

## Karl Ferdinand Braun



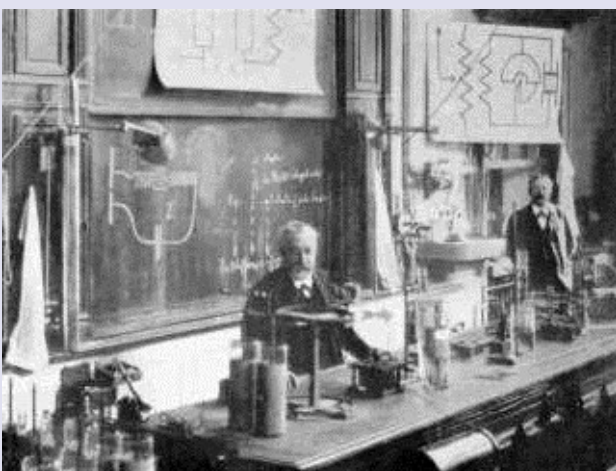
Comment ne pas évoquer Ferdinand Braun, qui fut co-lauréat, avec le physicien italien, du prix Nobel de Physique en 1909 décerné en reconnaissance de leurs contributions au développement de la télégraphie sans fil.

Karl Ferdinand Braun naquit le 6 juin 1850 à Fulda, ville du centre de l'Allemagne sur les rives de la rivière éponyme. Il fit ses études à l'Université de Marburg et reçut son doctorat en physique en 1872 à l'Université de Berlin.

Dès l'âge de 25 ans, en 1874, il établit que la galène (sulfure de plomb) ne respecte pas la loi d'Ohm : dans certaines conditions elle ne conduit pas l'électricité de la même manière suivant qu'on applique une tension dans un sens ou dans un autre

En 1895 il enseigna en qualité de professeur de physique à l'Université de Strasbourg et en devint le directeur de l'Institut de physique.

Le tournant de sa vie est son accession à la Chaire de Physique Expérimentale de Strasbourg, chaire la plus en vue de l'empire germanique après celle de Berlin. Alors qu'à cet âge, certains scientifiques ont leur carrière derrière eux, celle de Ferdinand Braun prend son envol dans l'Institut de Physique de Strasbourg. A peine installé, il commence à rénover l'enseignement

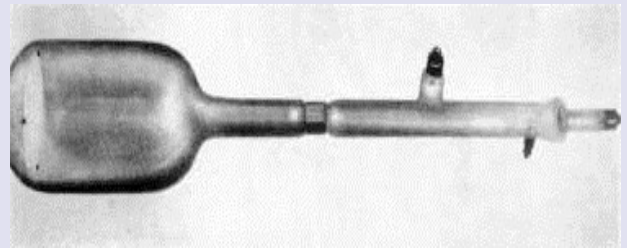


## HISTOIRE

En 1897, il construisit le premier tube à rayons cathodiques (CRT) et le tube cathodique oscilloscope.

### L'oscilloscope

La première version du tube cathodique est donc une diode à cathode froide avec une couche de phosphore sur la face. Les électrons sont arrachés à la cathode à l'aide d'une tension très élevée. Après avoir été utilisé pour l'investigation de phéno-



mènes physiques, le tube cathodique va devenir un instrument de mesures des signaux variant rapidement dans le temps. L'oscilloscope se substituera au miroir tournant pour ce type de mesures.

En 1897, Ferdinand Braun utilise pour la première fois un tube à rayons cathodiques pour étudier des phénomènes dynamiques, l'enregistrement de phénomènes électriques rapides.

Les premiers tubes de Braun sont remplis de gaz à basse pression, typiquement autour du centième de millimètre de mercure. Le canon à électrons est constitué d'une pastille circulaire qui joue le rôle de cathode et d'une électrode en anneau qui joue le rôle d'anode. La haute tension appliquée entre l'anode et la cathode est produite par une « machine à influence », c'est-à-dire une bobine d'induction.

Dans le champ électrique produit entre la cathode et l'anode, quelques ions positifs déjà présents dans le gaz neutre sont accélérés vers la cathode, ce qui génère des électrons secondaires accélérés dans la direction opposée.

Les électrons ionisent les molécules du gaz du vide résiduel et les ions positifs, parce qu'ils sont lourds, s'éloignent lentement du faisceau, et la charge d'espace positive ainsi produite tend à maintenir concentré le faisceau d'électrons tout au long de son parcours jusqu'à l'écran phosphorescent.

Dans le tube de Braun, la déflexion des électrons, dans une direction pour le signal à mesurer et dans la direction perpendiculaire pour le signal de référence, est produite par des bobines magnétiques.

Un des inconvénients des premiers oscilloscopes est alors la tension d'accélération des électrons qui doit être maintenue à un très haut niveau pour que l'énergie du faisceau électronique au niveau de l'écran soit suffisante.

## HISTOIRE

Dans les premières années du XX<sup>e</sup> siècle, Rankin a l'idée de disposer une petite bobine coaxiale entre la cathode et l'anode dans le but de concentrer le faisceau.

Cette modification permet non seulement d'augmenter l'intensité du faisceau d'électrons, mais aussi de réduire l'agrandissement de l'image de la source sur l'écran.

En 1914, A. Dufour a l'idée d'insérer une plaque photographique dans le tube à la place de l'écran fluorescent, ce qui améliore l'efficacité et par conséquent la vitesse de la mesure. Ce type d'appareil est appelé un « oscillographe cathodique ».

### La visualisation d'images

En 1907, l'inventeur russe Boris Rosing élabore un système ayant un tube cathodique comme intégrateur d'images. En 1911, il démontre pour la première fois le principe de modulation de la lumière par vitesse variable du faisceau.

Son élève Vladimir Kosma Zworykin, émigré aux États-Unis, produira en 1923 un tube de visualisation de l'image, le kinéscope.

En 1940, aux États-Unis, Peter Goldmark met au point un système de télévision couleur à 343 lignes. Ce système comporte un disque à trois filtres : rouge, vert et bleu, en rotation devant le tube de la caméra.

### C'est à cette époque qu'il rejoignit « les pionniers de la télégraphie sans fil ». Ses contributions furent nombreuses dans cette technologie naissante.

Il est à l'origine de l'introduction d'un circuit accordé fermé dans l'émetteur, la séparation de la partie rayonnante (l'antenne) au moyen d'induction de couplage et l'utilisation de cristaux à des fins de réception.

A partir de 1898 le Docteur Braun, et pendant les années qui suivirent, s'appliqua à résoudre les nombreux problèmes inhérents à la télégraphie sans fil. Il a écrit de nombreuses publications sur le sujet publiées dans de nombreuses revues scientifiques de l'époque. Il est à l'origine de l'invention d'un redresseur à diode de cristal.

Braun s'est intéressé aux questions de la télégraphie. En fait, ses essais préliminaires lui permettaient déjà de construire un émetteur plus compliqué que celui de Marconi mais beaucoup plus efficace dans l'air.

De quoi est formé cet émetteur ?

C'est un dispositif constitué de deux circuits: un premier, appelé primaire, contenait un condensateur, une bobine et un éclateur permettant de créer une étincelle; parallèlement, un circuit secondaire contenait une autre bobine et une antenne placées en série et connectées à la terre.

**Dans un premier temps, il fit l'analyse des erreurs de Marconi; l'émetteur de ce dernier était constitué d'un seul circuit dans lequel se trouvait un éclateur et une source de tension, connectés directement sur une antenne.**

Il avait essayé en vain d'augmenter la portée de son émetteur. L'idée de Braun fut de séparer le circuit qui produit les ondes radio - c'est à dire l'éclateur, la source d'énergie et un condensateur - de l'antenne. Ainsi, les oscillations électriques produites dans le circuit primaire sont transmises à l'antenne via deux bobines, l'une placée sur le circuit primaire, l'autre sur l'antenne.

Les connaissances théoriques de Ferdinand Braun lui permettaient de comprendre qu'en jouant sur la longueur d'onde d'émission, on pouvait augmenter la portée du poste émetteur.

Ce circuit couplé lui permettait donc de choisir une longueur d'onde adaptée, c'est à dire plus longue, pour l'émission.

**En faisant ainsi varier la capacité d'un condensateur variable, il pouvait régler finement la longueur d'onde d'émission: c'est l'ancêtre du tuner de nos postes.**

**A cette époque, Il y avait deux groupes :**

**Les théoriciens avec:**

**Maxwell** ( 1831-1879) Il a écrit en 1873 les quatre équations qui régissent et unifient les phénomènes électriques et magnétiques. Il décrit également la lumière comme un phénomène ondulatoire à la fois électrique et magnétique.

Père de l'électricité reformulée, il est difficile à lire; ses équations seront réécrites durant les années suivantes par **l'anglais Heaviside**.

Albert Einstein dira plus tard qu' "avec Maxwell, une nouvelle ère scientifique s'est ouverte".

C'est dire l'importance du bonhomme.

Son oeuvre fut diffusée en Allemagne par **Hertz (1857-1894)**. Ce dernier avait été assistant de Helmholtz comme Ferdinand Braun.

Nommé à Karlsruhe, il mit en évidence en 1886, d'autres ondes électromagnétiques que la lumière, dont l'existence était prévue par les équations de Maxwell.

Sa découverte eut des retombées extrêmement nombreuses; en particulier, Hertz a montré un moyen de production d'ondes électromagnétiques appelé éclateur.

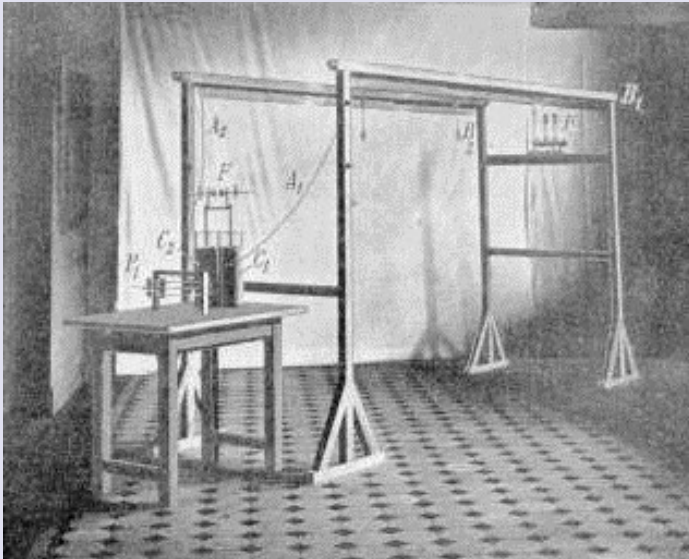
C'est ce système qui est utilisé par les chercheurs en radiotélégraphie de la fin du siècle comme source pour l'émetteur.

**Le français Branly (1844-1940)** est comme Braun un pur professeur. Il invente le cohéreur (1890), mais est peu intéressé aux applications de radiotélégraphie.

**Les praticiens**

**Siemens (1816-1892)** est un autodidacte en science, un des inventeurs du télégraphe, ancien officier du génie dans l'armée prussienne. Il est devenu un homme de brevets, un fondateur d'entreprises capitalistes et il a porté le renom de la technique allemande au plus haut.

## HISTOIRE



Système d'antennes à ondes dirigées

**L'anglais Lodge (1851-1940)** fut le premier à réaliser une transmission d'un signal de part et d'autre d'un mur à la Royal Society de Londres (portée d'environ 150 mètres). Ce n'était pas un signal porteur de message, mais une expérience.

L'émetteur était constitué principalement d'un éclateur produisant des étincelles, et, de ce fait des ondes radio.

Le récepteur était constitué d'un cohéreur de Branly, sensible aux ondes, et d'un petit ampèremètre qui permettait d'observer la variation de la conduction du cohéreur.

A la fin de 1894, et après avoir lu les travaux de Popov, il utilise le même dispositif, en lui ajoutant une antenne, et atteint 800 mètres.

**Le russe Popov (1859-1906)** a inventé un dispositif pour détecter la foudre utilisant une antenne, mais il a joué un grand rôle dans le développement ultérieur de la T.S.F.

Après les expériences de Lodge, Popov ajoute à ce montage un relais de sonnerie qui rend résistant le cohéreur de Branly stimulé par une onde radio.

L'avantage majeur de ce système est qu'il émet un bruit lorsqu'il reçoit un signal. De plus, le relais peut également être branché à un enregistreur Morse.

C'est l'italien **Marconi (1874-1937)** qui est considéré comme l'un des "inventeurs" de la télégraphie sans fil. Il a reçu, conjointement à Ferdinand Braun, le prix Nobel pour ses travaux.

Ainsi, il établira la première transmission télégraphique entre l'Angleterre et la France (46 km le 25 mars 1899)

En juillet 1899, son système assure la communication entre deux croiseurs britanniques sur une distance de 130 km. Marconi est un ingénieur inventif qui possède ce qui manque aux autres:

Cet état d'esprit lui permet de monter une société, de déposer des brevets qui protègent ses montages électriques, d'utiliser les procédés de Hertz, de Branly ou de Braun (aujourd'hui, on parle de "transfert de technologie") et de médiatiser ses réussites devant un public curieux d'industriels et de financiers.



Ferdinand Braun a également amélioré le récepteur.

Le cohéreur à limaille avait un fonctionnement imprévisible, à tel point que l'on oublia presque que c'est grâce au cohéreur que la télégraphie sans fil a pu se développer dans un premier temps.

Il avait découvert dès 1874 que certains corps, par exemple les sulfures de plomb ou galènes montraient un effet redresseur, semi-conducteur comme on le dit de nos jours.

Ferdinand Braun a établi que cet effet subsistait aux fréquences élevées.

Grâce à la galène, il fut possible d'améliorer la compréhension du signal, et par la même occasion, de diminuer les puissances mises en jeu.



Actuellement, on peut encore construire des récepteurs avec un condensateur, une bobine, une diode (l'arrière-petite-fille de la galène) et une antenne, et recevoir des émissions de radio sans aucune source d'énergie, pile, batterie ou courant provenant du secteur.



Ferdinand Braun put faire ses découvertes grâce à sa grande connaissance des problèmes théoriques et pratiques de l'époque, allée à une très grande curiosité.

Les problèmes mathématiques à la base de la compréhension des phénomènes ondulatoires n'étaient pas une difficulté pour lui.

Il connaissait probablement l'ensemble, ou du moins une grande partie des travaux théoriques et pratiques sur les ondes radio, comme le montre le discours qu'il tint à Stockholm le **11 novembre 1909** lors de la remise de son prix Nobel.

La première guerre mondiale se déclara alors qu'il était aux USA pour témoigner dans un procès contre la Marconi Corporation.

A la veille de cette première guerre mondiale, des procès retentissants éclatent, dont un des plus célèbres reste celui dirigé contre la société Marconi Co, suite à l'accident du Titanic.

En 1914 arrivent les prémices de la première guerre mondiale: l'Amérique voit d'un mauvais oeil les émissions allemandes sur son propre territoire. Il serait bon de pouvoir interdire aux compagnies germaniques l'accès au marché américain. Sans compter les problèmes d'espionnage, qui font les choux gras de la presse, et de la paranoïa ambiante. Pour des raisons de brevets, un procès éclate visant à interdire le droit d'émission et de réception à des compagnies allemandes.

Il fut assigné à résidence à Brooklyn à New York. Il y mourut le **20 avril 1918**.



## HISTOIRE



### Aujourd'hui

Il est étonnant de voir comment les découvertes d'un homme peuvent se résumer à peu de choses.

La radio, cette fameuse T.S.F. aurait bien sûr vu le jour sans lui, mais cette radio que nous connaissons aujourd'hui ne serait peut-être pas la même si Ferdinand Braun n'avait pas existé.

C'est grâce à lui que l'ancêtre de la télévision, le tube cathodique, existe aujourd'hui et c'est grâce à lui qu'il nous est possible de choisir l'émission de radio ou de télévision que nous voulons visionner, grâce au tuner.

C'est le premier qui a utilisé la galène, c'est-à-dire une petite diode, dans des circuits électroniques.

Texte de Richard F4CZV, complété de Daniel F5DBT.

