

Histoire de communication

On a beaucoup parlé de la 1ère Guerre Mondiale ces derniers mois (NDLR : je sais, l'article date un peu). Mais de quoi disposait nos troupes pour communiquer en ces temps là. C'est un point rarement abordé dans les reportages. L'Armée disposait des pigeons voyageurs et les a beaucoup utilisés. Le téléphone filaire existait déjà. Mais y avait-il autre chose ?

Le Titanic a coulé en 1912, il a pu envoyer un message de détresse qui a été capté par le Carpathia, qui s'est alors dérouter, et ça a permis de sauver 700 vies. Qu'est ce qu'il avait-il à bord du Titanic pour émettre ce signal de détresse, et comment ça fonctionnait ? Qu'est ce qu'il y avait à bord du Carpathia qui a permis de capter ce message ?

Dans cet article, je vais essayer de faire un point sur les premières techniques de transmission d'informations sans fil.

Avant cela, je vais faire une longue parenthèse sur une expérience de physique que personnellement je trouve absolument extraordinaire. Bien entendu, cette expérience a un rapport avec le sujet de cet article (même si ce rapport est lointain). Cette expérience est connue depuis 1911, pour moi c'est l'une des expériences les plus impressionnantes (et aussi des plus étranges) de la physique moderne, au même titre que les fentes de Young (mais ça c'est une autre histoire).

Cette expérience est parfaitement réalisée dans cette vidéo sur Youtube, elle dure moins de 15 minutes. La présentation est de Julien Bobroff, un éminent spécialiste du sujet. Je vous invite vivement à la regarder. Je vous fait un résumé en image ci-dessous.

Tapez : « Expériences de supraconductivité » dans Youtube ou voici le lien direct :

<https://www.youtube.com/watch?v=QoPEIDvLZJA&t=545s>

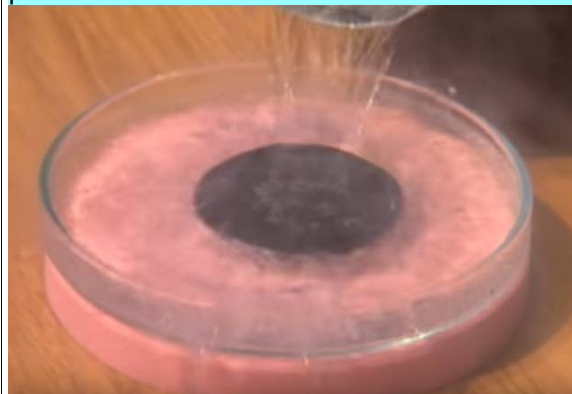


C'est une expérience qui met en évidence un phénomène de supraconductivité, c'est à dire quand la résistance électrique des matériaux devient nulle à des températures très froides. Le chercheur dispose d'une pastille de céramique, celle-ci est un peu spéciale, mais ça marcherait aussi avec un morceau de carrelage à condition de le refroidir suffisamment.



Il dispose aussi d'un aimant comme on en trouve dans les moteurs électriques ou les disques durs, et il dispose d'un bidon d'hélium liquide très froid pour pouvoir refroidir la pastille.

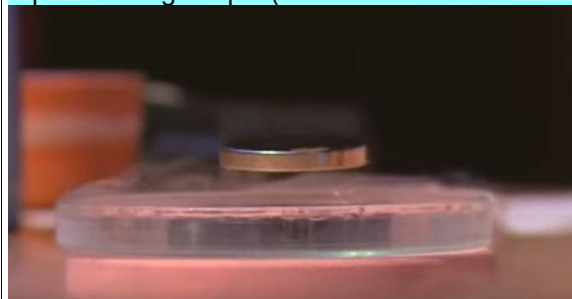
Il met la pastille dans un récipient en verre et verse l'hélium liquide et laisse le froid du liquide refroidir la pastille.



Quand la pastille est froide, il approche l'aimant de la pastille. A début la pastille n'en veut pas et elle repousse l'aimant ce qui est déjà surprenant, car la céramique n'est normalement pas magnétique.



Mais en insistant, la pastille finit par accepter l'aimant et l'aimant reste en lévitation stable au-dessus de la pastille. On peut passer une feuille de papier entre les deux, ce n'est pas de la magie. Et ce n'est pas un phénomène de répulsion magnétique (sinon l'aimant se retournerait).



Plus impressionnant encore, maintenant la pastille et l'aimant forment un ensemble relié par une force invisible, une sorte de rayon tracteur, car si on bouge la pastille, l'aimant bouge aussi.

Il faut tirer fort pour les séparer, la pastille semble s'opposer au fait qu'on essaye de retirer l'aimant de son environnement. Les deux forment un ensemble lié, si on soulève l'aimant, la pastille se soulève aussi.



Dans la vidéo, Julien Bobroff reconnaît qu'on ne sait pas vraiment ce qu'il se passe dans la pastille lors de cette expérience, il parle de phénomène quantique. La mécanique quantique est une théorie décrivant le comportement de la matière au niveau de l'infiniment petit, c'est à dire au niveau des particules, des électrons, des atomes. Tout les phénomènes qui touchent l'infiniment petit sont du domaine de la mécanique quantique. La mécanique quantique explique bon nombre de phénomènes, mais là avec cette pastille et cet aimant, le spécialiste reconnaît qu'on ne sait pas encore grand chose, il parle de tourbillon quantique tout en reconnaissant lui-même que c'est loin d'être une certitude. Ce qu'on sait, c'est qu'il se passe quelque chose au niveau des électrons qui fait que cet aimant reste en lévitation stable au-dessus de la pastille.

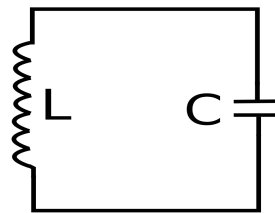
La supraconductivité est très intéressante pour l'industrie, car s'affranchir de la résistance électrique est un rêve. Si on pouvait fabriquer des ordinateurs avec des matériaux supraconducteurs, on multiplierait probablement les vitesses par 100 ou 1000. Il y a beaucoup de recherche pour trouver des matériaux supraconducteurs à des températures supérieures à -200°C et on a déjà trouvé des choses, mais il faut encore du grand froid. On sait davantage de choses sur la supraconductivité dans les métaux. Un certain Léon Cooper a démontré en 1956 que les électrons se mettaient à fonctionner par paire à basse température, on parle des paires de Cooper. Il recevra le prix Nobel de Physique pour ça en 1972. Léon Cooper est surtout connu pour ses travaux sur la supraconductivité. Mais c'est aussi un éminent spécialiste de l'intelligence artificielle dont on parle tant en ce moment. Dans les années 80, il a écrit un ouvrage à ce sujet qui est encore une référence de nos jours. Il est l'auteur d'un algorithme de classement toujours utilisé, notamment par Netflix.

Bon, tout ça pour dire, qu'à l'heure du smartphone et d'internet, il y a des pans entiers de la physique où on n'a pas encore tout compris, et nous allons en voir un autre.

Maintenant, revenons au sujet principal de cet article. En 1895, Marconi, un Italien, a réalisé la première transmission d'informations (des points et des traits, donc du code Morse) sans fil sur une distance relativement importante pour l'époque : 2,4 kilomètres. Il fera la première communication trans-Manche sans fil en 1899. Marconi était plus un intégrateur qu'un inventeur. Il a eu le génie de combiner les inventions et les découvertes

d'autres chercheurs pour en faire quelque chose d'opérationnel. Il utilise l'émetteur à étincelle de David Edward Hughes, il intègre les travaux de Alexandre Popov pour fabriquer des antennes efficaces, il intègre les recherches de Édouard Branly pour réaliser le premier récepteur d'ondes radios. Marconi était une espèce de Steve Jobs avant l'heure, et c'était aussi un excellent businessman ce qui lui a permis de prendre l'ascendant sur ses concurrents.

A l'époque, on utilisait des émetteurs à étincelles. Vous avez tous déjà remarqué que quand on éteint la lumière quand un poste de radio est allumé, vous entendez un clac dans les haut-parleurs. C'est un parasite généré par l'arc électrique qui se produit quand on ouvre un circuit électrique. Plus généralement une étincelle provoque une onde électromagnétique qu'on dit sale car elle pollue tout le spectre de fréquence, de quelque Hertz à plusieurs centaines de Mégahertz. Mais c'est tout ce qu'on connaissait à l'époque.



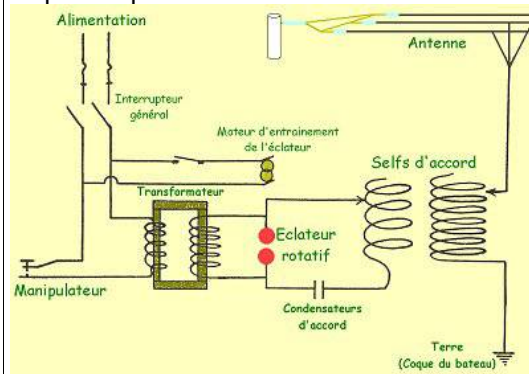
Vous vous rappelez sans doute que quand on met en parallèle une bobine et un condensateur, on obtient ce qu'on appelle un circuit LC qui a une fréquence de résonance qui se calcul par la formule :

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

A chaque fréquence correspond une longueur d'onde qui se calcule en divisant la vitesse des ondes (c'est la vitesse de la lumière) par la fréquence.

L'utilisation d'un circuit LC dans l'émetteur à étincelle permet de limiter un peu la pollution du spectre des fréquences, et Marconi avait compris ça. Il avait aussi compris que la longueur de l'antenne devait être un multiple de la longueur d'onde correspondant à la fréquence du circuit LC.

Voilà, à quoi ressemblait son émetteur, et c'est même ce dispositif qui était à bord du Titanic en 1912.



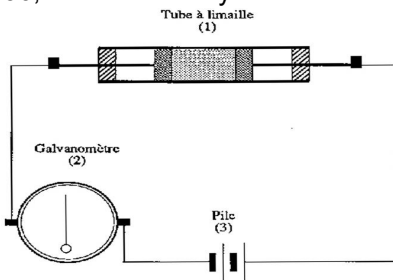
Sans rentrer dans les détails, sur la gauche vous avez de quoi produire des grosses étincelles, et à droite vous avez un circuit LC variable et l'antenne qui était tendue entre les cheminées du Titanic.

Voilà une photo de la salle des transmissions du Titanic



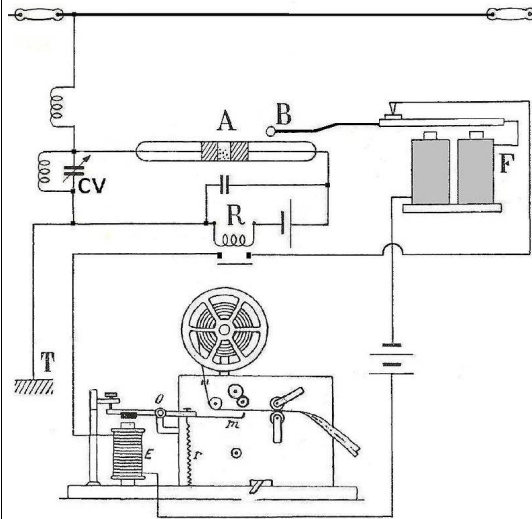
Pour son expérience de 1895, c'est un dispositif similaire qui avait été utilisé.

Pour le récepteur de 1895, Marconi a utilisé les recherches d'un Français, Edouard Branly, né à Amiens, vous aurez une question sur lui dans le rallye, c'est sûr. En 1890, Edouard Branly a fait une découverte importante.



Il a mis de la limaille de fer dans un tube, la limaille est légèrement compressée par deux rondelles en bronze. Il a constaté que s'il faisait une étincelle pas trop loin de ce tube, et bien la résistance électrique de la limaille chutait brusquement de plusieurs kilo-ohms, incroyable !! ça ne vous rappelle rien ? Il comprendra plus tard que c'est l'onde électromagnétique générée par l'étincelle qui fait chuter la résistance électrique. En tapotant contre le tube, la résistance revient à sa valeur initiale. Il se passe vraiment un truc étrange dans ce tube, à l'époque, personne ne pouvait expliquer le phénomène. Ce qui est totalement incroyable, c'est que aujourd'hui encore, personne ne sait expliquer ce qu'il se passe dans ce tube. Tout le monde s'accorde à dire que c'est un phénomène quantique, ça concerne l'infiniment petit, mais 130 ans après personne ne sait l'expliquer précisément. Pour que la résistance électrique chute, c'est que les électrons changent de comportement, peut être qu'on est en présence d'une espèce de paire de Cooper. Aujourd'hui plus personne ne fait de recherche sur le dispositif de Branly, c'est peut être une erreur. Imaginez ce qui pourrait se produire si on plongeait ce tube dans de l'azote liquide, HaHaha...

A l'époque, Edouard Branly ne savait pas quoi faire de sa découverte, Marconi a su en tirer parti pour construire un récepteur. En voici le schéma.



Vous en conviendrez, c'est une vraie usine à gaz qui allie l'électricité et la mécanique. Vous avez le tube de limaille (A), vous avez un petit marteau (B) pour redonner à la limaille sa résistance initiale (après avoir capté une onde), vous avez un circuit LC noté CV sur le schéma, et dans le bas vous avez un dispositif enregistreur des points et des traits du code Morse.

C'est ce récepteur qui a été utilisé en 1895 et aussi en 1901 pour la première liaison transatlantique. Un excellent reportage a été diffusé sur Arte concernant l'histoire de Marconi. Voici les liens.

<https://www.youtube.com/watch?v=zd-mbrhXwAo>



L'émetteur à étincelles utilisé en 1901 pour la liaison transatlantique était d'une puissance phénoménale. Il engendrait un bruit digne d'un orage. Heureusement qu'en un siècle, les choses ont changé.

Thonain, un Youtubeur Français spécialisé dans l'initiation à l'électronique a refait un émetteur et un récepteur de Marconi en utilisant une bobine de voiture pour faire l'étincelle et un tube de limaille, et ça marche.

Voici le lien sur sa vidéo

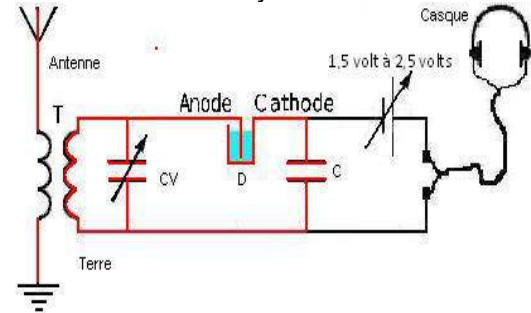
<https://www.youtube.com/watch?v=KMdu3X1LVq8&t=194s>



Marconi a commercialisé son dispositif, il a monté une compagnie de télégraphie sans fil. Il a même réussi à imposer son dispositif dans la marine.

Concernant la réception, le tube de Branly (aussi appelé cohéreur de Branly) était loin d'être la panacée. Un ingénieur Français, Gustave Ferrié a découvert en 1903 un autre dispositif qu'il a appelé le détecteur électrolytique

car basé sur l'électrolyse. En voici le schéma

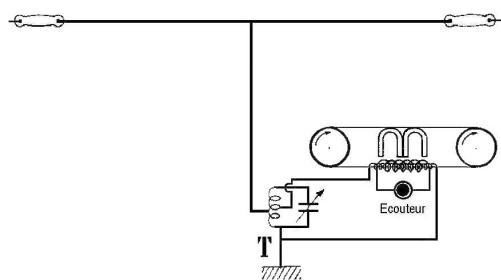


Vous en conviendrez, ça fait déjà beaucoup moins usine à gaz. Ce Gustave Ferrié vient d'inventer la Diode, mais à l'époque il ne le savait pas. Son dispositif conduit l'électricité dans un sens mais pas dans l'autre. C'est une découverte très importante. A partir de 1903, le cohéreur de Branly est progressivement abandonné. La société Marconi saura s'adapter à cette nouvelle technologie. Un récepteur comme celui-là, vous pouvez le refaire chez vous.

Si vous remplacez le pot noté D sur le schéma par une simple diode, et bien ça fonctionnera, vous capterez RTL ou Europe1 selon votre région, ça marche encore de nos jours. Le fonctionnement d'une diode est parfaitement connu, même au niveau des atomes et des électrons, et donc au niveau de l'infiniment petit, c'est un phénomène quantique parfaitement maîtrisé contrairement à ce qu'il se passe dans le dispositif de Branly.

Aujourd'hui, quel que soit le dispositif de réception (télé, radio, smartphone, wifi, bluetooth, ...) vous allez retrouver quelque chose qui ressemble à ça dans la première partie du schéma électronique : une antenne, une sorte de circuit LC, une diode de redressement (D), un condensateur (C) qui élimine la fréquence porteuse en l'envoyant vers la masse, un dispositif d'amplification du signal utile, tout y était...

Bon, c'est toujours pas ça qui était utilisé sur le Carpathia pour réceptionner le SOS du Titanic. A cette époque, Marconi avait opté pour le détecteur à fil magnétique, un peu plus fiable, mais en 2012, c'était déjà obsolète, voici le schéma



Je dois reconnaître que je ne suis pas complètement sûr de la techno qu'il y avait à bord du Carpathia, les informations ne sont pas toutes convergentes, mais ça devait ressembler à ça.

Dans les années 1900, Marconi avait fait un vrai business de la transmission des données (en Morse). Il a même essayé d'en faire un monopole. Bien sûr les états l'ont envoyé se faire voir, mais il en a quand même fait un sacré business, la suite de l'histoire fut moins glorieuse, il est devenu un haut dignitaire du parti de Mussolini, ce qui n'a pas plu à pas mal de monde, et c'est même pour ça que les US ont essayé d'annuler ses brevets en essayant de les réattribuer à Tesla, l'histoire est compliquée.

La première transmission de la voix, on la doit à un Québécois, Reginald Fessenden, le 23 Décembre 1900, peu de temps après que Marconi ait transmis du Morse, mais bizarrement son invention va rester à l'état de prototype pendant longtemps. Pour cette première transmission, Fessenden utilise un émetteur à étincelles qui produit 10 000 étincelles par seconde. La modulation du signal était obtenu grâce à un microphone à charbon refroidi à l'eau.

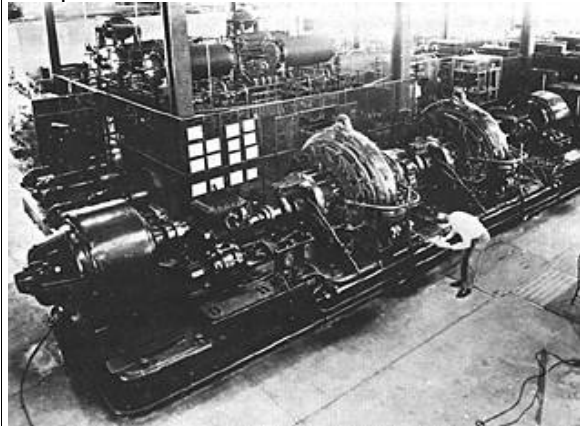
Si vous voulez écouter ce que ça donnait, vous pouvez aller là : <http://leradiofil.com/FessendenVoix.mp3>



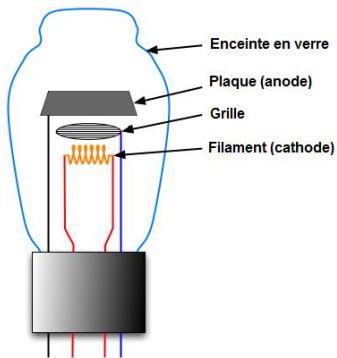
Il s'agit bien entendu d'une reconstitution, la transmission réelle n'ayant pas été enregistrée. Ce n'est pas de la Hifi, c'est le moins qu'on puisse dire.

En 1906 il réalise une transmission transatlantique bi-directionnelle, la voix et la musique dans un sens et du morse par un câble sous-marin en retour pour indiquer que le message avait été capté. Le 23 décembre 1906, il réalisa une première radio-diffusion publique d'un disque de Haendel (eh oui, les disques ça existaient déjà, mais ils tournaient à 105 tours par minute à l'époque) et d'un chant de Noël. L'émission pu être captée jusqu'à 800km. Mais là encore, son dispositif resta dans les placards pendant encore des années. Marconi avait la fibre entrepreneurial, c'est ça qui a fait la différence.

Le dispositif utilisé par Fessenden pour l'émission était entièrement électromécanique, vous avez une photo ci-dessous. Pour la réception c'était un dispositif inspiré du récepteur Gustave Férié.



Une avancée significative aura lieux en 1906 avec l'invention de la Triode par l'américain Lee de Forest. Elle permettra de construire les premiers amplificateurs audio. D'ailleurs le nom original de l'invention était l'Audion. C'est même grâce à ça que Jimmy Hendrix est devenu Jimmy Hendrix, aujourd'hui encore, les meilleurs amplis pour guitare sont des amplis à lampes.



Mais là encore, l'idée d'utiliser cette lampe pour en faire un émetteur et un récepteur d'ondes, prendra du temps.

Pendant longtemps, le récepteur restera proche de ce que Gustave Férrié avait imaginé, et ça deviendra le poste à Galène (La Galène est un caillou qu'on peut trouver dans la nature, c'est en fait une diode naturelle, je vous le raconterai peut-être un jour).

Coté émission, l'idée d'utiliser la triode pour amplifier le signal viendra progressivement, et c'est la guerre de 14-18

qui fera faire des progrès phénoménaux, toujours grâce au Français Gustave Férrié.

Plus de 10000 émetteurs/récepteurs à lampes seront construits pendant ces années là.

Les premières émissions radiophoniques régulières auront lieux à Montréal à partir de 1919. La BBC ouvre en 1920. Les émissions de la Tour Eiffel en 1921.

A partir de ces années là, l'émission et la réceptions des sons seront purement électroniques, plus de mécanique dans l'histoire. Par contre pour la télévision en 1921, on en est encore à la mécanique, mais ça c'est une autre histoire passionnante.

A partir des années 30, pratiquement toutes les familles disposaient d'un récepteur Radio permettant de capter les grandes ondes (BBC, RTL, RMC, Radio France, ...) et les ondes courtes. L'ère de la télécommunication était née.

Frat's,
JB