

SUR LES IONS DE L'ATMOSPHÈRE.

I. Les travaux de MM. Elster et Geitel d'une part, C.-T.-R. Wilson d'autre part, ont démontré la présence permanente dans l'atmosphère d'ions des deux signes, identiques à ceux que produisent les rayons de Röntgen et dus à l'action des substances radioactives dont l'existence constante en petite quantité dans l'air est expérimentalement établie.

La détermination du nombre de ces ions et de la conductibilité qu'ils communiquent à l'air est de première importance pour la météorologie, tant au point de vue des phénomènes de condensation de la vapeur d'eau, de l'origine des pluies et des orages, de la cause du champ électrique terrestre, qu'au point de vue des variations du champ magnétique dues, en partie au moins, aux courants que produit le déplacement des ions sous l'action du champ électrique ou des mouvements d'ensemble de l'atmosphère.

II. Aussi des recherches systématiques dans ce sens sont-elles effectuées depuis deux ans, principalement en Allemagne, par deux procédés distincts.

L'un, dû à MM. Elster et Geitel, consiste à suivre la déperdition électrique dans l'air d'un cylindre chargé relié à un électroscope d'Exner; malheureusement, s'il a l'avantage de la simplicité, sa signification théorique est incertaine.

L'autre procédé, de signification plus précise, est dû à M. Ebert et consiste à mesurer les quantités d'électricité des deux signes disponibles dans un volume connu d'air, c'est-à-dire une grandeur proportionnelle au nombre des ions présents, l'expérience ayant montré que ceux-ci portent tous la même charge en valeur absolue, égale à $3,4 \times 10^{-10}$ unité électrostatique.

L'air passe à cet effet sous l'action d'un aspirateur dans un condensateur cylindrique chargé dont l'armature intérieure communique avec un électroscope dont la cage est reliée à l'armature extérieure. Si le condensateur est assez long et le champ assez intense pour qu'on soit certain de recueillir tous les ions d'un signe déterminé sur l'électrode intérieure, la déperdition mesurée à l'électroscope est proportionnelle au nombre de ceux-ci.

III. J'ai commencé, avec l'aide de M. Moulin, depuis le mois de mai dernier, au sommet de la Tour Eiffel, des expériences de ce genre dont je donnerai ultérieurement les résultats et qui m'ont conduit à préciser la signification des mesures ainsi faites.

Il était en effet important de s'assurer, par des procédés électrométriques de laboratoire, dans quelles limites on peut admettre que les mesures faites avec l'appareil d'Ebert donnent bien *tous* les ions présents dans l'air qui passe, toutes les charges électriques disponibles. *On va voir qu'il en est autrement, dans une proportion tout à fait inattendue.*

J'ai utilisé dans ce but une méthode de courant gazeux ⁽¹⁾ sous une forme qui

(1) On trouvera dans le travail de M. E. БЛОХ (*Ann. de Chimie et de Physique*, janvier 1905, p. 65 à 71) l'exposition que j'ai donnée de ces méthodes au Collège de France en 1903-1904.

permet d'étudier la répartition des ions contenus dans un gaz entre les diverses mobilités, problème important en pareille matière.

Soit p la densité par unité de volume du gaz des charges portées par les ions d'un signe déterminé; ceux dont la mobilité est comprise entre k et $k + dk$ correspondent à une densité élémentaire :

$$dp = f(k)dk,$$

et le problème de la répartition consiste à déterminer la fonction $f(k)$ pour toutes les valeurs de la variable.

Pour résoudre ce problème, faisons passer le gaz sous le débit U dans un condensateur cylindrique de capacité C chargé par une batterie d'accumulateurs de force électromotrice V dans un sens tel que l'électrode intérieure E recueille les ions du signe considéré. Si la saturation est atteinte par les ions de mobilité k , c'est-à-dire si tous ces ions sont recueillis par E , le courant correspondant sur celle-ci sera :

$$dI = U dp = U f(k) dk.$$

Mais les ions de mobilité assez faible pour que la saturation ne soit pas atteinte donneront seulement :

$$\frac{di}{dI} = k \frac{4\pi CV}{U} = kx, \quad \text{si} \quad x = \frac{4\pi C}{U} V,$$

ce qui suppose, puisque di ne peut être supérieur à dI , que k est inférieur à $\frac{1}{x}$; pour k supérieur à cette limite, la saturation est atteinte et di est égal à dI .

Le courant total i recueilli par E sous la différence de potentiel V est donc donné par :

$$(1) \quad i = Ux \int_0^{\frac{1}{x}} kf(k) dk + U \int_{\frac{1}{x}}^{\infty} f(k) dk,$$

i est une fonction de x que l'on peut obtenir expérimentalement en mesurant, au moyen d'un électromètre relié à E , le courant i qui correspond à différentes valeurs de V et en construisant une courbe S avec i en ordonnées et en abscisses la quantité x proportionnelle à V .

Cette courbe expérimentale permet de déterminer la fonction $f(k)$. La relation (1) donne facilement, en effet :

$$\frac{di}{dx} = U \int_0^{\frac{1}{x}} kf(k) dk, \quad \frac{d^2i}{dx^2} = -\frac{U}{x^3} f\left(\frac{1}{x}\right),$$

donc :

$$f\left(\frac{1}{x}\right) = -\frac{x^3}{U} \frac{d^2i}{dx^2}.$$

On déduit de là qu'il existe dans le gaz des ions de mobilité k , seulement si la courbe expérimentale S présente une courbure au point d'abscisse $x = \frac{1}{k}$. Les mobilités des ions présents dans le gaz correspondent aux régions incurvées de S et $f(k)$ peut se déduire de la mesure de cette courbure.

En appliquant cette méthode à l'air atmosphérique, j'ai obtenu seulement deux régions de forte courbure : l'une correspondant aux ions ordinaires, de mobilité égale à environ 1,5 centimètre par seconde, pour un volt par centimètre, l'autre à des ions de mobilités plusieurs milliers de fois plus faibles ($k = \frac{1}{3000}$ environ), de même ordre que celles observées par M. Townsend dans les gaz récemment préparés et par M. Bloch pour les ions du phosphore.

Un point essentiel est que, dans les conditions où j'ai opéré, au niveau du sol, la quantité totale d'électricité portée par ces derniers ions peut être cinquante fois plus grande que celle portée par les ions ordinaires et seule mesurée dans l'appareil d'Ebert.

Je crois donc important d'appeler l'attention des physiciens, qui s'occupent d'électricité atmosphérique, sur l'existence de ces centres chargés, beaucoup plus nombreux en général que les ions ordinaires. Je reviendrai sur leur origine probable et sur leur rôle.