

Ionisation par barbotage¹

Par Léon BLOCH,

[Faculté des Sciences de Paris. Laboratoire d'enseignement de la Physique.]

Lord Kelvin a fait voir, en 1894, que l'air atmosphérique, après avoir barboté dans l'eau, possède une charge électrique. Cette charge, facile à déceler au cylindre de Faraday, est négative lorsque l'air a barboté à travers l'eau pure ou presque pure, mais elle s'annule et finit par devenir positive quand l'eau est mélangée d'impuretés acides ou salines.

Ce phénomène a été étudié depuis par d'autres expérimentateurs, qui l'ont tous rapproché d'un phénomène analogue découvert par Lenard, l'électrisation de l'air au voisinage des chutes d'eau. Lorsqu'un jet d'eau se brise contre un obstacle, l'air avoisinant est électrisé. Sa charge est négative si l'eau est pure, elle s'inverse et devient positive lorsqu'on prend de l'eau salée.

Les travaux de J.-J. Thomson, Kösters, Köhler, Aselmann, Eve, etc., ont mis hors de doute le fait que dans le cas des chutes d'eau comme dans le cas du barbotage les phénomènes sont d'une sensibilité extrême à la présence des impuretés dans le liquide. Des traces de rosaniline dans l'eau peuvent se déceler par leur effet électrique, alors qu'elles ne donnent encore aucune coloration visible.

Nous avons repris l'étude systématique des phénomènes de barbotage, en nous attachant surtout au barbotage de l'air dans l'eau distillée. L'air employé est filtré sur un tampon de coton pour perdre toute trace de conductibilité antérieure pouvant provenir de la détente à l'orifice de la canalisation¹. Il est de la sorte privé de poussières, qui pourraient modifier la dimension des centres électrisés dus au barbotage. On s'est servi d'eau distillée ordinaire. Lorsqu'on ne fait barboter dans cette eau que de l'air filtré, elle donne des effets sensiblement constants pendant un temps très long.

Contrairement à ce qu'on pouvait attendre, d'après l'analogie généralement admise, le barbotage de l'air dans l'eau donne un résultat tout différent du phénomène des chutes d'eau ou barbotage de l'eau dans l'air. D'après Köhler et Aselmann, le phénomène est strictement unipolaire. L'eau distillée ne produit dans l'air que des ions d'un seul signe, des ions négatifs. Au lieu de cela nous avons toujours trouvé dans l'air après barbotage des ions des deux signes, en quantité comparable. La charge négative transportée par l'air n'est qu'un excès de charge négative sur une

charge positive également présente dans le gaz.

Une autre différence très importante résulte des mesures de mobilité. Si par des mesures de ce genre on cherche à se rendre compte de la grosseur des centres électrisés, on trouve dans le cas du barbotage des mobilités moyennes assez grandes, de l'ordre du millimètre, c'est-à-dire 10 fois moins grandes à peine que celles des ions du radium ou des rayons Röntgen. Au contraire, dans le cas des chutes d'eau, on a observé des mobilités moyennes beaucoup plus faibles, qui se rapprochent des ions produits dans ces conditions des gros ions trouvés dans les gaz de la flamme par Langevin et Bloch.

Il semble résulter de là qu'il ne faut pas considérer comme tout à fait comparables l'ionisation par barbotage et l'ionisation par chutes d'eau. La présence d'ions de mobilité relativement grande dans un gaz chargé d'humidité mérite d'être signalée. Il convient de la mettre en regard des intéressants faits découverts par M. de Broglie montrant la transformation des petits ions en gros ions au contact de l'humidité².

Dans le cas de l'eau distillée, il est possible de discerner une légère dissymétrie entre les ions des deux signes. Les mobilités moyennes ne sont pas tout à fait les mêmes, et, comme dans le cas des petits ions ce sont les ions négatifs qui sont les plus mobiles. On trouve, par exemple, 1^{mm},4 pour les ions négatifs, 0^{mm},8 pour les ions positifs.

Si l'on remplace l'eau distillée par une solution d'acide sulfurique, une solution normale par exemple, les phénomènes observés sont tout différents : 1^o la charge totale emportée par le gaz est *positive*; elle est d'ailleurs encore la différence entre deux charges de signe contraire, beaucoup plus grandes que leur différence; 2^o les mobilités des ions des deux signes ont diminué dans des proportions énormes; elles sont de l'ordre des mobilités des gros ions (1/300 de millimètre); 3^o il n'est plus possible de trouver une dissymétrie de mobilité entre les ions des deux signes. Les solutions plus concentrées se comportent comme la solution normale. Les solutions moins concentrées se rapprochent peu à peu du type de l'eau pure. Elles donnent lieu à un accroissement continu des mobilités, en même temps que la charge totale s'annule pour une solution

1. Communication faite à la Société française de Physique, le 22 Novembre 1907.

2. Voir DE BROGLIE, C. R., 1907, *Le Radium*, 4-285-1907.

1. Voir Léon Bloch, C. R., 1906, page 1226.

$1/64$ normale et redevient négative pour les solutions extrêmement diluées.

L'acide chlorhydrique présente des phénomènes analogues. Le point neutre correspond à une teneur d'environ $0^{gr},75$ par litre. Certains liquides organiques, comme l'alcool, présentent le phénomène d'ionisation par barbotage d'une manière intense. Par contre, l'huile de vaseline, le mercure, ne donnent rien. Il ne semble pas que l'effet soit lié à la simple déformation des surfaces liquides.

Pour avoir des effets constants, il est indispensable d'opérer à température constante. L'ionisation par barbotage est en effet extrêmement sensible aux changements de température. Un refroidissement agit dans le sens d'une légère augmentation de la mobilité moyenne. Il diminue la proportion des ions de faible mobilité toujours présents en quantité appréciable dans les gaz soumis au barbotage¹.

1. A la suite de cette communication, M. DE BROGLIE a fait les remarques suivantes :

On sait que la présence de centres neutres dans l'air qui barbote dans des solutions diluées a pour effet de faire varier l'effet d'ionisation et notamment de l'augmenter très fortement dans le cas des solutions très étendues. Si l'on trace les courbes qui représentent avec les concentrations en fractions de molécule pour abscisses et pour ordonnées respectivement : courbes 1 et 2, l'ionisation due aux ions + et — dans le cas de l'air filtré; courbes 1' et 2', l'ionisation due aux ions + et — quand l'air qui barbote est chargé d'une quantité de centres neutres :

La différence des ordonnées de courbes 1' et 2' et des ordonnées de 1 et 2 pourra servir à apprécier le nombre de charges qui n'étaient pas utilisées dans le barbotage simple et qui se fixent sur les centres neutres quand le gaz en contient.

On peut considérer successivement trois régions :

Région A : concentrations inférieures à $\frac{M}{5000}$; les courbes 1 et 2 sont basses, 2 est au-dessus de 1; 1' et 2' sont élevées au-dessus de l'axe des abscisses, 2' est au-dessus de 1'.

Région B : concentrations de $\frac{M}{5000}$ à $\frac{M}{100}$; les courbes 1 et 2 ont monté, elles sont voisines l'une de l'autre (et se coupent vers la fin de cette région); les courbes 1' et 2' sont presque confondues, très élevées au-dessus de l'axe des abscisses, et passent par un maximum :

Région C : concentrations supérieures à $\frac{M}{100}$; les courbes 1 et 2 baissent lentement; 1 est au-dessus de 2; les courbes 1' et 2',

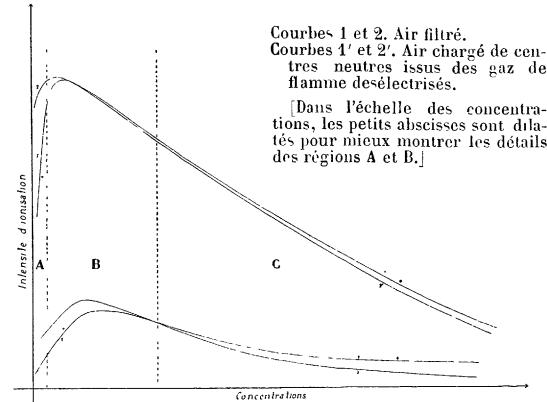


Fig. 1. (Solution d'acide sulfurique.)

toujours presque confondues ensemble, baissent et tendent à se confondre avec 1 et 2.

On voit donc que, dans la région C, la présence des centres neutres tend à ne plus influer, le barbotage semble ne pas libérer plus de charges que ne peuvent en prendre ces centres qu'il fournit lui-même. D'après les mesures de M. Bloch, ceux-ci sont gros. Dans la région B, le barbotage fournit des centres moyens et beaucoup plus de charges que de centres. Dans la région A, le barbotage seul fournit encore beaucoup de charges, mais de moins en moins de centres; l'effet des centres neutres, qui est intense, montre, par sa diminution et sa dissymétrie vers les grandes dilutions, que les charges disponibles commencent à décroître, les positives disparaissent plus vite que les négatives quand la quantité d'électrolyte dissous devient extrêmement faible.

[Décembre 1907]

[Voir *le Radium*, 4-285-1907].