigérant est très intense (de l'ordre du dixième au vingtième de celle du zinc). Dès que la surface du bloc commence à fondre, l'action de la lumière ultraviolette diminue beaucoup; enfin, lorsque l'eau de fusion couvre toute la surface éclairée du bloc, la perte d'électricité négative devient négligeable.

Tels sont les résultats obtenus cet hiver au laboratoire de physique de l'École normale par M. Buisson.

La glace est très sensible aux radiations ultraviolettes; l'eau y est insensible.

3. — Rapprochés de l'influence non douteuse de l'abaissement de pression sur cette action, et de l'abaissement de la lumière ultraviolette du Soleil par l'atmosphère, ces résultats transforment mon hypothèse sur l'origine de l'électricité atmosphérique en une théorie expérimentale digne d'être publiée.

S'il existe à un moment quelconque dans l'atmosphère un champ électrique, les aiguilles de glace des cirrus s'électrisent par influence, positivement à un bout, négativement à l'autre. S'il arrive que l'extrémité négative des aiguilles de glace reçoive des radiations solaires ultraviolettes, les aiguilles de glace ainsi éclairées perdront toute leur charge négative et resteront électrisées positivement.

L'état neutre ou négatif des cirrus est instable; tout cirrus éclairé par le Soleil devient positif.

4. — L'expérience a d'ailleurs montré que l'air ainsi éclairé *reste isolant* (contrairement à ce qui arrive pour les rayons de Röntgen). Dans les expériences de laboratoire, où le conducteur positif est peu distant du conducteur négatif, le transport de l'électricité par mouvement de l'air est rapide. Dans l'atmosphère, il en sera autrement.

L'électricité négative perdue par les aiguilles de glace est déposée dans l'air environnant (hypothèse). L'ensemble du nuage apparaît comme positif, lorsque les aiguilles se séparent de l'air environnant.

L'état neutre de l'air est instable. L'air qui traverse une région où se forment des cirrus éclairés est négatif. L'air neutre dans lequel s'est évaporé un cirrus positif est devenu positif.

Dans la formation des cirrus par mélange (1), les mouvements indépendants de masses d'air voisines, les unes nuageuses, les autres limpides, sont fréquents. L'air négatif se séparera alors du cirrus positif.

Si la masse d'air négative descend, et si, toujours négative (car l'électricité ne peut disparaître), elle atteint le sol cultivé, les innombrables pointes d'herbes ou de feuilles rendront facile l'échange d'électricité entre le sol et l'air. *Le sol continental est chargé négativement par échange avec l'air.*

A la surface des mers, rien de semblable ne se produit ; l'air reste négatif ; il se sature de vapeur ; mais, quand par détente, cette vapeur se condense en fines gouttelettes, celles-ci, comme des pointes fines, empruntent à l'air sa charge. *Les cumulus de détente des régions océaniques sont négatifs.*

Au niveau du sol, aucune action directe des radiations ultraviolettes ne se fait sentir, parce que ces radiations n'y

(1) Vents et nuages, par M. Brillouin (sous presse), dans les *Annales du Bureau central météorologique de France*, 1898.

parviennent presque pas, parce que l'eau n'y est pas sensible et parce que la pression de l'air est élevée.

5. — Il paraît inutile d'insister sur les caractères de la variation diurne, et sur la complication que le transport de l'air électrisé peut lui donner. L'influence sur les orages est évidente ; le même coup de vent donne de la pluie et des averses la nuit ; des orages à la fin du jour, lorsque l'action solaire a électrisé les cirrus et que la convection a éloigné l'air négatif. La lenteur de cette convection explique également les deux ou trois journées de temps à apparence orageuse, qui précèdent ordinairement le véritable orage dans nos climats.

Dans les régions, ou les saisons, où l'air est à peu près calme, comme à la limite du cône d'ombre circumpolaire de saison froide, le cirrus électrisé positivement dans toute la masse pendant le jour, reste environné de l'air négatif. Dès la nuit venue, l'état stable change ; entre l'air négatif et les aiguilles de glace positives, des effluves s'étendent dans toute l'épaisseur du nuage. Cette explication cadre parfaitement avec toutes les particularités des *aurores polaires* ; elle convient aussi pour les nuages lumineux observés quelquefois dans nos régions et pour les lueurs diffuses des soirs d'été, dits éclairs de chaleur ⁽¹⁾.

6. — Enfin, le mécanisme de l'action des troubles solaires devient très simple. Toute variation d'éclat *ultraviolet* du Soleil a une action immédiate sur les aurores polaires et l'électricité atmosphérique, là où existent des cirrus ; sur les orages, cette action peut être retardée de quelques jours, là où les cumulus sous-jacents aux cirrus étaient neutres ou à peu près. La nécessité des cirrus préexistants ou en formation et des cumulus localise cette action d'une manière variable avec l'ensemble des circonstances météorologiques.

(1) Il est hors de doute, aujourd'hui, que les éclairs dits de chaleur proviennent en général d'orages éloignés. (A. L.)

L'importance des troubles provoqués est sans relation avec l'importance visuelle des facules, mais dépend exclusivement de l'intensité de la radiation ultraviolette transmissible à travers l'atmosphère. A ce titre, les facules et surtout les taches observées à l'œil nu ne sont que des indices défectueux, et il est grandement à désirer que les observations de M. Deslandres soient régulièrement organisées et publiées.

7. — D'autres actions, telles que la pulvérisation des gouttelettes d'eau tombant sur un obstacle, ont été indiquées, depuis quelques années, comme jouant un rôle dans la production de l'électricité atmosphérique. Je crois qu'elles ne jouent qu'un rôle secondaire et perturbateur, et que le rôle fondamental est celui que j'invoque.

L'électricité atmosphérique est entretenue par l'action des radiations solaires ultraviolettes sur les aiguilles de glace des cirrus.

Elle est due à la même cause, le champ électrique initial nécessaire s'étant produit inévitablement dans les déplacements relatifs des hautes régions atmosphériques par rapport au globe terrestre aimanté (1).

MARCEL BRILLOUIN,

Maître de conférences à l'École normale supérieure de Paris.

Passages d'oiseaux migrateurs devant le disque lunaire.

Le moment est proche où l'observation du passage des oiseaux devant le disque lunaire pourra se faire dans des conditions particulièrement favorables, et c'est pourquoi je m'empresse de faire connaître les données que j'ai recueillies au cours de l'année dernière, espérant qu'elles pourront être de quelque utilité aux observateurs futurs. On sait que

(1) Reproduit de la *Revue générale des sciences pures et appliquées*, n° du 30 août 1897.