

## LA BOULE À PLASMA

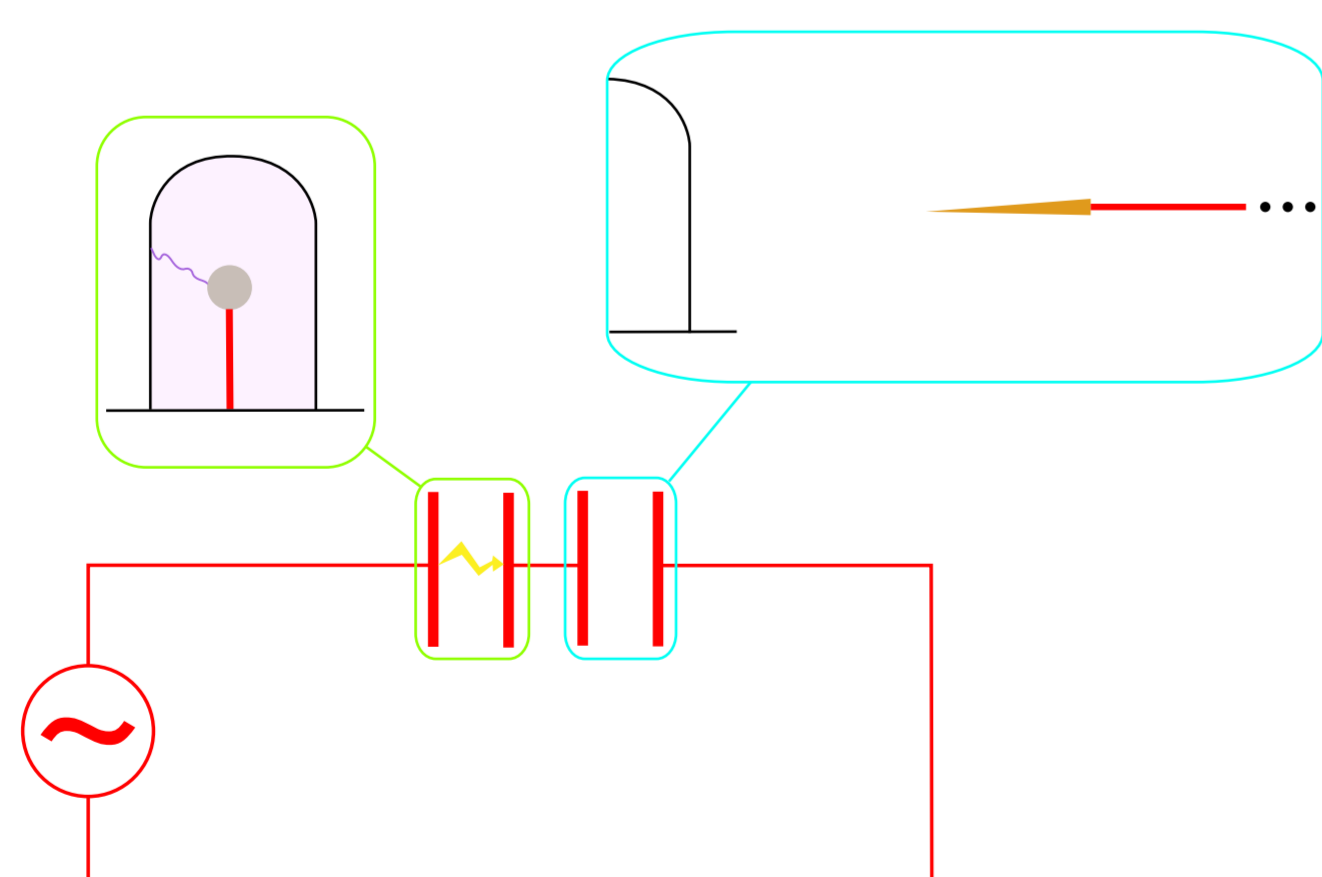
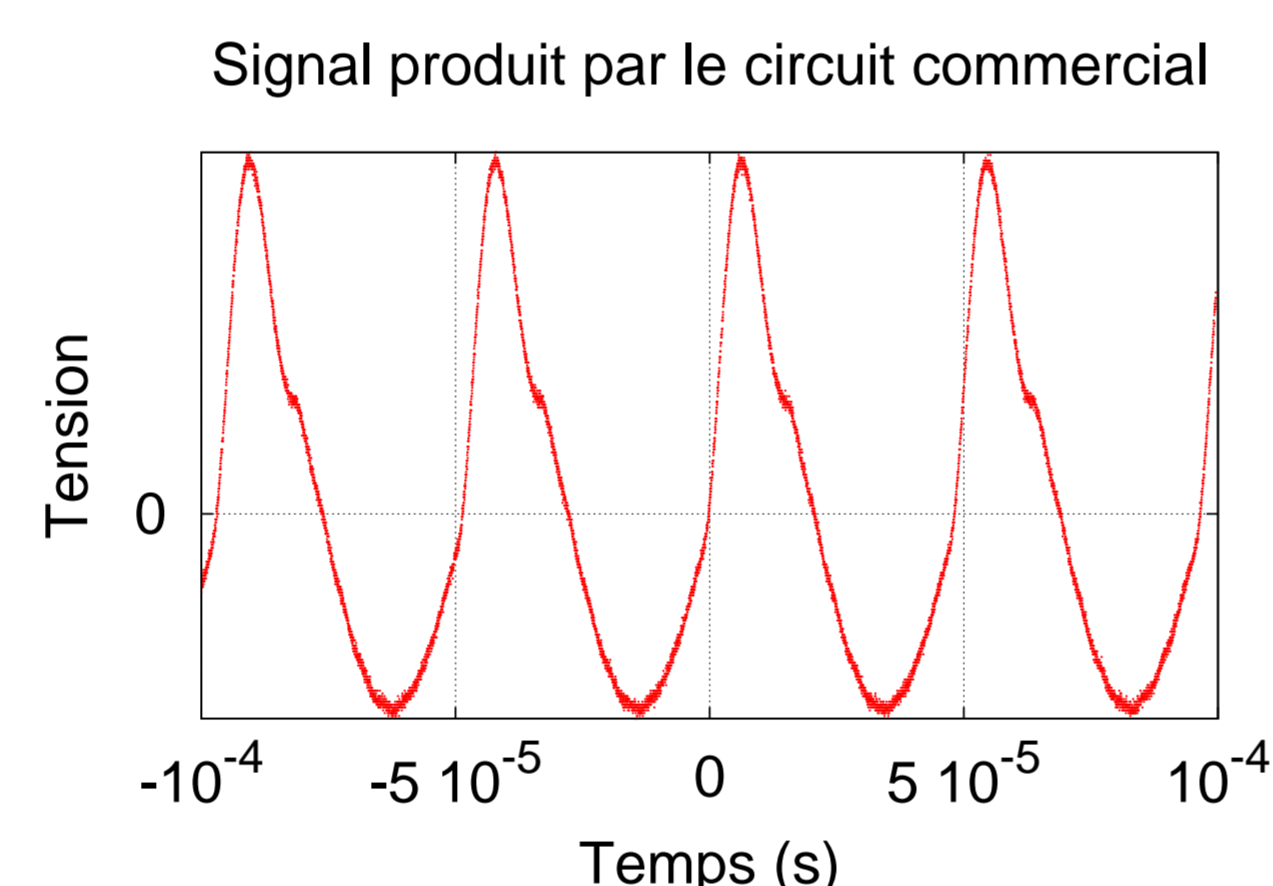
Valérie De Smet, Gustavo Lucena Gómez, Micha Moskovic, Florian Spinnler  
Experimentarium, Département de Physique



### Fonctionnement général

**Champ électrique** Rapport entre la Force d'origine électrique subie par une particule et sa charge.  $E = F/q$

- Courant alternatif haute fréquence  $\nu$  ( $\sim 20$  kHz), haute tension.
- Un gaz (ici de l'argon) contient toujours quelques ions.
- $|E|$  augmente  $\Rightarrow$  processus d'ionisation plus intenses, et densité d'ions augmente (cf. *Processus d'ionisation*).
- distribution des ions formés  $\pm$  homogène dans la boule. Homogénéité parfaite impossible  $\Rightarrow$  localement, des plus hautes densités.
- électrons se déplacent dans la boule, via ces zones de haute densité relative en ions, conductrices. Apparition de "tubes conducteurs".
- zones conductrices s'échauffent par *effet Joule*  $\Rightarrow$  gaz à cet endroit, plus chaud et donc moins dense, s'élève dans la boule  $\Rightarrow$  on ne voit jamais de tels tubes "descendre".



- électrons oscillent au sein de ces "tubes", à la fréquence  $\nu$ ; la lumière observée provient de photons émis par les atomes lors de leur désexcitation. (*principe de la conservation de l'énergie*)

- Circuit  $\simeq$  2 condensateurs en série, avec générateur de courant alternatif.

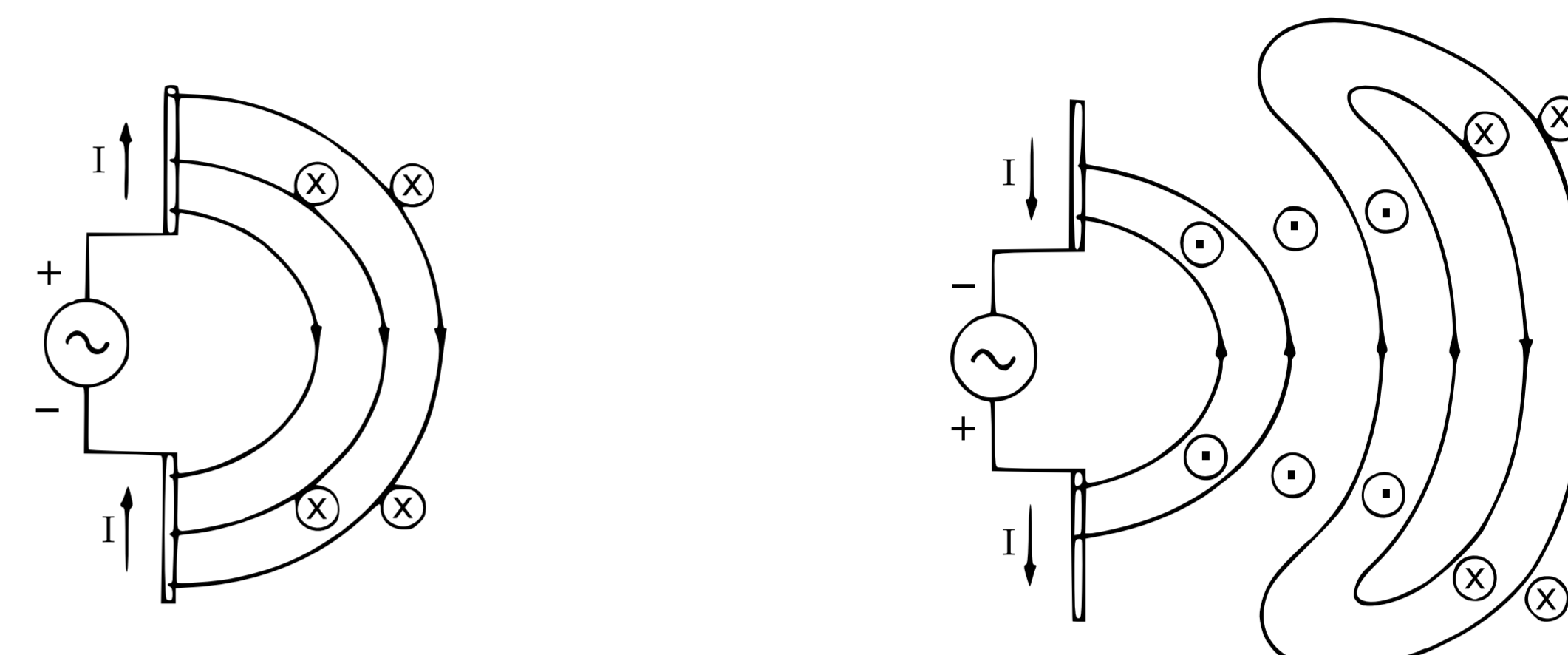
### Et si on approchait un néon ?

- électrons oscillent à la fréquence  $\nu$  dans tout le circuit.
- électrode centrale = antenne émettrice.

$$\vec{\nabla} \times \vec{B} = \mu_0 \vec{j} + \frac{1}{c^2} \partial_t \vec{E}$$

$$\vec{\nabla} \times \vec{E} = -\partial_t \vec{B}$$

À chaque alternance de signe au niveau de l'électrode, un champ électrique et un champ magnétique apparaissent.



Alternance suivante : le courant circule dans l'autre sens et les champs créés sont donc de directions opposées aux précédents. Les champs créés par l'alternance précédente se propagent dans l'espace.

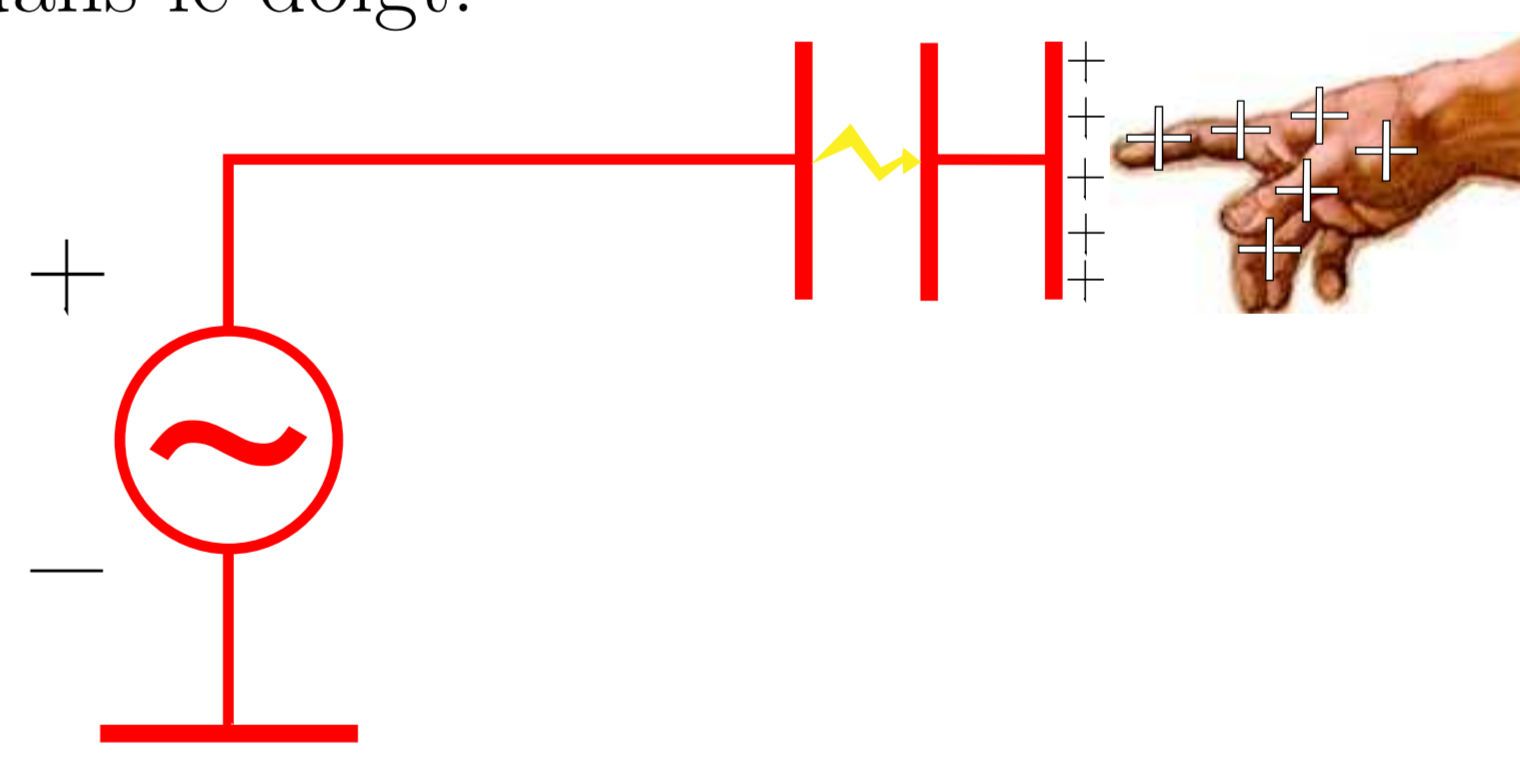
Il s'agit donc d'ondes électromagnétiques (champ électrique et magnétique oscillants, se propageant dans l'espace).

- $\Rightarrow$  tube néon = antenne réceptrice
- loin de la boule, un tube néon se trouve dans un champ électromagnétique oscillant. Les ions sont accélérés, et le processus d'ionisation et d'excitation commence. Les atomes qui se désexcitent émettent de la lumière.

### Et la main ?

- électrode = antenne émettrice;
- la boule  $\simeq$  condensateur; plaque 1 = électrode sphérique, plaque 2 = cloche en verre;
- l'objet (la main) s'approche de la boule  $\Rightarrow$  il joue le rôle d'antenne réceptrice (cf. *tube néon*) et modifie les champs électriques et magnétiques  $\Rightarrow$  les "tubes" se dirigent vers l'objet;
- les propriétés du condensateur (boule en verre) sont également modifiées : apposer son doigt (par exemple) sur la boule = modifier la géométrie du condensateur, en augmentant sa surface et son volume, et donc sa capacité  $\Rightarrow$  diminution de l'accumulation de charges au niveau du verre, les charges pouvant se répartir dans le doigt.

- $\Rightarrow$  le courant passera plus facilement dans la direction de l'objet, où la répulsion électrostatique est moindre.



### Un peu d'histoire

#### L'invention de Tesla : "Inert Gas Discharge Tube"

Le principe de la boule à plasma fut inventé dans les années 1890 par Nikola Tesla. Tesla, d'origine serbe, était un véritable génie dans le domaine de l'électromagnétisme; il aurait accumulé près d'un millier de brevets de par le monde pour ses inventions. Il a été un des pionniers du courant alternatif et on lui doit entre autres le moteur asynchrone (moteur à induction en courant alternatif), l'alternateur polyphasé, le principe du radar et la bobine de Tesla ("Tesla-coil").

#### L'objet d'art et de décoration

La boule à plasma telle qu'on la vend de nos jours a été conçue par l'américain Bill Parker dans les années 1970 alors qu'il était étudiant au Massachusetts Institute of Technology (MIT). Après ses études, il devint artiste-résident à l'Exploratorium de San Francisco et y développa différents mélanges de gaz nobles très purs et des circuits électriques pour créer des couleurs vives et des décharges de formes particulières dans les boules à plasma. Ces dernières furent présentées à l'Exposition Universelle de 1988 comme produits commerciaux, coûtant à cette époque quelques milliers de dollars.