

Les premières transmissions radio

Réunion RAF du 06/11/2025

Première partie: les principaux contributeurs

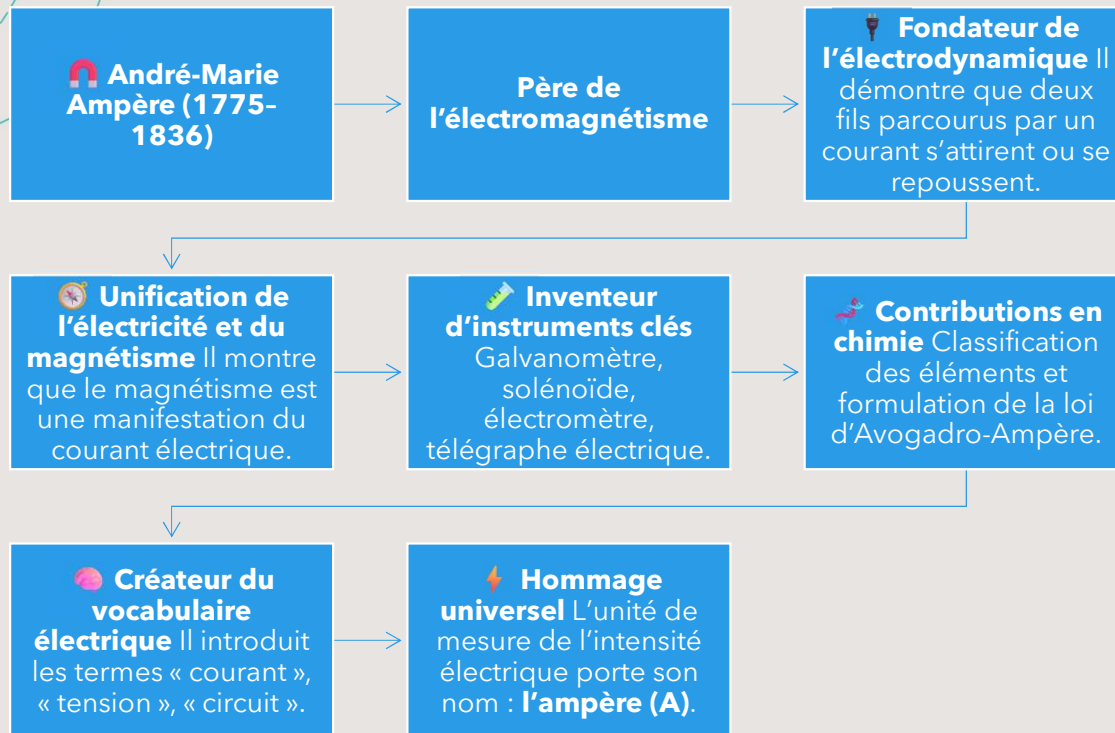
- 1800: VOLTA: 1745-1827
- 1813: GAUSS: 1777-1855
- 1820: ORSTED: 1777-1851
- 1827: AMPERE: 1775-1836
- 1828: OHM: 1789-1854
- 1831: FARADAY: 1791-1867
- 1845: HENRY: 1797-1878
- 1851: RUHMKORFF: 1803-1877
- 1864: MAXWELL: 1831-1879
- 1886: HERTZ: 1857-1894
- 1884: HEAVISIDE: 1850-1925
- 1890: BRANLY: 1844-1940
- 1895: POPOV: 1859-1906
- 1895: MARCONI: 1874-1937

GAUSS

Carl Friedrich Gauss (1777-1855)

- **Le mathématicien qui a électrisé la physique**
- **Génie mathématique allemand**, surnommé *le prince des mathématiciens*.
- **Travaux majeurs en électromagnétisme : Loi de Gauss (1813)**
- Fondement de l'électrostatique et de la magnétostatique.
- **Contributions au magnétisme :**
 - Développement du **magnétomètre** avec Wilhelm Weber.
 - Création de la première **carte géomagnétique mondiale**.
 - Étude du **champ magnétique terrestre**.

André-Marie Ampère



La maison natale d'Ampère se trouve à Poleymieux-au-Mont-d'Or, près de Lyon

Ohm



Georg Simon Ohm (1789-1854)

Fondateur de la loi fondamentale de l'électricité

• **Physicien allemand** ayant formulé la célèbre **loi d'Ohm** en 1827.

• **Loi d'Ohm :**

$$U = R \cdot I$$

La tension (U) est proportionnelle au courant (I), avec R la résistance.

• Il démontre que **la résistance dépend :**

- de la **longueur** et de la **section** du conducteur,
- de la **nature du matériau** (résistivité).

• Ses travaux ont permis :

- de **modéliser les circuits électriques**,
- de **quantifier les phénomènes électriques**.

• L'unité de résistance, **l'ohm (Ω)**, porte son nom.

Faraday

- +  **Michael Faraday (1791-1867)**
- + **Maître de l'expérimentation en électromagnétisme**
- +  **Physicien et chimiste britannique**, autodidacte au génie expérimental.
- +  **Découverte majeure : Induction électromagnétique** (1831) → base des moteurs, transformateurs et générateurs.
- +  **Autres contributions :**
 - + **Lois de l'électrolyse** → concepts d'ions, électrodes, électrolytes.
 - + **Effet Faraday** → interaction entre lumière et champ magnétique.
 - + **Diamagnétisme** → propriété des matériaux repoussés par les champs magnétiques.
 - + **Cage de Faraday** → protection contre les interférences électromagnétiques.
- +  **Héritage :**
 - + Inspirateur des équations de Maxwell.
 - + L'unité de capacité électrique, le **farad (F)**, porte son nom.

Ruhmkorff

+  **Heinrich Daniel Ruhmkorff (1803-1877)**

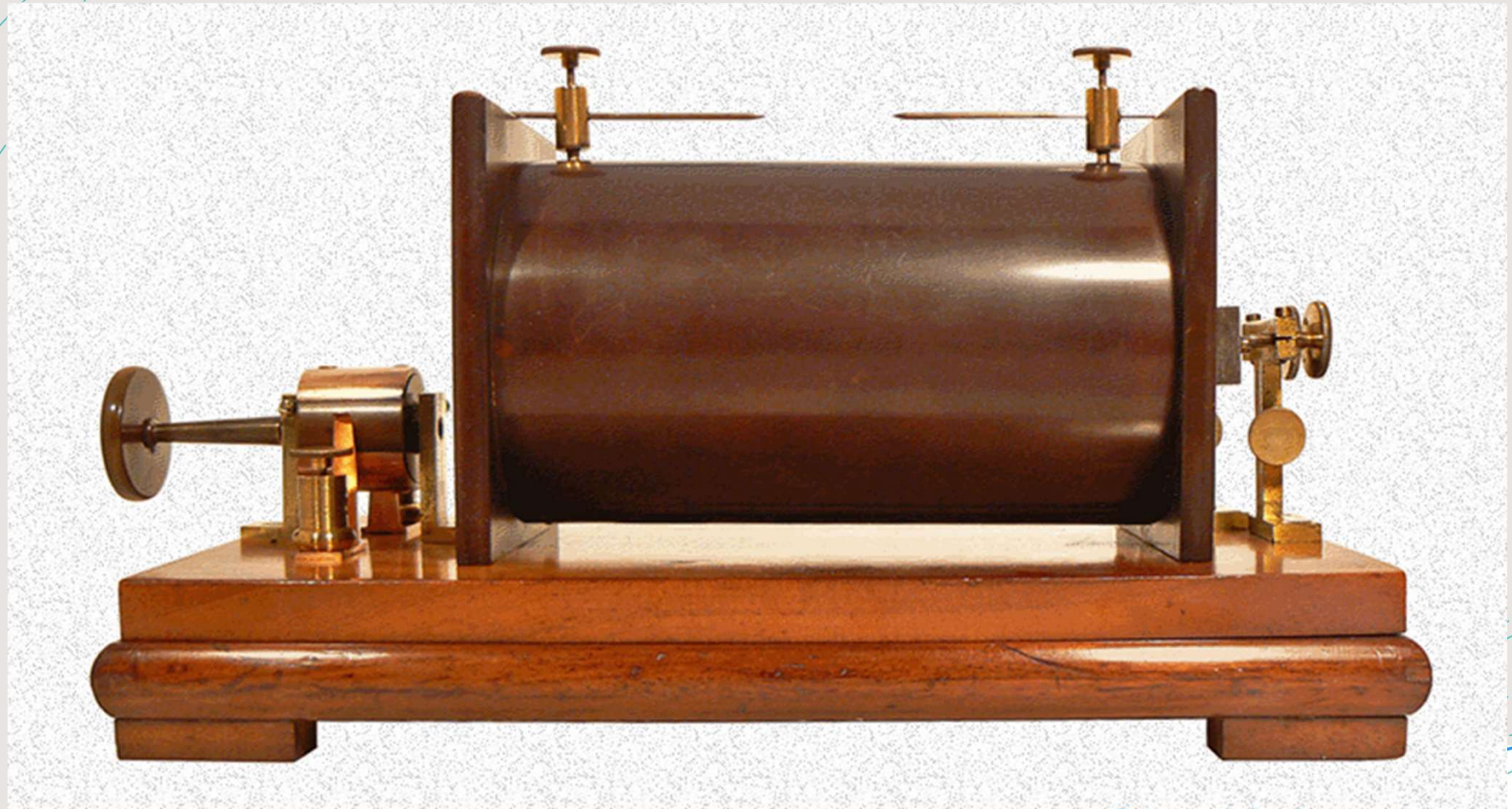
+ **Inventeur de la bobine du même nom**

+  **Fonction** Transforme un courant faible en courant haute tension, générant de longues étincelles spectaculaires.

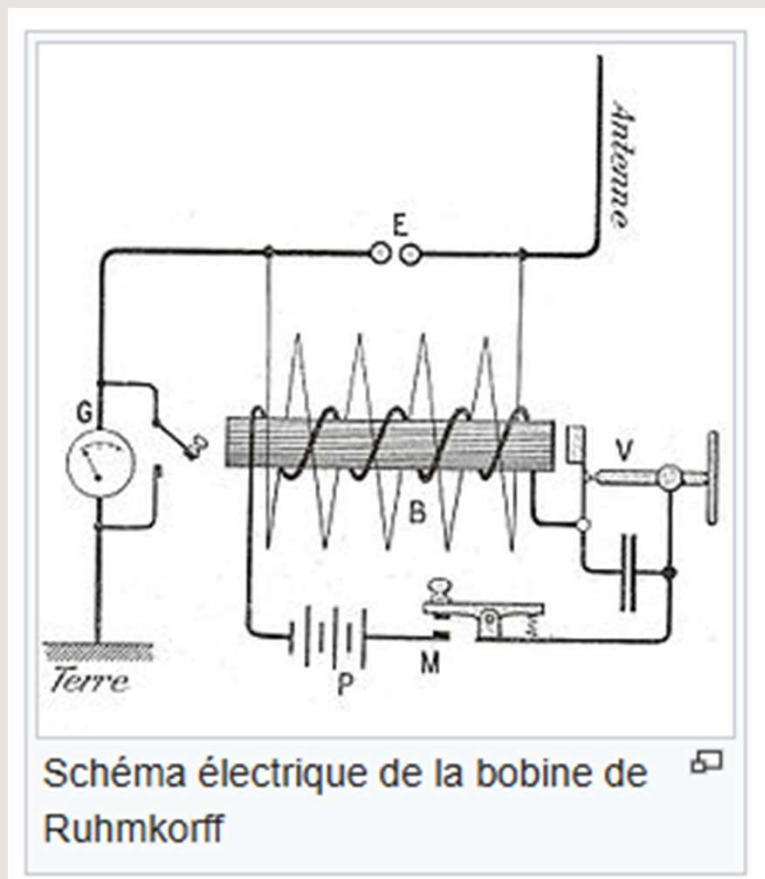
+  **Applications** Utilisée dans les premières expériences sur les ondes électromagnétiques (Hertz, Branly, Marconi) et la télégraphie sans fil.

+  **Reconnaissance** Récompensé par la **Légion d'honneur** pour ses contributions majeures à la science.

Bobine de Ruhmkorff



Bobine de Ruhmkorff



Maxwell

+ ⚡ **James Clerk Maxwell (1831-1879)**

+ **Le cerveau derrière l'unification électromagnétique**

+ 🧠 **Physicien et mathématicien écossais**, il révolutionne la compréhension de l'électricité et du magnétisme.

+ 📐 **Équations de Maxwell (1861-1865) :**

+ 20 équations fondamentales qui décrivent le comportement des champs électriques et magnétiques.

+ 🌐 **Révolution scientifique :**

+ Prédit l'existence des **ondes électromagnétiques**.

+ Montre que la **lumière est une onde électromagnétique**.

+ Unifie les travaux de **Faraday**, **Gauss** et **Ampère** dans une théorie cohérente.

+ 🚀 **Héritage :**

+ Base de la **radio**, du **radar**, de l'**optique moderne** et de la **physique quantique**.

+ Einstein disait : « Les travaux de Maxwell sont les plus profonds et les plus fructueux que la physique ait connus depuis Newton. »

HERTZ

+  **Heinrich Hertz (1857-1894)**

+ **Le premier à prouver l'existence des ondes électromagnétiques**

+  **Physicien allemand**, élève de Helmholtz, il confirme expérimentalement la théorie de Maxwell.

+  **Travaux majeurs (1886-1888) :**

+ **Découverte des ondes électromagnétiques** grâce à un oscillateur et un résonateur.

+ Mise en évidence de leur **réflexion, réfraction, polarisation** et **vitesse de propagation**.

+ Il démontre que ces ondes se déplacent **sans fil**, à la **vitesse de la lumière**.

+  **Appareils inventés :**

+ **Oscillateur de Hertz** : émetteur à étincelles produisant des ondes radio.

+ **Résonateur** : détecteur d'ondes via de petites étincelles.

+  **Impact scientifique :**

+ Confirme les équations de Maxwell.

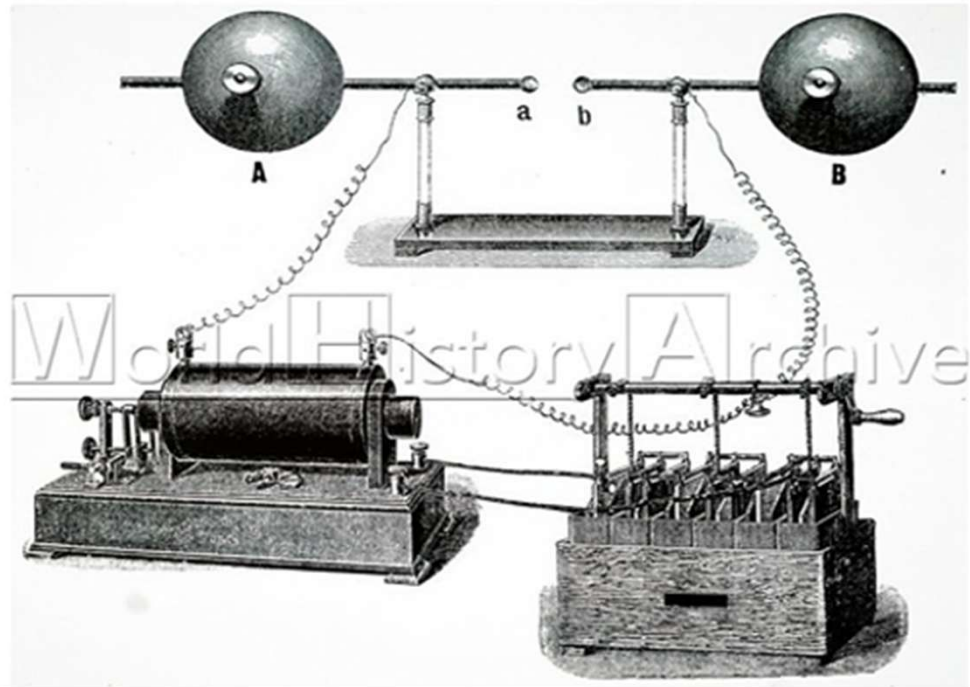
+ Ouvre la voie à la **radio**, à la **télévision**, au **Wi-Fi** et aux **satellites**.

+ L'unité de fréquence, le **hertz (Hz)**, porte son nom.

Comment prouver l'existence des ondes électromagnétiques

- ❑ En réalisant une transmission avec un émetteur et un récepteur.
- ❑ Problème: en 1886 il n'y avait ni tube ni transistor.
- ❑ Hertz s'est inspiré du diapason inventé en 1711 par Shore.
- ❑ Un choc sur le diapason provoque la résonnance du dispositif et l'émission d'une onde sonore qui s'amortit lentement.
- ❑ Son idée fut de réaliser un diapason électromagnétique.
- ❑ Il imagina une structure résonnante et des chocs électriques provoqués par des étincelles.
- ❑ A la réception, une boucle résonnante terminée par deux sphères.
- ❑ Il observait la petite étincelle entre les sphères avec une loupe.

Le montage d'émission de H. HERTZ



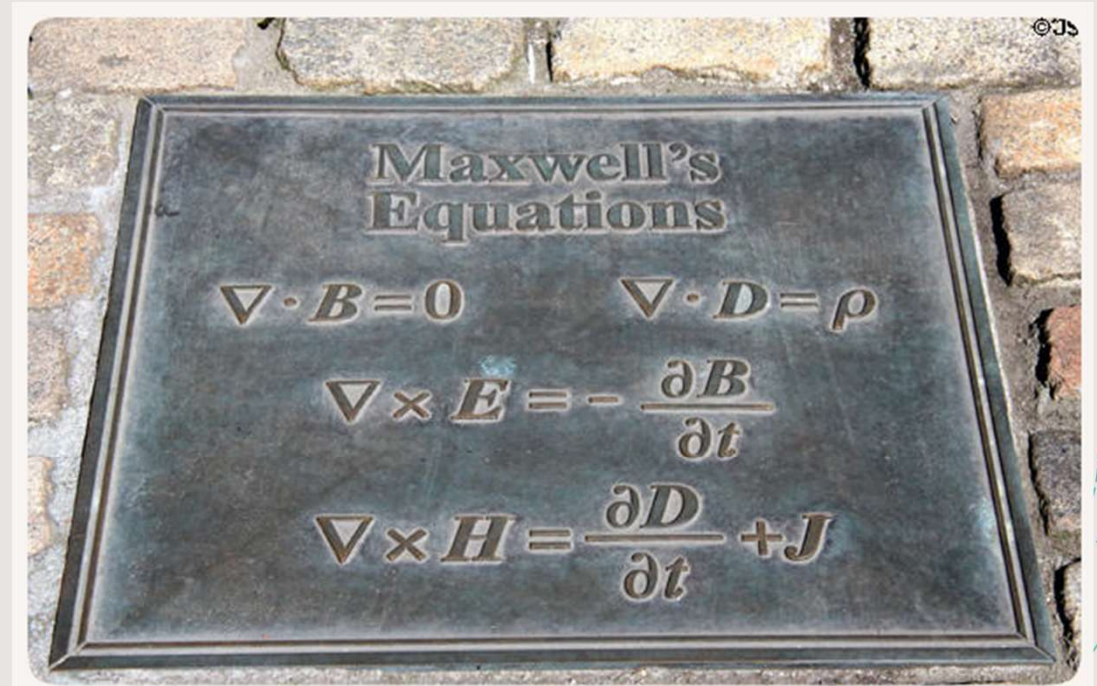
- + Un dipôle de 1m20 terminé par deux sphères et possédant un éclateur au centre.
- + Alimenté en haute tension par une bobine de Ruhmkorff, elle-même alimentée par une batterie.

L'émetteur et le récepteur de HERTZ



HEAVISIDE

- + ⚡ **Oliver Heaviside (1850-1925)**
- + **Le simplificateur génial des équations de Maxwell**
- + 🧠 **Physicien et mathématicien britannique autodidacte**, pionnier de l'analyse vectorielle appliquée à l'électromagnétisme.
- + 📐 **Travaux majeurs :**
- + **Réforme des équations de Maxwell :**
- + Il les condense en 4 équations vectorielles élégantes, encore utilisées aujourd'hui.
- + **Théorie du champ électromagnétique :**
- + Il clarifie la propagation des ondes dans les câbles et milieux conducteurs.
- + 📡 **Contributions techniques :**
- + **Équation des télégraphistes** : modélise la transmission des signaux dans les lignes télégraphiques.
- + **Méthode opérationnelle** : précurseur de la transformation de Laplace pour résoudre les équations différentielles.
- + **Usage des nombres complexes** pour l'analyse des circuits électriques.
- + 🏠 **Héritage :**
- + Précurseur des télécommunications modernes.
- + L'**ionosphère** porte son nom : **couche de Heaviside**, qui réfléchit les ondes radio.



BRANLY

+  **Édouard Branly (1844-1940)**

+ **Précurseur de la radio et pionnier de la télécommande**

+  **Physicien et médecin français**, il joue un rôle clé dans la naissance des communications sans fil.

+  **Découvertes majeures :**

+ **Radioconduction** (1890) : propriété de certains matériaux à devenir conducteurs sous l'effet d'ondes électromagnétiques.

+ **Cohéreur** : détecteur d'ondes hertziennes utilisant de la limaille métallique → permet la réception des signaux radio.

+  **Applications révolutionnaires :**

+ Permet à **Marconi** de réaliser les premières liaisons radiotélégraphiques à longue distance.

+ Expérimente la **télé mécanique** (1905) : activation à distance d'objets par ondes radio → ancêtre de la télécommande.

+  **Reconnaissance :**

+ Membre de l'**Académie des sciences** (1911).

+ Son laboratoire est aujourd'hui le **musée Branly** à Paris.

POPOV

+  **Alexandre Popov (1859-1906)**

+ **Précurseur russe de la radio et pionnier des ondes hertziennes**

+  **Physicien et ingénieur russe**, passionné par les ondes électromagnétiques après les travaux de Hertz.

+  **Travaux majeurs :**

+ En **1895**, il conçoit un **récepteur radio** basé sur le cohéreur de Branly, capable de détecter les ondes hertziennes.

+ Utilise son appareil pour **détecter les éclairs**, posant les bases de la météorologie électromagnétique.

+ En **1896**, il transmet un **message radio sans fil**, considéré comme l'une des premières démonstrations de télégraphie hertzienne.

+  **Innovations techniques :**

+ Améliore le **cohéreur** en y ajoutant un système de réinitialisation automatique.

+ Intègre une **antenne verticale**, augmentant la portée du signal.

+ Collabore avec la **marine russe** pour des communications à distance (jusqu'à 10 km en 1898).

+  **Postérité :**

+ En Russie, il est célébré comme **l'inventeur de la radio**.

+ Son travail a influencé les développements de **Marconi** et la naissance des **communications sans fil**.

MARCONI

+  **Guglielmo Marconi (1874-1937)**

+ **Inventeur de la télégraphie sans fil et père de la radio**

+  **Physicien et inventeur italien**, il applique les découvertes de Hertz, Branly et Popov aux communications.

+  **Travaux majeurs :**

+ En **1895**, il réalise les premières transmissions sans fil sur plusieurs kilomètres.

+ En **1899**, il réussit la **première liaison transmanche** par ondes hertziennes.

+ En **1901**, il établit la **première transmission transatlantique** (3 400 km) entre l'Angleterre et Terre-Neuve.

+  **Innovations techniques :**

+ Améliore le **cohéreur de Branly** et l'**antenne de Popov** pour augmenter la portée.

+ Dépose plusieurs **brevets** sur la télégraphie sans fil.

+ Fonde la **Marconi Wireless Telegraph Company**, première entreprise internationale de radiodiffusion.

+  **Reconnaissance :**

+ **Prix Nobel de physique en 1909**, avec Ferdinand Braun, pour leurs contributions à la télégraphie sans fil.

+ Son système est adopté par les **marines militaires** et civiles du monde entier.

+  **Héritage :**

+ Précurseur de la **radiodiffusion**, des **communications modernes** et du **Wi-Fi**.



Stèle placée à Wimereux (près de Boulogne sur mer)

Seconde partie: démonstrations



Emetteur à étincelles



Boucle de Hertz



Détecteur à limaille