

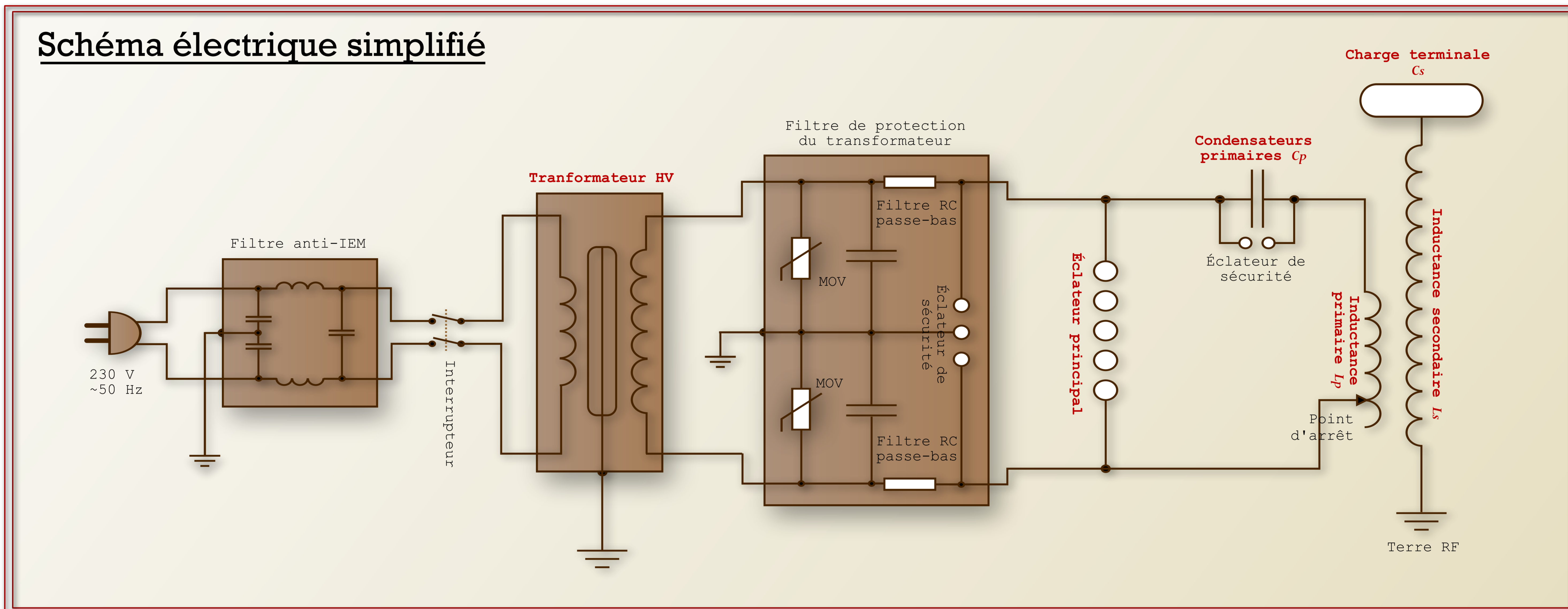
ZEUS - La bobine de Tesla

Christopher Gerekos, Thomas Vandermergel
Département de Physique



Transformateur à résonance, produisant un courant alternatif de haute fréquence, à haute tension et de basse intensité.

Schéma électrique simplifié



Considérations théoriques

Les équations de Maxwell permettent de décrire le phénomène d'induction électromagnétique. Elles permettent en outre de déduire le comportement des composants de base d'un circuit LC, l'inductance et le condensateur :

$$\mathcal{E} = L \frac{\partial I}{\partial t}$$

Inductance:
 \mathcal{E} = force électromotrice induite, L = auto-inductance, I = courant.

$$Q = CV$$

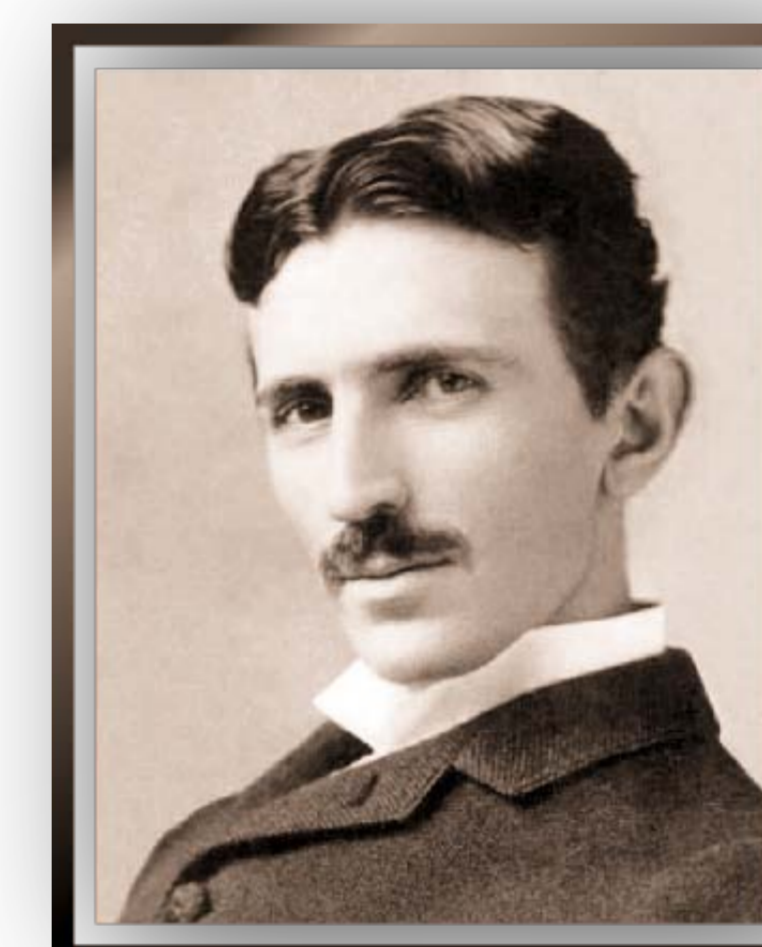
Condensateur:
 Q = charge électrique, C = capacité, V = différence de potentiel.

Les circuits primaire et secondaire de la bobine de Tesla sont des circuits LC. Ces circuits constituent un "pendule électromagnétique" et sont caractérisés par une fréquence de résonance :

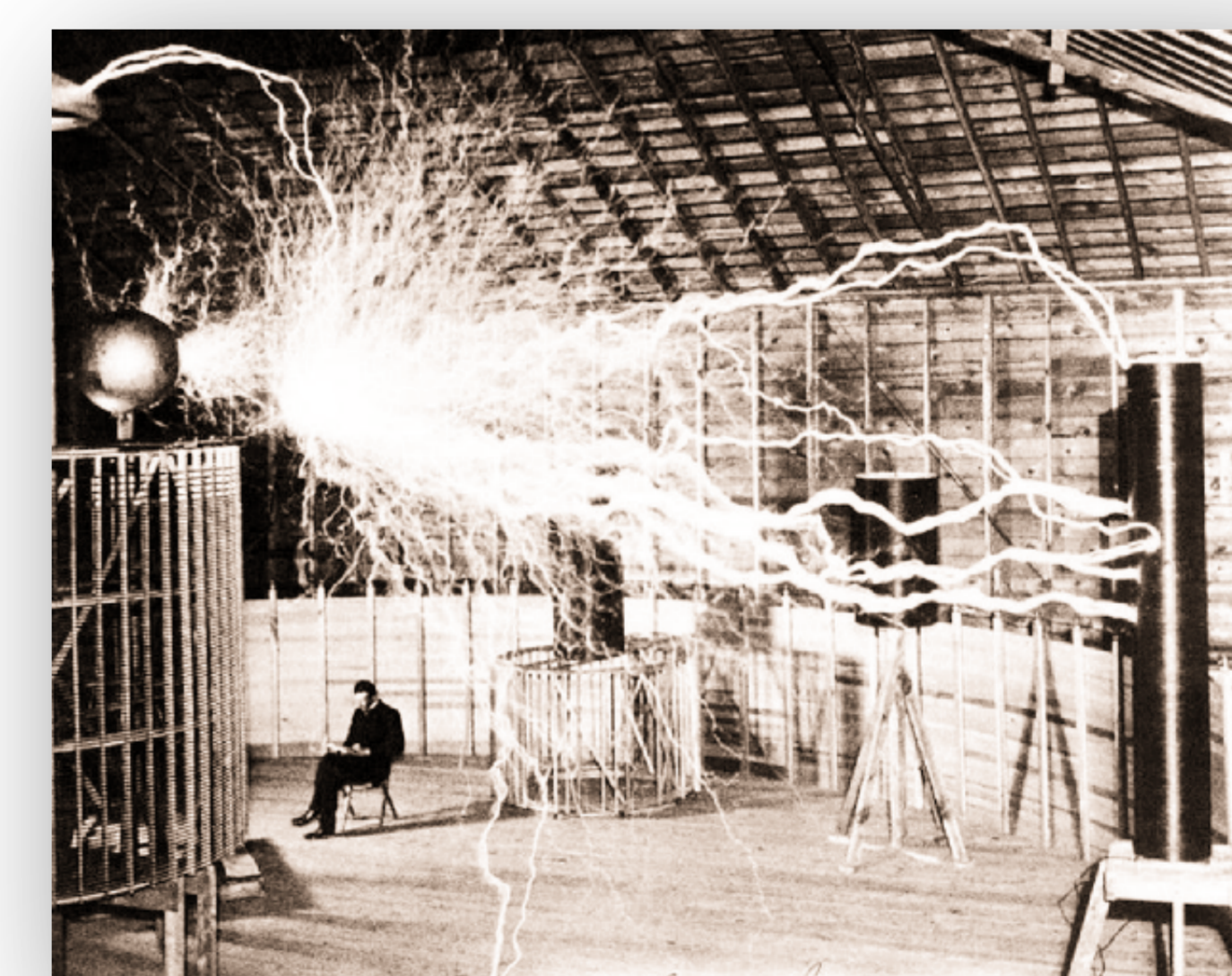
$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

Pour une efficacité optimale, les circuits primaire et secondaire doivent partager la même fréquence f de résonance.

La bobine de Tesla parvient à générer une tension extrême par **amplification résonante**. Les caractéristiques des circuits primaire et secondaire sont telles que c'est la tension qui augmente et le courant qui diminue.



Nikola Tesla à 34 ans
(c. 1890)

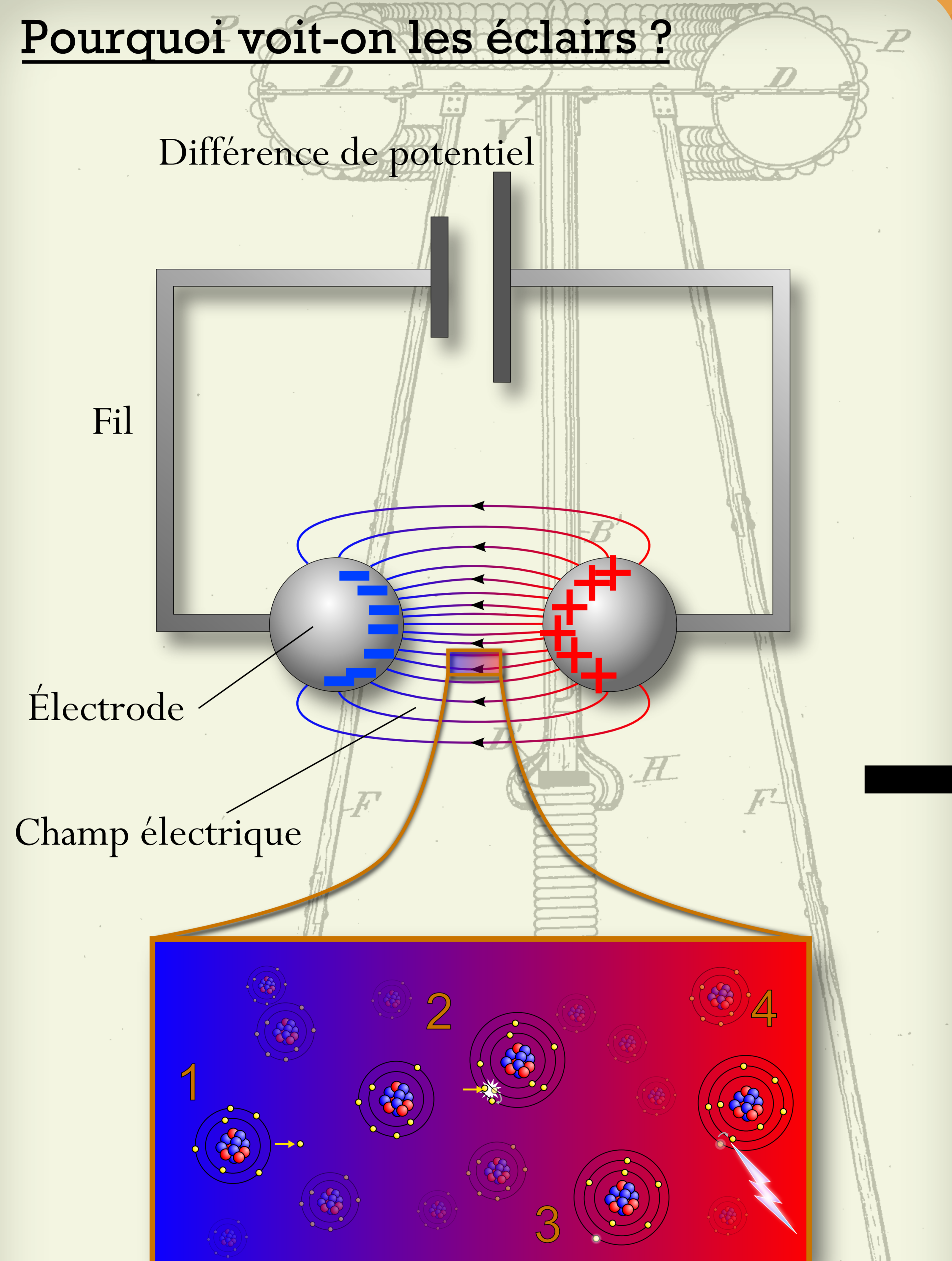


Le "magnifying transmitter" de Nikola Tesla, dans son laboratoire à Colorado Springs (USA). (c. 1900)

ZEUS - La bobine de Tesla

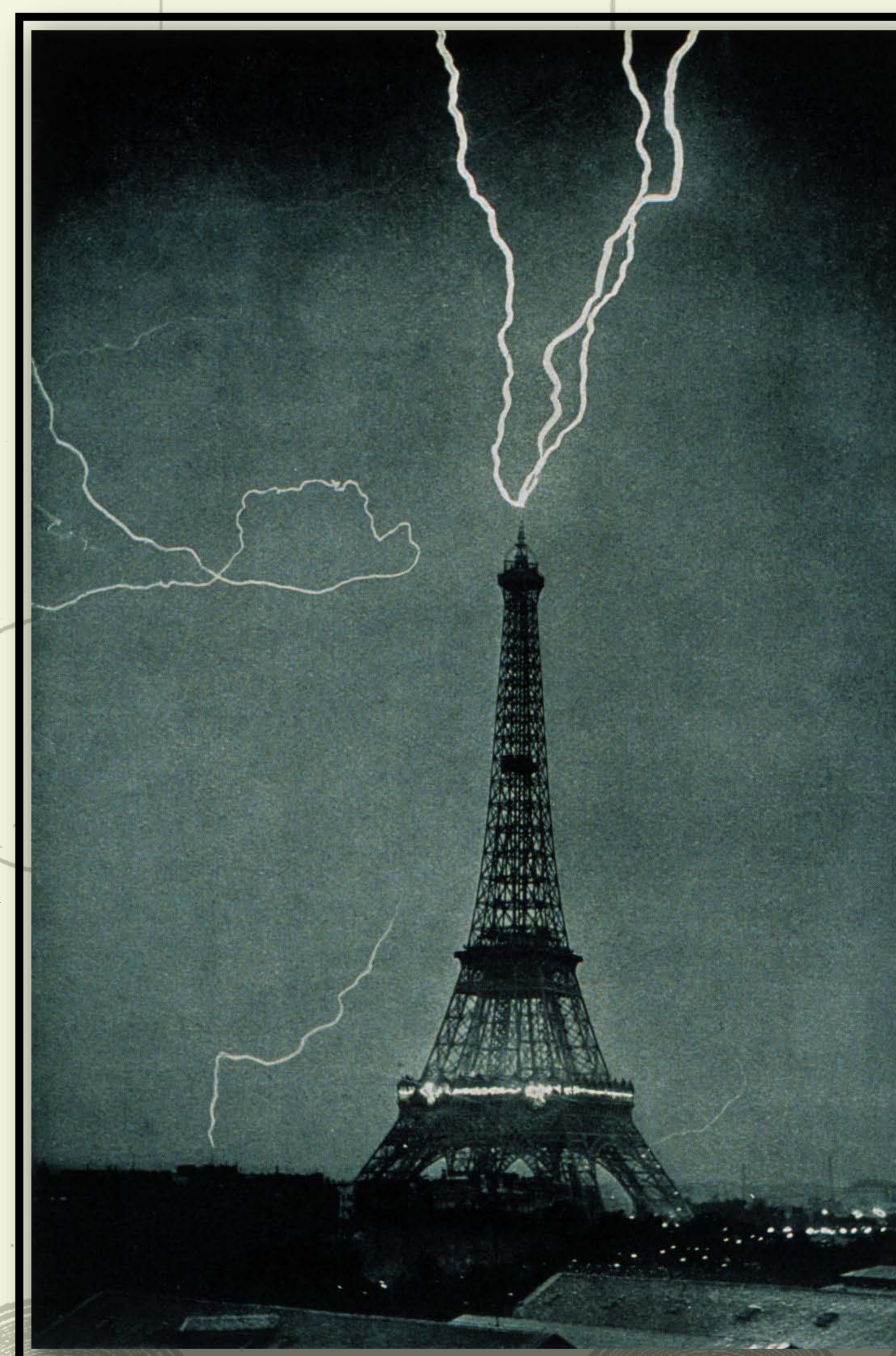
Christopher Gerekos, Thomas Vandermergel
Département de Physique

Pourquoi voit-on les éclairs ?



1. Le champ électrique ionise une molécule de l'air (principalement N_2 ou O_2).
2. L'électron arraché vient percuter une autre molécule. Elle en excite un électron.
3. L'électron reste temporairement dans cet état plus énergétique...
4. ...avant de redescendre sur son niveau initial. Il restitue l'énergie excédentaire en émettant un photon. C'est cette lumière-là que nous voyons.

Pourquoi ont-ils cette forme?



Une des première photographies de la foudre (Paris, c. 1902)

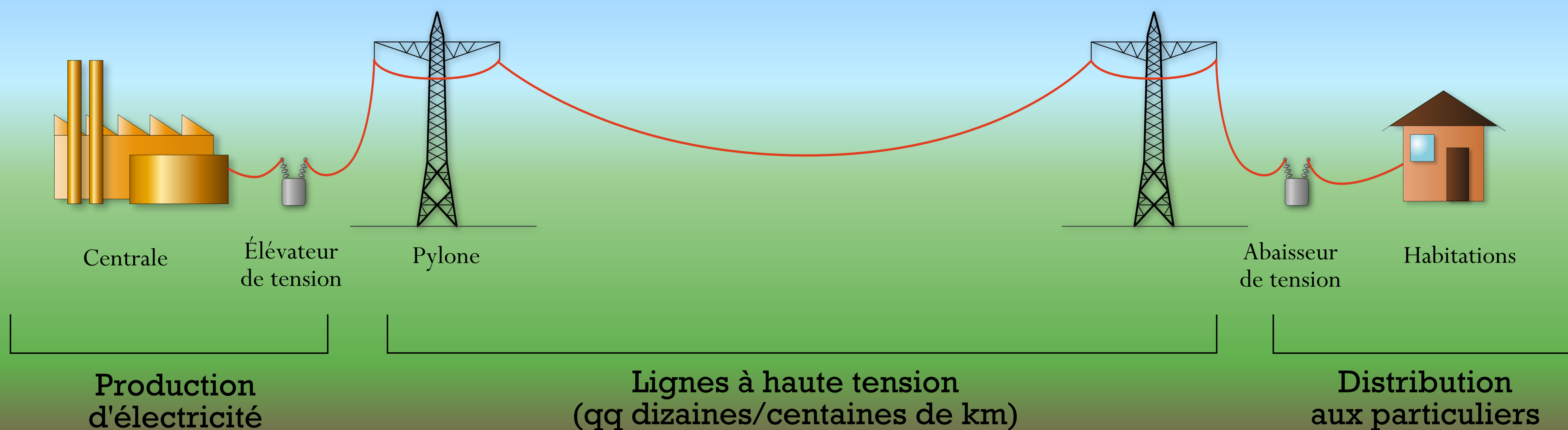
Le processus précédemment décrit se déroule à grande échelle (phénomène d'avalanche ou de percolation) sur un chemin liant les deux électrodes, dont l'une peut être l'air comme avec notre bobine. Leur forme ramifiée caractéristique provient du fait que l'air s'ionise "par morceaux". Le processus exact est encore mal connu de nos jours.

Remarquons aussi que le champ électrique est plus intense aux zones de fortes courbures, c'est l'effet de pointe.

ZEUS - La bobine de Tesla

Christopher Gerekos, Thomas Vandermergel
Département de Physique

Pourquoi utilise-t-on des hautes tensions ?



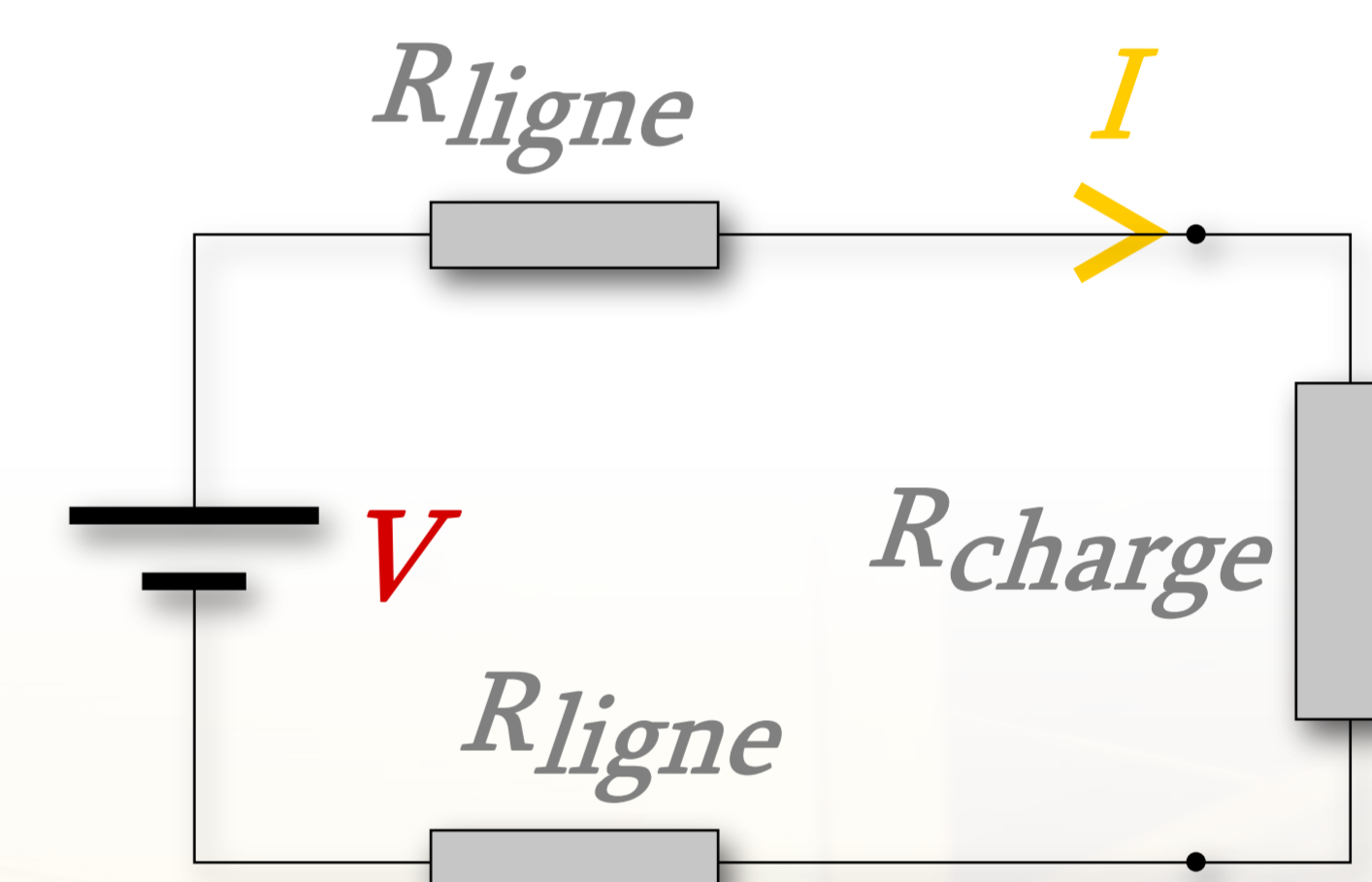
La loi d'Ohm relie la tension V aux bornes d'une résistance R à l'intensité I du courant qui la traverse :

$$V = R \cdot I$$

Toute résistance électrique dissipe de l'énergie sous forme de chaleur : c'est l'effet Joule. La puissance P ainsi perdue vaut :

$$P = V \cdot I$$

$$= R \cdot I^2$$



Une différence de potentiel engendre un courant.

Dans notre cas, nous assimilons R à la résistance des câbles électriques. Nous voyons donc que, puisque le courant est le même dans tout le circuit, diminuer ce courant réduira la puissance dissipée. Pour une puissance donnée on a donc tout intérêt à transmettre l'électricité produite à très haute tension et à basse intensité.

Pourquoi utilise-t-on du courant alternatif ?

Parce qu'il est très facile à transformer ! En utilisant le phénomène d'induction électromagnétique, on peut aisément modifier la tension d'un courant et ce avec des pertes tout à fait négligeables. Ceci n'est possible qu'avec le courant alternatif.

Pour diminuer la tension d'un courant continu, il faut utiliser un diviseur de tension, qui dissipe une grande partie de l'énergie.

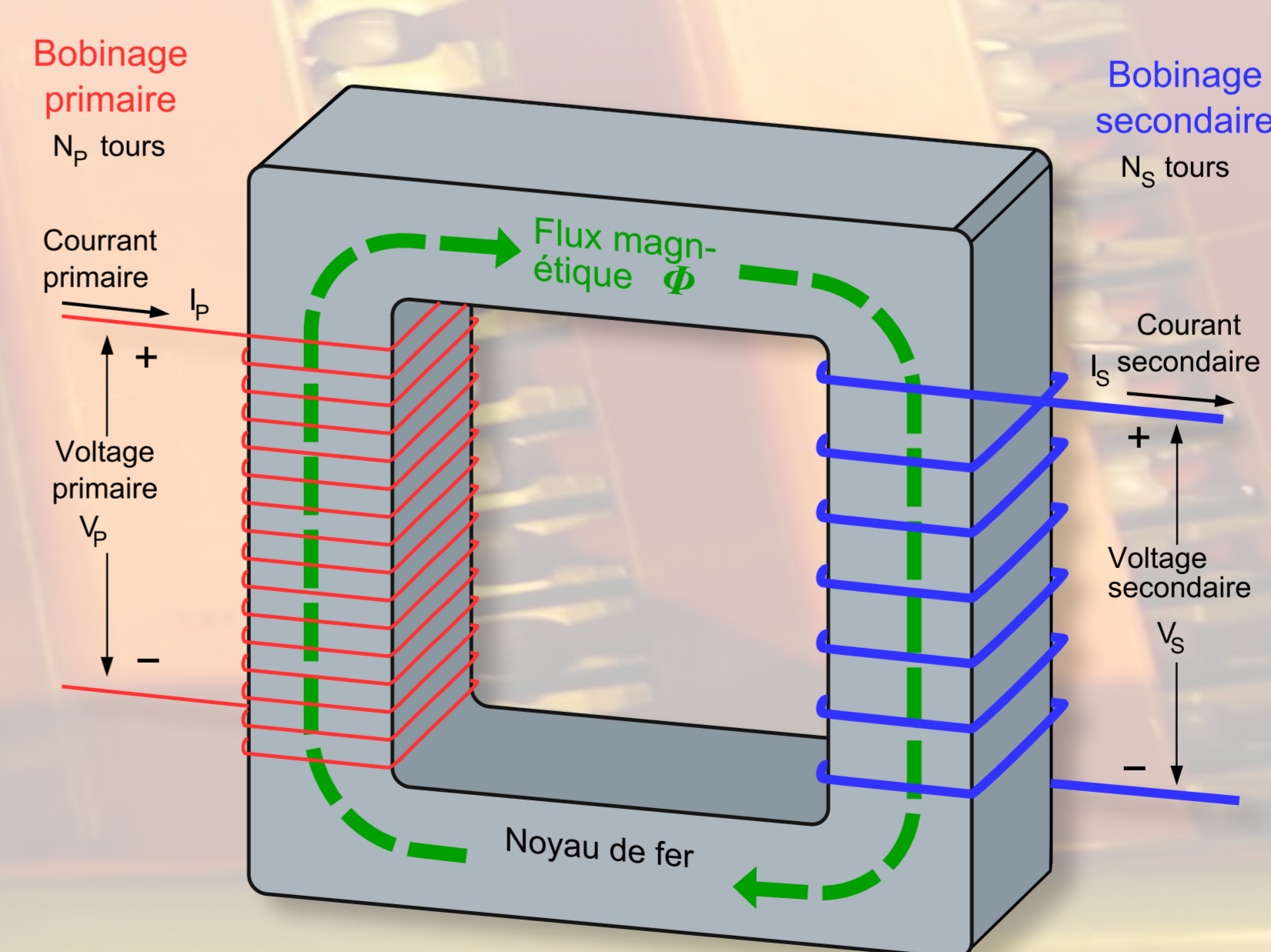
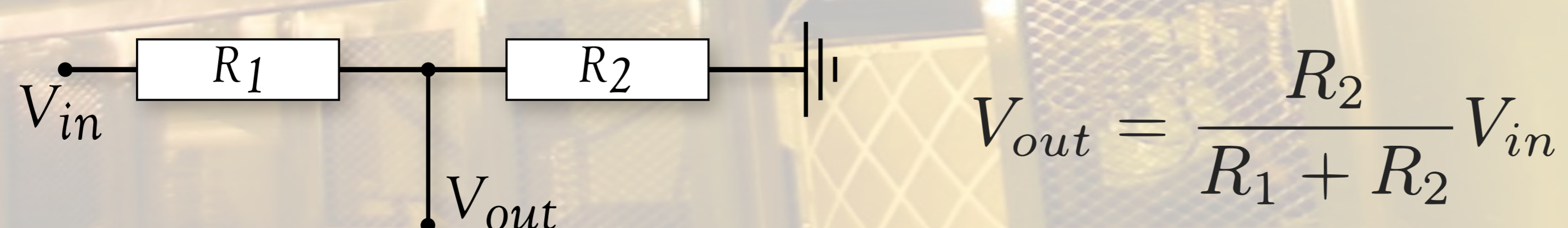


Schéma de principe d'un transformateur (ici abaisseur) à induction magnétique.

$$\frac{V_S}{V_P} = \frac{N_S}{N_P} = \frac{I_P}{I_S}$$

Schéma de principe d'un diviseur de tension



$$V_{out} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{in}$$