

VITESSE DU COURANT ÉLECTRIQUE :

0,1 mm/s

F5JQO, Maurice CASSOU

Introduction:

A quelle vitesse se déplace le "courant électrique" dans un conducteur ?

La première réponse qui vient à l'esprit : celle de la lumière, 300 000 km/s, au coefficient de vélocité près.

S'il s'agit d'un signal électrique, c'est vrai, mais s'il s'agit du courant d'électrons qui crée l'intensité électrique dans le conducteur, on est très loin de la réalité, car ceux-ci se déplacent en moyenne à 0,1 mm/s pour un courant d'1 ampère dans un conducteur en cuivre d'1 mm de diamètre, comme nous allons le montrer.

Généralités :

Si un conducteur est alimenté en courant continu, l'intensité I est la même en tout point et à tout instant, elle traduit un mouvement d'électrons du pôle - vers le pôle +, et nous allons en calculer la vitesse.

Si nous faisons varier l'intensité en un point $I = I(t)$, cette variation ne se répercute pas instantanément en tout point du conducteur, mais à une vitesse proche de celle de la lumière, comme nous l'avons dit plus haut. Si cette variation est périodique, sinusoïdale par exemple, on l'appelle une onde et ses propriétés ont été très étudiées dans la théorie des lignes et des antennes, qui nous intéresse particulièrement sur le plan pratique, pour le fonctionnement de nos installations, car elle conduit aux champs électromagnétiques rayonnés, aux photons, à leur propagation dans l'atmosphère, etc... Ce ne sont pas les ouvrages ni les articles qui manquent, heureusement pour nous.

Plus modestement, cet article s'intéresse au sort des électrons, modestes eux aussi car ils ne se déplacent pas aussi vite que les photons, auxquels

leur agitation donne pourtant naissance, et loin s'en faut.

A notre connaissance, personne ne s'est intéressé à la vitesse des électrons dans un conducteur parcouru par un courant électrique ; il est vrai que cela ne présente guère d'intérêt pratique, mais nous l'avons fait par curiosité et pour lever une ambiguïté de langage entre "vitesse du courant" et "vitesse de propagation" (d'ondes ou de signaux électriques).

Démonstration :

Soit un conducteur en cuivre d'1 mm de diamètre parcouru par un courant d'1 A.

Connaissant la charge d'un électron : $1,6 \times 10^{-19}$ coulombs, leur nombre dans un volume situé entre deux sections, nous pouvons calculer la vitesse de déplacement d'une section pour produire un tel courant.

Dans un conducteur, ce sont les électrons libres, ou électrons de valence (ceux de la couche externe) qui assurent la conduction électrique. Dans le cas du cuivre, il y a un électron libre par atome. On peut calculer le nombre d'atomes entre deux sections s séparées par la distance l parcourue en 1 seconde, soit le volume ls .

$$n = \frac{I s d A}{M}$$

($s = 3,14 \times (0,05)^2 = 8 \times 10^{-3}$ cm² : section du conducteur ;

$d = 8,9$ g/cm³ : masse volumique du cuivre ;

$A = 6,023 \times 10^{23}$:

nombre d'Avogadro ;

$M = 63,5$ g : masse atomique du cuivre).

La charge d'un électron étant $q = 1,6 \times 10^{-19}$ coulombs, la quantité d'électricité débitée en 1 seconde, soit, par hypothèse, 1 ampère, est donc :

$$1 = qn = \frac{q I s d A}{M}$$

d'où :

$$I = \frac{M}{q s d A} = \frac{63,5}{1,6 \times 10^{-19} \times 8 \times 10^{-3} \times 8,9 \times 6,023 \times 10^{23}}$$

soit :

$$I = 9,2 \times 10^{-3} \text{ cm}$$

soit environ 0,1 mm

Conclusion :

Ce résultat est une vitesse moyenne des électrons contenus dans une section, car compte tenu des collisions, des attractions et répulsions, de l'effet de peau... ceux-ci ne vont pas tous à la même vitesse au même instant, mais cet ordre de grandeur montre l'extrême lenteur de ce mouvement. La vitesse du courant électrique ou électronique dans un conducteur n'a donc rien à voir avec la vitesse de propagation d'un signal ou d'une onde.

Pour ceux qui seraient surpris par ce résultat (je l'ai moi-même beaucoup été), il faut se dire que cette lenteur est com-

pensée par le nombre :

(il y a $A = 6,023 \times 10^{23}$ atomes de cuivre, autant d'électrons libres, dans 63,5 g de ce métal).

Notes de F6CER

Dans un milieu matériel, le déplacement des particules mobiles (ions dans une solution, électrons dans un conducteur métallique, ions et électrons dans un gaz ionisé) n'est pas régi uniquement par le champ électrique, mais aussi par les collisions de ces particules avec les autres particules constitutives (atomes du réseau cristallin dans les solides, autres ions et molécules dans un liquide ou un gaz). Le mouvement résultant sera semblable à celui de petites particules dans un fluide visqueux : la vitesse moyenne varie mais n'augmente pas indéfiniment sous l'effet de la force, mais tend vers une valeur stationnaire proportionnelle à la force.

CONSTRUCTIONS TUBULAIRES DE L'ARTOIS



Z.I Brunehaut - BP 2

62470 CALONNE-RICOUART

Tél. 03 21 65 52 91 • Fax 03 21 65 40 98

e-mail cta.pylones@wanadoo.fr • Internet www.cta-pylones.com

UN FABRICANT A VOTRE SERVICE

Tous les pylônes sont réalisés dans nos ateliers à Calonne-Ricouart et nous apportons le plus grand soin à leur fabrication.

- PYLONES A HAUBANER
- PYLONES AUTOPORTANTS
- MATS TELESCOPIQUES
- MATS TELESCOPIQUES/BASCULANTS
- ACCESSOIRES DE HAUBANAGE
- TREUILS

Jean-Pierre, F5HOL, Alain et Sandrine
à votre service