

## 6. PROBLEMAS DA INVESTIGAÇÃO EM FÍSICA

*LA DECOUVERTE DES GROS IONS DE L'ATMOSPHERE PAR P. LANGEVIN*

Quand je commençai mon initiation au travail expérimental, chez Langevin, au Laboratoire de Physique du Collège de France, mon ami Marcel Moulin, tué depuis à la bataille de la Marne, était occupé à construire des appareils destinés à étudier les ions de l'atmosphère, c'est à dire les centres électrisés qui donnent à l'air atmosphérique une conductibilité électrique très faible, variable d'ailleurs d'un lieu et d'un instant à l'autre, mais toujours mesurable.

La méthode expérimentale avait été imaginée par Langevin. Je vois encore un grand cylindre de laiton muni d'une longue électrode centrale. Dans ce «condensateur cylindrique», où était établie une différence de potentiel, on faisait passer à une vitesse constante un courant d'air et l'on mesurait avec précision le courant électrique, c'est à dire la charge électrique reçue chaque seconde par l'électrode centrale.

Cet ensemble d'appareils assez volumineux une fois mis au point au laboratoire, était transporté à la Tour Eiffel où se faisaient les expériences. Souvent, je suis allé à la tour avec mon Maître et mon ami pour assister aux expériences. En hiver, quand les ascenseurs ne fonctionnaient pas, il fallait monter à pied les trois cents mètres, par un petit escalier aérien, ce qui était un assez bon exercice pour des hommes jeunes.

Le travail commencé en Mai 1904 fut terminé en 1905. On connaissait depuis longtemps l'existence d'une conductibilité électrique spontanée de l'atmosphère, mais son mécanisme était mal connu.

D'autre part, depuis la découverte des rayons de Roentgen, beaucoup de Physiciens: J. J. Thomson, J. Perrin, Rutherford, Wilson, Townsend, Langevin lui-même avaient étudié la conductibilité artificielle et assez notable

produite dans les gaz par le passage de ces rayons ou de ceux qui sont émis par les corps radioactifs. Ils avaient montré que cette conductibilité est due à la formation d'ions positifs et négatifs portant chacun une charge élémentaire et doués d'une mobilité assez grande d'environ 1,5 cm par seconde dans un champ de 1 volt par cm.

Enfin depuis 1898, Townsend puis Lenard et d'autres Physiciens avaient trouvé que des gaz ayant barboté à travers certains liquides, ou encore l'air voisin d'une chute d'eau, ou celui qui venait de passer sur du phosphore, ou enfin les gaz issus des flammes, présentaient parfois une conductibilité due à des ions plusieurs milliers de fois plus lents.

C'est surtout au Laboratoire de Langevin et sous son implusion que la nature de ces ions lents devait être complètement élucidée et que leur importance devait être mise en évidence. De 1902 à 1904, Eugène Bloch <sup>(1)</sup>, alors Préparateur de Langevin au Collège de France étudiait complètement les ions produits par l'oxydation lente du phosphore, mesurait toutes leurs propriétés et en particulier leur mobilité, de l'ordre de 1/100 de mm par seconde dans un champ de 1 volt par cm.

C'est à la même époque que Langevin aidé par Moulin soumettait à une étude systématique les centres électrisés ou ions existant à l'état normal dans l'atmosphère. Je ne puis entrer dans le détail de sa méthode, mais celle-ci lui permettait une analyse complète de tout le spectre des mobilités. En d'autres termes, il pouvait décèler tous les ions, quelle que soit leur mobilité, et déterminer exactement leur répartition parmi les diverses mobilités. Il suffisait pour cela de mesurer.

(1) Professeur à la Sorbonne. Mort à Auschwitz dans la chambré à gaz.

le courant recueilli par l'électrode cylindrique interne de son appareil en fonction de la différence de potentiel entre celle-ci et le cylindre extérieur.

Il peut ainsi monter que la conductibilité normale de l'air au voisinage du sol est due à deux groupes d'ions nettement distincts: d'une part, les *petits ions*, identiques à ceux que produisent les rayons de Roentgen et les corps radioactifs, de l'autre les *gros ions* analogues à ceux du phosphore. Au dessus d'une ville comme Paris, la quantité totale d'électricité que portent les gros ions peut être cinquante fois plus grande que celle portée par les ions ordinaires.

Quand on applique à ces gros ions les méthodes de la théorie cinétique, on peut calculer leur rayon et l'on trouve que ce sont en réalité des poussières ultra-microscopiques portant des charges électriques des deux signes. On comprend pourquoi ces gros ions sont particulièrement nombreux au dessus d'une ville comme Paris, où se rassemblent dans le ciel toutes les fumées des foyers industriels et domestiques et où flottent indéfiniment les particules ultimes de ces fumées.

La vapeur d'eau se condense très facilement sur les gros ions, bien plus facilement que sur les ions ordinaires. C'est ce qui explique, comme l'a remarqué Langevin, pourquoi il se forme parfois au voisinage du sol de gros nuages sombres, des nimbus très denses dont chaque goutte se forme sur un gros ion tandis que d'autres nuages, se condensant sur les petits ions avec plus de difficulté, exigent une sursaturation plus grande de la vapeur d'eau, c. à. d. un refroidissement plus notable de l'air et, en fin de compte, une altitude plus grande.

A la suite du travail fondamental de Langevin, un autre de ses élèves (presque tous les Physiciens Français de cette génération furent d'ailleurs plus ou moins ses élèves), Maurice de Broglie, reprenait l'étude systématique des gros ions, montrait qu'on pou-

vait les voir à l'*ultra-microscope*, suivre leur mouvement sous l'action d'une force électrique, mesurer avec précision leurs mouvements browniens et leur diffusion dans les gaz et déterminer ainsi leurs dimensions, très variables d'ailleurs, et leurs charges électriques également variables.

Après ces recherches de Maurice de Broglie, la nature des gros ions de Langevin était complètement élucidée. Toute poussière très fine en suspension dans l'atmosphère peut porter spontanément une charge électrique, ou bien être électrisée par des rayons de Roentgen, ou par des décharges, et produire ainsi des gros ions. Charge, masse, volume, mobilité varient d'une poussière à l'autre mais ces ions forment néanmoins un groupe bien défini.

Pour achever le travail de Langevin et de ses collaborateurs, il restait à en trouver des applications. Si entre 1905 et 1915, un industriel avait parlé à un élève quelconque de Langevin, des difficultés qu'il éprouvait à condenser et à rassembler les poussières ou les fumées produites par certaines opérations chimiques, cet élève lui aurait sans aucun doute répondu: il faut les électriser, en faire des gros ions, et les rassembler par un champ électrique. C'est ce qui m'est arrivé pendant la guerre de 1914-1918, lors d'une conversation avec un directeur d'usine de produits chimiques. Mais à cette époque un Américain nous avait devancé: Cottrell avait mis au point des procédés de dépoussiérage et de rassemblement des fumées par formation de gros ions. Il avait pris des brevets qui devaient lui assurer et assurer à son pays des bénéfices considérables.

C'est uniquement la médiocre liaison entre techniciens et savants de laboratoire que devait abandonner à l'étranger l'utilisation pratique de la découverte de Langevin.

E. BAUER

PROFESSEUR AU COLLEGE DE FRANCE

*Chamamos a atenção dos nossos leitores para as rubricas das «Informações Várias» sobre o aviso aos assinantes e o relato da actividade do 1.º ano da «Gazeta de Física».*