

## Robert Millikan (1868 - 1953)

[https://fr.wikipedia.org/wiki/Exp%C3%A9rience\\_de\\_la\\_goutte\\_d%27huile\\_de\\_Millikan](https://fr.wikipedia.org/wiki/Exp%C3%A9rience_de_la_goutte_d%27huile_de_Millikan)

L'**expérience de la goutte d'huile**, réalisée par Millikan (université de Chicago) au début du XX<sup>e</sup> siècle, consiste à pulvériser de minuscules gouttes d'huiles électrisées entre les deux électrodes horizontales d'un condensateur plan chargé. Les minuscules gouttes subissent plusieurs forces qui s'équilibrivent rapidement et font que chaque goutte se déplace à vitesse constante, mesurable avec une lunette de visée et un chronomètre. L'expérience consiste à sélectionner une gouttelette et à analyser son mouvement sous l'action des forces agissant sur elle à différentes valeurs d'ionisation :

- son poids vers le bas qui est constant ;
- la poussée d'Archimète (puisque entre les électrodes, il y a de l'air) qui est constante ;
- la force électrostatique vers le haut proportionnelle à sa charge électrique, et qui est proportionnelle au champ et constante dans un champ uniforme ;
- la résultante de ces trois forces est donc constante et est très rapidement compensée par le frottement avec l'air ce qui conduit à observer un mouvement de la gouttelette à vitesse limite constante puisque la somme des forces agissantes est nulle.

Millikan, par simple mesure de vitesse par le rapport de la distance parcourue sur le temps mis pour la parcourir sur une gouttelette d'huile qu'il ionisait en l'irradiant par rayons X, observa **expérimentalement** que les valeurs d'ionisation étaient toutes **multiples entières de  $e = 1,592 \times 10^{-19}$  C**, constante que l'on connaît aujourd'hui sous le nom de charge élémentaire (avec une valeur mise à jour légèrement différente :  $e = 1,60217646 \times 10^{-19}$  C) et que l'on note traditionnellement  $e$  ; cette expérience s'est avérée être la première preuve de la quantification de la charge électrique qui est strictement toujours un multiple *entier* positif ou négatif de cette valeur fondamentale  $e$ . Cette expérience et ses conclusions sur la quantification des charges valurent à Millikan le Prix Nobel de physique en 1923.

---

[...] Des gouttelettes d'huile sont alors produites avec un atomiseur et envoyées dans une enceinte cylindrique qui les protège contre la poussière et les courants d'air. Au fond de l'enceinte sont placées deux plaques métalliques circulaires, isolées électriquement l'une de l'autre et qui, à l'aide d'un interrupteur, peuvent être connectées à une différence de potentiel ou court-circuitées. La plaque supérieure dispose d'un orifice minuscule qui peut être ouvert ou fermé à l'aide d'un dispositif électromagnétique. L'air comprimé, dont on a préalablement filtré la poussière avec une couche de laine de verre, est envoyé dans l'atomiseur. L'atomiseur produit un nuage de gouttelettes d'huile qui chutent dans l'enceinte sous l'effet du champ gravitationnel. De temps en temps, une des gouttelettes tombe à travers le petit orifice de la plaque supérieure. On le ferme alors pour empêcher l'arrivée d'autres gouttelettes dans l'espace des deux plaques et éviter les courants d'air qui pourraient perturber les mesures. La taille de la gouttelette est très petite, il faut un microscope pour l'observer et un arc électrique pour l'éclairer. On ne peut pas la voir directement mais on perçoit la lumière de l'arc diffusée comme des scintillations, semblables à celles d'une étoile dans le ciel la nuit. Sur le microscope, deux traits horizontaux servent de repères pour mesurer la distance parcourue par la gouttelette. On court-circuite d'abord les plaques (le champ électrique est nul) et on laisse chuter la gouttelette dans le champ gravitationnel. Sa vitesse augmente, mais très rapidement la force de frottement visqueuse (loi de Stokes), proportionnelle à cette vitesse, équilibre la force gravitationnelle et la chute se stabilise à une vitesse constante (comme lorsqu'une bille métallique tombe au fond d'une bouteille remplie de sirop visqueux). Il suffit alors de chronométrier le temps écoulé entre les passages de la gouttelette entre les deux repères, dont la distance est connue, pour déterminer la vitesse de chute. On en déduit le rayon de la gouttelette. On connecte ensuite les plaques à une tension électrique. Les deux plaques forment alors les armatures d'un condensateur plan, dont le champ électrique est pratiquement constant dans la partie centrale, où ont lieu les mesures. La valeur de la tension est suffisamment élevée pour que la force électrique dépasse le poids de la gouttelette, cette dernière remonte verticalement. De nouveau, sa vitesse d'ascension se stabilise rapidement grâce à l'action de la force de frottement visqueuse et on peut la déterminer à l'aide du chronomètre en observant le passage de la gouttelette entre les deux repères. De l'équilibre entre les forces électrique, gravitationnelle et de frottement, on déduit la charge électrique portée par la gouttelette. En connectant et court-circuitant successivement les plaques, on peut amener la gouttelette à faire plusieurs montées-descentes, qui durent jusqu'à plus de 4 heures. [...]

Ilarion Pavel. La mesure par Millikan de la charge de l'électron, <http://journals.openedition.org/bibnum/805>.