

Notion de champ électrique

Vous savez certainement que deux charges électriques q_1 et q_0 (ce peut être des particules élémentaires telles qu'électrons ou protons mais aussi de très petits grains de matière porteurs d'un excédent de ces particules électrisées d'un signe donné) s'attirent ou se repoussent mutuellement suivant une force proportionnelle au produit de leurs charges et inversement proportionnelle au carré de la distance qui sépare les charges :

$$F_1 = k \frac{q_1 q_0}{d^2} \quad (1) \text{ k étant une constante électrostatique qui vaut dans le vide ...heu voyons...}$$

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 10^{-7} c^2 = 9 \times 10^9 \text{ oui c'est ça ! Retenons simplement que c'est une constante.}$$

Il existe deux types de charges électriques élémentaires : la charge élémentaire négative telle que celle portée par l'électron et la charge élémentaire positive telle que celle portée par le proton. L'unité de charge dans le système international est le Coulomb. (Nous verrons que $1\text{C} = 1\text{A} \times 1\text{s}$). La charge élémentaire vaut $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{C}$ c'est à dire un 0,dixneuf-zéros.....

Deux charges de signes contraires s'attirent alors que deux charges de même signe se repoussent. Cette force d'attraction ou de répulsion s'applique à chacune des charges et à pour direction la droite qui relie les charges.

Essays d'aller un peu plus loin :

Remplaçons la charge q_1 par une charge q_2 placée au même endroit par rapport à la charge q_0 . On suppose que q_2 n'est pas égale à q_1 mais qu'à part cela on ne change rien d'autre. Nous obtenons la force suivante que subiront les deux particules, donc en particulier q_2 .

$$F_2 = k \frac{q_2 q_0}{d^2} \quad (2)$$

Nous voyons qu'une partie de cette formule (2) est restée inchangée par rapport à la formule (1), c'est le produit $k \frac{q_0}{d^2}$ qui constitue une valeur qui ne dépend que de la charge q_0 et de la distance à la charge (d). (dans le vide k restera aussi inchangé). Tout se passe comme si la charge q_0 produisait *quelque chose* dans l'espace autour d'elle, qui ne dépend que d'elle et qui diminue avec le carré de la distance. C'est cet effet que l'on appelle le Champ Electrique qu'on note E .

$$E = k \frac{q_0}{d^2} \quad (3) \text{ Il est défini en chaque point de l'espace et puisqu'il ne dépend pas de la valeur}$$

de la charge témoin que l'on place en ce point, on peut logiquement considérer qu'il existe même pour une charge témoin aussi petite que l'on veut, voire pour une charge nulle, ce qui revient à la définir en tout point de l'espace même en l'absence de charge témoin. Pour être rigoureux il s'agit d'un champ vectoriel puisque orienté dans l'espace.

.../...

Note : Certaines théories considèrent que la force électrostatique est produite par un échange de particules (*photons*) entre les charges. Dans ce cas il semble difficile de concevoir un échange avec un endroit...vide et partant de définir le champ en un endroit vide. Toutefois il ne faut pas perdre de vue que nous traitons de concepts qui permettent de faire des calculs exacts et c'est tout. Vous pouvez vous représenter mentalement un champ à votre guise, sous forme d'une multitude de vecteurs, ou encore par quelque chose qui ressemble aux isobares sur une carte météo ou de la limaille de fer sur un aimant, ou de la fumée, c'est suivant votre imagination. Toutefois personne n'a jamais vu un champ vectoriel, qui reste un concept mathématique, un outil pratique qui permet de calculer et de prévoir le comportement réel de la matière, pas plus que personne n'a vu un électron ou un proton. Les longueurs d'ondes de la lumière visible étant bien plus grandes qu'un électron, voir un électron n'a pas de sens. (De plus le comportement des électrons ne ressemble à aucun comportement d'objet connu, c'est le comportement d'un électron). Mais il est bien commode de faire des calculs avec le concept d'électron en respectant ce qu'on connaît de son comportement, et qu'on ne peut pas définir simplement par des mots, mais bien plus facilement avec des équations mathématiques. (C'est l'objet de la physique quantique).

Que le champ électrique près d'une particule chargée à un endroit où il n'y a **rien** existe ou pas... n'a pas vraiment de sens. Dès qu'on y met une charge, tout se passe comme si elle était sous l'influence d'un champ, qu'il ai existé ou non avant. La grande différence entre les champs et les anges, c'est que les champs se plient au lois mathématiques alors que les anges aboutissent à des conséquences totalement absurdes !

Toutefois le déplacement des ondes électromagnétiques (radio) dans le vide, qui sont constituées de variations périodiques du champ électrique provoquant des variations périodiques du champ magnétique et vice versa le tout à la vitesse de la lumière laisse penser qu'un champ électromagnétique est un peu plus qu'un vecteur mathématique.

Mais on pourrait répondre que tant qu'on ne met pas une antenne, on ne sent rien passer. De même pour les photons, tant qu'il n'y a pas de particules de poussières dans le rayon de soleil, il n'y a rien de visible ! Je vous laisse cogiter, vous avez mon Email pour toute suggestion.

Je vous passe les propriétés de ce champ de vecteurs que sont le *flux* et la *circulation* et qui permettent d'écrire les lois de l'électromagnétisme (Equations de Maxwell). Contentons-nous de réécrire l'équation (1) avec notre nouveau concept, elle devient :

$$\vec{F} = q\vec{E}$$

avec des petites flèches dessus pour indiquer que ce sont des vecteurs, donc ayant dans l'espace une composante suivant x, une composante suivant y et une composante suivant z.

Voilà vous savez ce que c'est qu'un champ électrique. L'unité de champ électrique est le *Volt par mètre*. (V/m) Nous verrons plus tard pourquoi, lorsque nous parlerons du travail des forces électriques et de la différence de potentiel.