L'épopée de la galène

par Sylvain Melot

Depuis le début de la télégraphie sans fil, la mise en évidence de la présence d'une onde électromagnétique a fait l'objet de nombreuses recherches.
En 1889, Heinrich Rudolf Hertz construit un petit appareil capable de déceler l'existence d'une onde. Le détecteur résonateur de Hertz permet de constater la présence d'une étincelle.
En 1890, Edouard Branly utilise un tube de verre contenant de la limaille métallique et constate que sous l'action des ondes hertziennes, le tube (appelé radioconducteur) devient conducteur alors qu'à l'origine il ne l'était pas. Relié à une pile, il peut faire dévier un galvanomètre ou actionner un relais.
En 1900, le capitaine Gustave Ferrié présente à l'Académie des sciences son détecteur électrolytique. Beaucoup plus simple d'utilisation, il est plus sensible que le tube de Branly, mais il nécessite une source de polarisation ajustable.
En 1902, Guglielmo Marconi développe un détecteur électromagnétique. Equipé d'un mécanisme d'horlogerie, cet appareil sensible, robuste et volumineux utilise les propriétés de magnétisation d'un fin câble d'acier mobile traversant une bobine haute fréquence et passant devant des aimants.
En 1904, John Ambrose Fleming invente le premier tube à vide (brevet : 24850/1904). Ce tube à deux électrodes se révèle être un parfait détecteur, mais il lui faut une source de courant conséquente pour obtenir le pouvoir émissif du filament.
En 1909, Paul Jégou met au point un détecteur électrolytique à amalgame mercure-zinc avec une électrode en platine. Ce détecteur ne nécessite aucune source de polarisation.

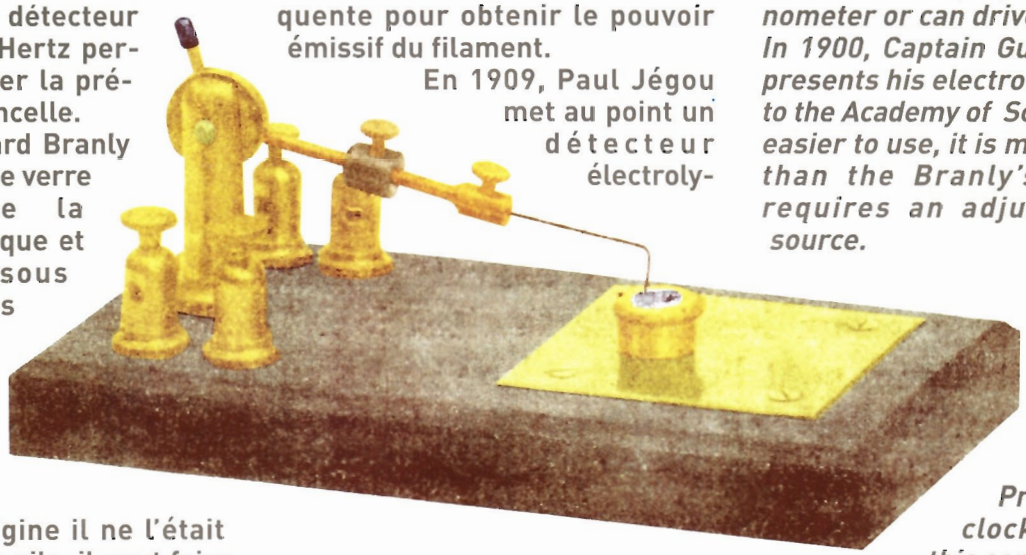


Figure 1. — Détecteur d'essais de Perret-Maisonneuve.

Since the beginning of the wireless telegraphy, detecting the presence of an electromagnetic wave was the aim of numerous researches.
In 1889, Heinrich Rudolf Hertz builds a small device capable of revealing the existence of a radio wave. The Hertz detector resonator device allows a spark to be observed.
In 1890, Edouard Branly uses a glass tube filled with metallic filings and observes that the tube becomes a conductor when submitted to electromagnetic waves, while originally it was not. Connected to a battery, the current can be displayed on a galvanometer or can drive a relay.
In 1900, Captain Gustave Ferrié presents his electrolytic detector to the Academy of Sciences. Much easier to use, it is more sensitive than the Branly's tube, but requires an adjustable bias source.
In 1902, Guglielmo Marconi develops an electromagnetic detector. Provided with a clock machinery, this sensitive, strong and voluminous device uses the magnetizing properties of a fine mobile steel cable crossing a high frequency coil and passing in front of magnets.
In 1904, John Ambrose Fleming invents the first vacuum tube (patent: 24850/1904). This two electrode tube exhibits good detector properties, but needs a consequent current source in order to obtain a good filament thermionic emission.
In 1909, Paul Jégou finalizes an electrolytic detector with a mercury-zinc mixture and a platinum electrode. This detector doesn't require any bias source.

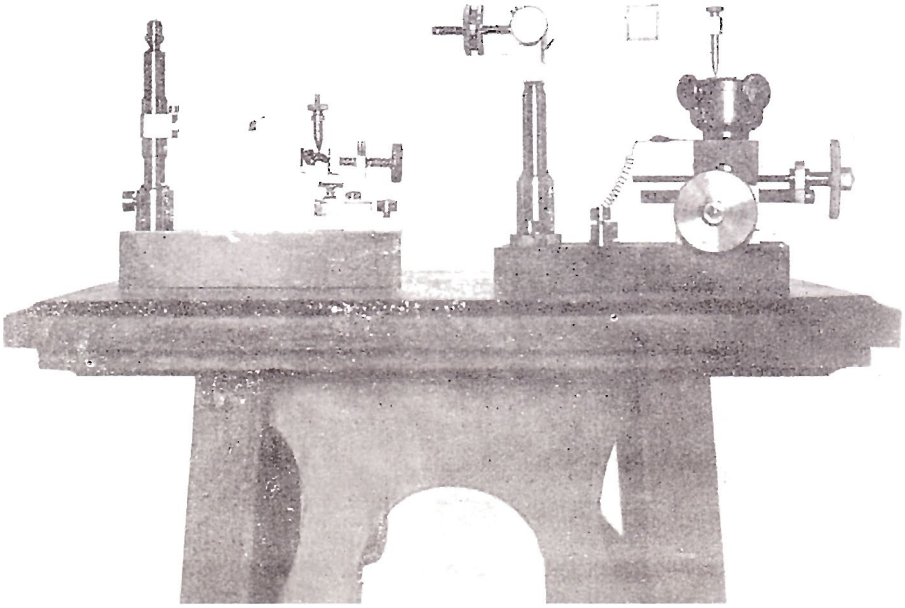


Figure 2. — Détecteur à pyrite / acier de Meunier.

Ces travaux sur la détection des signaux ont permis de substantiels progrès et les réalisations pratiques qui en ont découlé ont eu des durées de vie variables. Depuis la « lampe TM » utilisée en détectrice, on peut estimer à plus d'un demi-siècle l'utilisation du tube à vide comme détecteur. Mais il y a mieux encore... Alors que le phénomène de semi-conductibilité de certains cristaux avait été mis en évidence dès 1874, par Karl Ferdinand Braun [1], à partir de 1900, différents travaux d'application sur la détection par contacts solides sont repris ou entrepris, en particulier :

- Tissot-Pellin (1900) : galène (sulfure de plomb) ;
- Braun : psilomélane (oxyde hydraté de manganèse, 1901), galène (1906) ;
- Pickard . chalcopyrite [2] (1906) ;
- Dunwoody : carborundum / acier (1906) ;
- Austin : tellure / aluminium (1906) ;
- Meunier : acier / pyrite de fer ou de cuivre (figure 2).

On peut aussi mentionner, le contact polarisé carborundum / pointe de carbone, le sulfure de cuivre / oxyde de zinc fondu (Tissot), la bornite (sulfure double de fer et de cuivre) / pointe de zincite et bien d'autres encore.

Plus pratiques et plus sensibles que les détecteurs électrolytiques de Ferrié et de Jégou, après de nombreux essais, la galène, nom commun du sulfure naturel de plomb cristallisé, et la pyrite de fer donnèrent de bons résultats.

La figure 1 représente un détecteur d'essais qui a été réalisé à la demande de M. Perret-Maisonneuve (auteur du livre *La TSF et la Loi* paru en 1914). La pointe métallique du chercheur est interchangeable et la pression sur le cristal est ajustable. Les bornes d'entrée et de sortie sont doublées pour permettre les mesures.

Suite aux recherches faites aux États-Unis et en Russie en 1923 sur la zincite (oxyde de zinc naturel), le contact (polarisé) zincite-acier (ou zincite-charbon) sera notamment mis en pratique vers 1925 sur les appareils « Cristadyne ».

De par sa stabilité (pression forte de la pointe du chercheur), la détection par pyrite de fer a été utilisée au début par les postes de l'administration. Quant à la galène et particulièrement celle à grains fins, elle présentait un avantage en terme de sensibilité pour les signaux de faible niveau.

La figure 3 représente un détecteur à galène / fil de platine « Modèle C » (1908) de Philibert et Félix Pellin [3]. Sur les figures 5 et 6, on voit un modèle à pyrite de fer / acier

1. — Karl Ferdinand Braun (1850-1918), lauréat du Prix Nobel de physique en 1909 pour le tube cathodique.

2. — Ce contact « cristal-cristal » de G. J. Pickard était appelé *perikon* (pyrite de fer / pyrite de cuivre – pyrite de cuivre / zincite).

3. — Du fait des hautes et longues antennes, en dehors des périodes d'écoute, l'antenne était reliée à la terre. Les positions « En Circuit » et « Court-Circuit » (entre l'antenne et la terre) étaient obtenues par la rotation du couvercle en laiton.

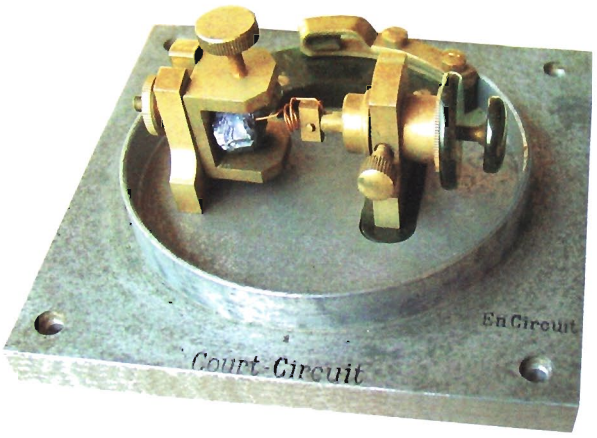


Figure 3. — Détecteur à galène et fil de platine (1908) de Philibert et Félix Pellin. À gauche, le couvercle tournant (voir note 3).

Figure 4. — Détecteur de Picard. Contact par fil enroulé en ressort.

(1910) de Meunier et un autre exemplaire fabriqué par les établissements Ducretet & Roger.

Le contact avec la pyrite de fer doit être obtenu avec une assez forte pression. Ceci implique un chercheur très pointu et très rigide en cuivre, argent ou bronze.

Pour la galène, le contact à faible pression sur les grains cristallins se faisait essentiellement par un fil fin enroulé en ressort dont l'extrémité était effilée et pointue. Ce fil pouvait être en platine, argent, nickel, cuivre, laiton, maillechort, ou plus rarement en or (figures 4 et 7).

De par sa bonne sensibilité, le cristal de galène s'est rapidement généralisé.

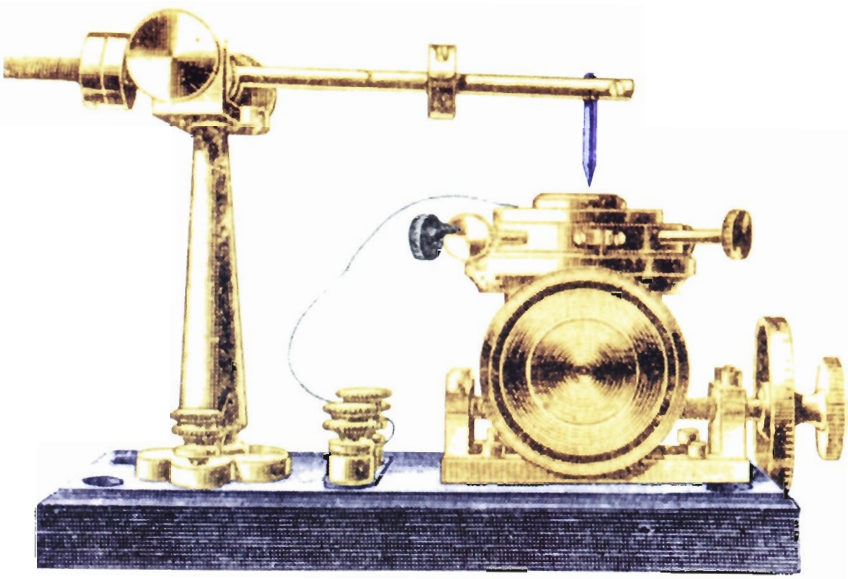


Figure 5. — Détecteur de Meunier à pyrite de fer / acier.

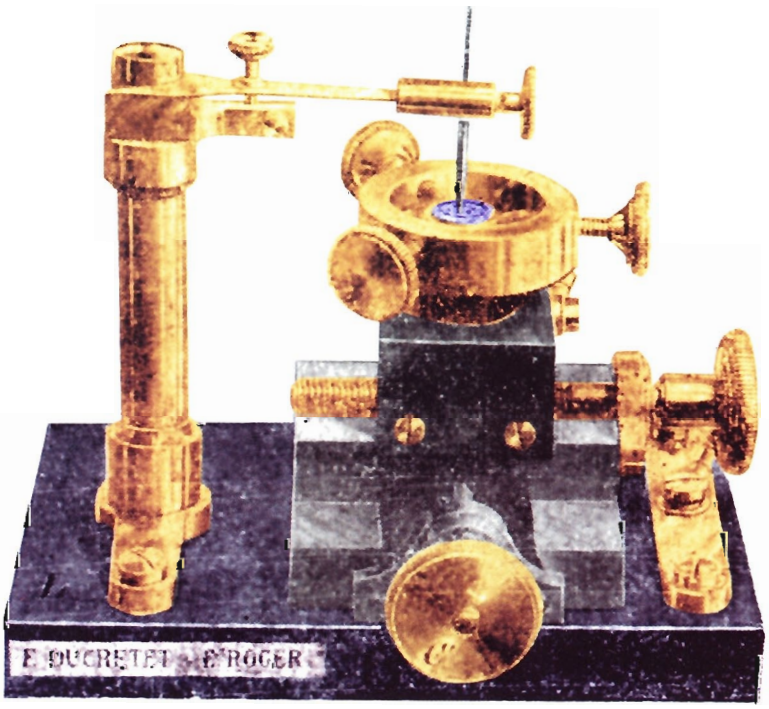


Figure 6. — Détecteur Ducretet et Roger à pyrite de fer / acier.

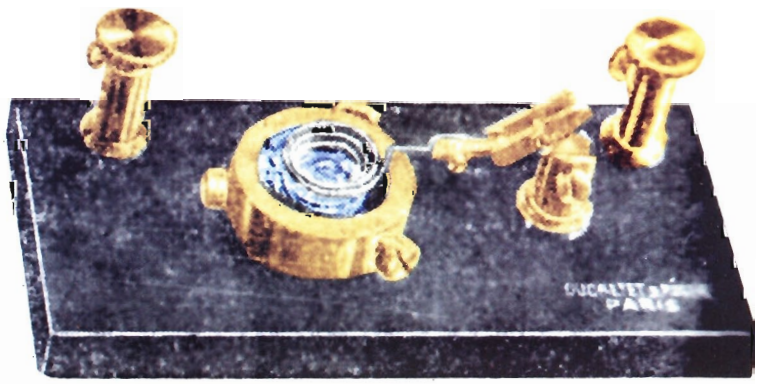


Figure 7. — Détecteur de Ducretet et Roger. Contact par fil enroulé en ressort.

Les nombreux fournisseurs proposaient différentes sortes de galènes (le « Cristal Gody », la « Radionite » de Péricaud, le « Cristal Navy » du Comptoir International de TSF à Bruxelles, la « Radiocite » des minéralogistes Russell & Shaw à Londres, les galènes « Cristal B » d'Unis-Radio, le « Cristallor » de VVV, etc.).

Mais devant la difficulté de s'approvisionner en cristaux naturels et sensibles, ils proposaient aussi de la galène synthétique [4].

À partir du 23 mai 1910, avec le concours de l'Observatoire de Paris, le Service radiotélégraphique de la tour Eiffel assurait une fois par jour, puis deux fois par jour, des émissions télégraphiques régulières de tops horaires. Le 15 juillet 1911, la Tour [5] commençait l'émission de bulletins météorologiques réguliers.

Pour déterminer avec précision la longitude et la latitude des navires équipés de postes de T.S.F. et pour l'étalonnage des chronomètres de marine, ainsi que pour les observatoires, pour les chemins de fer, pour les services des Postes & Télégraphes, mais aussi pour les maîtres horlogers, capter ces signaux horaires avec un récepteur à détecteur électrolytique et/ou à galène, pouvait rendre de très grands services.

Il en était de même avec les données météorologiques pour le monde de l'agriculture.

Certains récepteurs comportaient un double ou triple système de détection : électrolytique et cristal, ou parfois deux détecteurs à galène commutables. La figure 8 montre un récepteur Péricaud à trois détecteurs commutables de 1913, et la figure 9 un modèle de poste horaire à galène Pellin daté de 1912-1913.

Sur la figure 10, on voit un poste mural Lemouzy « type agriculture », avec la publicité de l'époque.

Egalement en figure 12, de chez Péricaud, un détecteur à cuvette amovible, ainsi que des modèles « Caïman » double et simple.

Certains distributeurs vendaient aussi leurs cristaux insérés dans des cuvettes métalliques à broche, ce qui facilitait le remplacement du cristal. Le moletage extérieur permettait de faire tourner la cuvette pour chercher le meilleur point sensible (figure 13).

Avec les détecteurs à double réceptacle, un inverseur permettait d'utiliser des cristaux de sources différentes.

La réclame de la figure 11, datée du mois de mai 1914 et en provenance du constructeur P. Debeauvé à Paris, montre une bobine de Oudin Duroquier à trois curseurs avec le détecteur à galène séparé. L'opérateur « lit au son » les signaux télégraphiques (Morse) de la météoro-

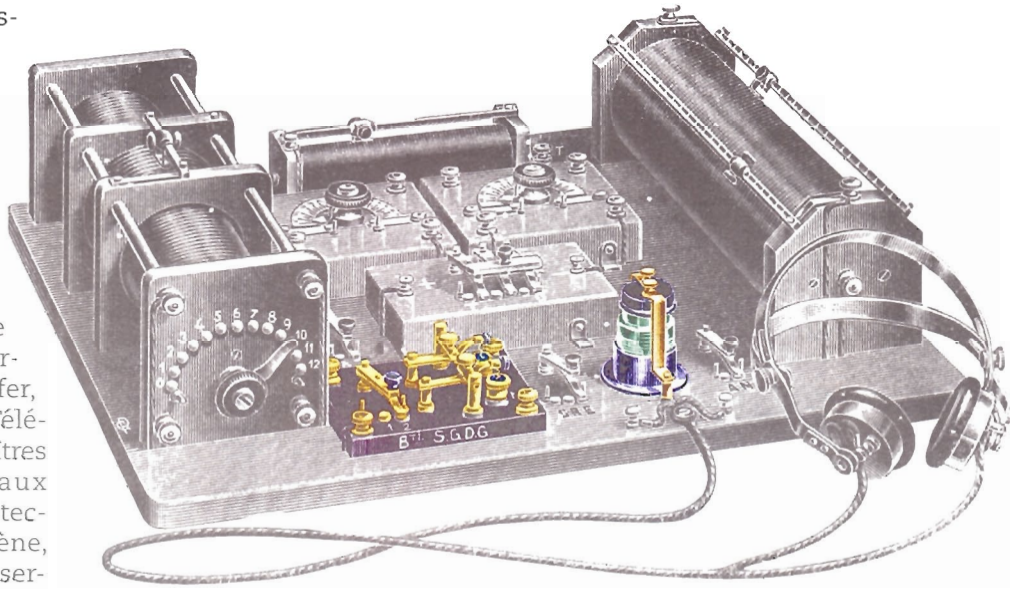


Figure 8. — Récepteur Péricaud à trois détecteurs commutables.

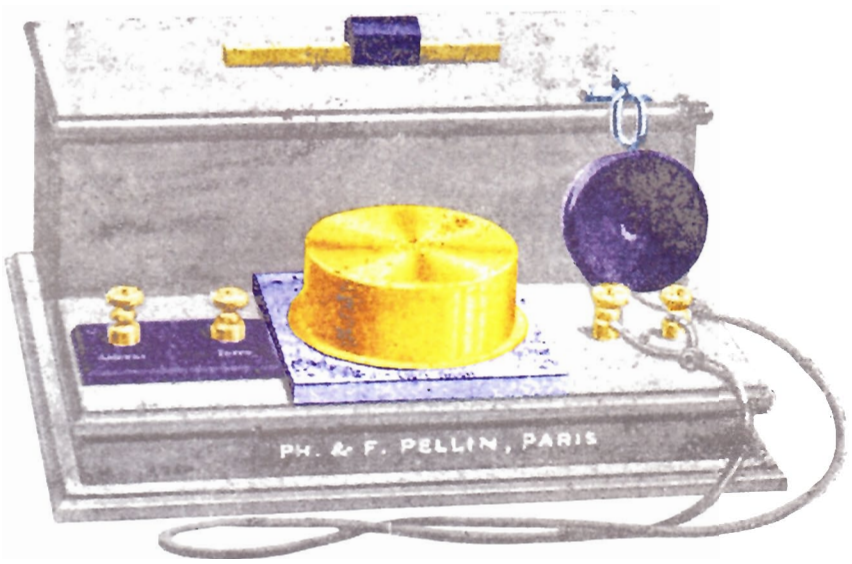
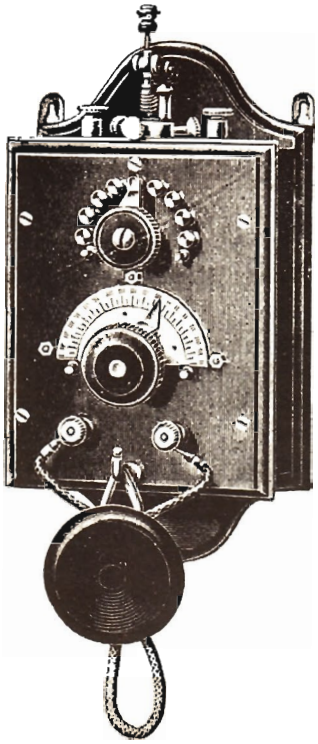


Figure 9. — Poste horaire Pellin par induction (détecteur à galène).

4. — Obtenue soit par la réaction thermique d'un mélange bien dosé de poudre de plomb et de fleur de soufre, soit par réactivation thermique d'une galène naturelle peu sensible (mélange soufre-tellure à 2 %).

5. — Dans sa présentation détaillée du principal poste FL, Fernand Holweck indique en janvier 1914 une puissance de 50 kW et une longueur d'onde propre de 2210 mètres avec la possibilité de la faire varier de 2210 à 3500 mètres.



ATELIERS
LEMOUZY

42-44, Avenue Philippe-Auguste, PARIS-XIe

(SPÉCIALISÉS DEPUIS 1915)

LES MEILLEURS APPAREILS
:: AUX MEILLEURS PRIX ::
-o- -o- -o- -o-

DIPLOME D'HONNEUR
à l'Exposition de T.S.F. 1922

TOUS ORGANES ET -o-
-o- PIÈCES DÉTACHÉES

Poste à galène type agriculture complet, portée 300 km., **140** fr.

Figure 10. — Poste mural Lemouzy type « agriculture » et sa publicité d'époque.

logie ; la première ligne de son calepin indique « BCM » (Bureau Central Météorologique).

À cette époque, la Télégraphie Militaire utilisait différents appareils équipés de détecteurs à galène et qui disposaient de deux prises très spécifiques pour les écouteurs :

- vers 1912, un récepteur à bobine de Oudin avec deux curseurs (un modèle similaire a été présenté dans *Radiofil magazine* n° 40) ;
- fin 1914, une « boîte à détecteurs » a été conçue pour la lampe « Abraham » [6] et avec un détecteur à galène de « type TM » (figure 14).

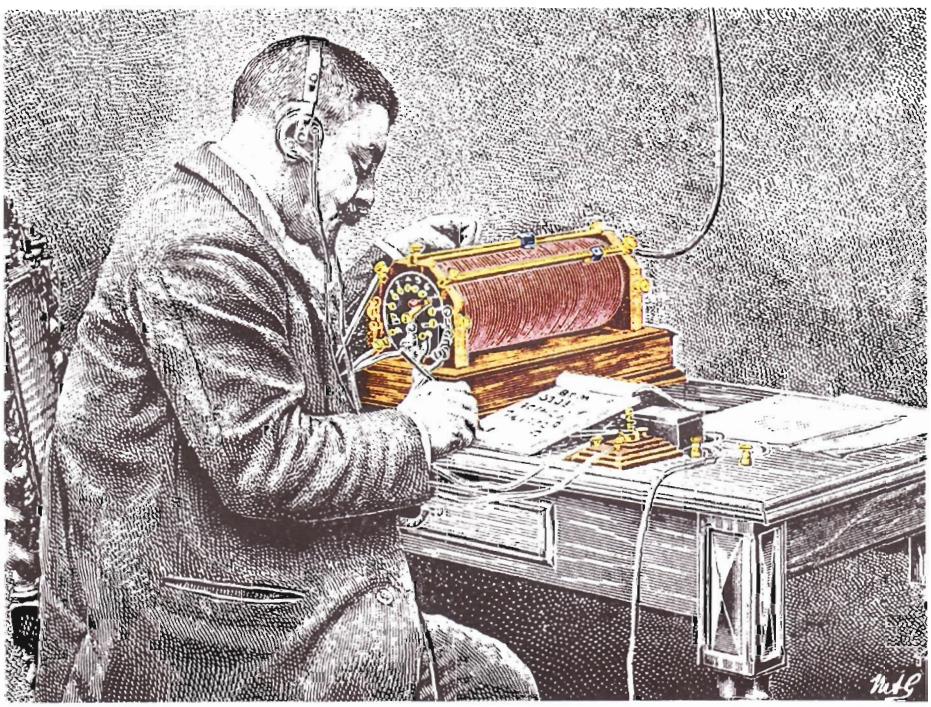


Figure 11. — Réclame pour une bobine de Oudin-Duroquier à trois curseurs.

En 1918, la Société Française Radioélectrique (S.F.R.) a réalisé un modèle équivalent, mais avec la « lampe TM » définitive ;

- appelé « Boîte A », le récepteur « type A » de 1915 était également équipé d'un détecteur à galène amovible de « type TM » [7] ;
- en 1917, la partie réception des postes « type PP4A » (Postes Portatifs d'émission et de réception) était obtenue avec la « Boîte A » ;
- entre 1917 et 1920, différents modèles de contrôleurs d'ondes avec détection (système H. Armagnat) pouvaient recevoir un détecteur à galène de « type TM » ;

6. — Cette quatrième (et avant-dernière) structure de la « lampe TM » a été validée en décembre 1914. Cette lampe « Abraham » a été fabriquée de février à octobre 1915 par l'usine Grammont. La fabrication de la version définitive de la « lampe TM » (selon le brevet Péri-Biguet) a débuté en novembre 1915.

7. — Ce récepteur couvrait des longueurs d'onde de 100 à 500 mètres. Certains modèles « A1 » comportaient dans le couvercle un logement pour un détecteur de secours (détecteur vertical à galène de Ed. Picard de 1912).

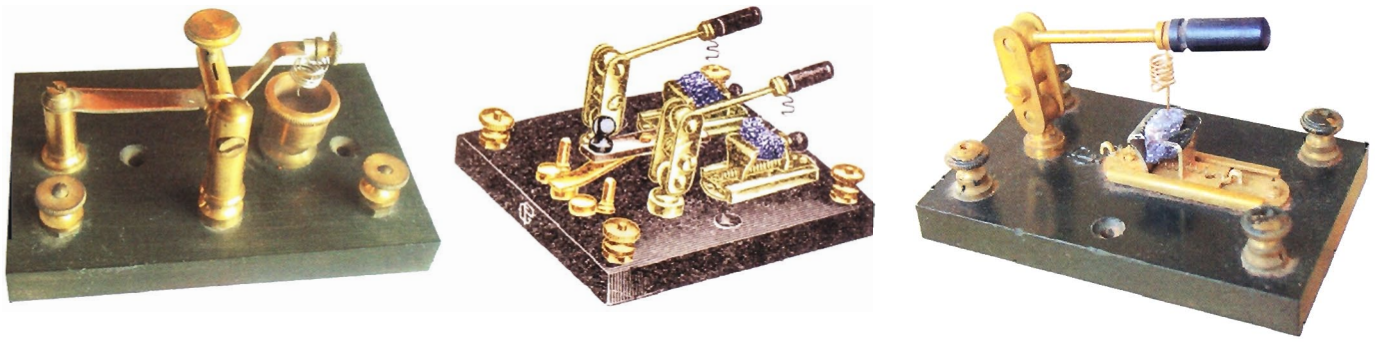


Figure 12. — Détecteur Péricaud à cuvette amovible, détecteurs modèles « Caïman » double et simple.

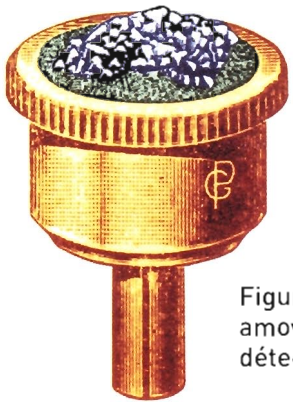


Figure 13. — Cuvette amovible pour détecteur Péricaud.

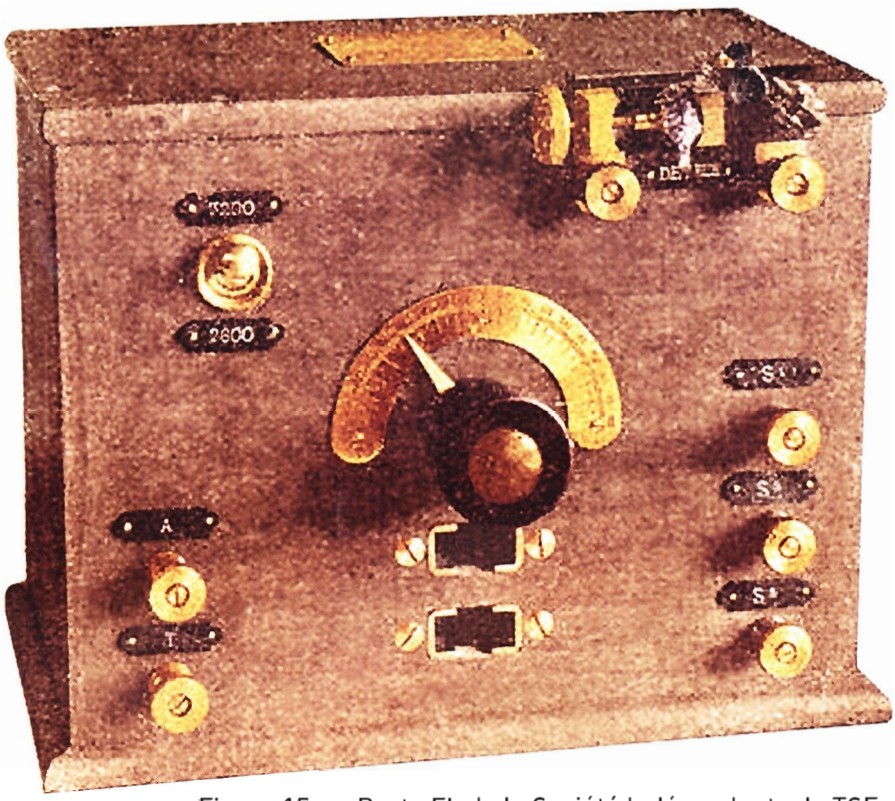


Figure 15. — Poste FL de la Société Indépendante de TSF.

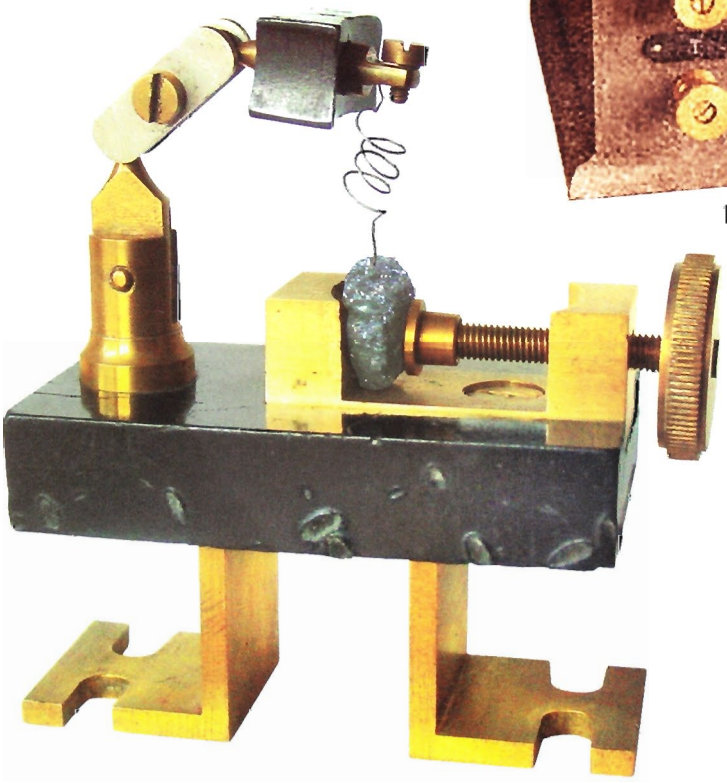


Figure 14. — Détecteur à galène « type TM ».

• à cette époque, la Société Indépendante de TSF (S.I.F.) a notamment développé un « Poste FL » à variomètre (3200 et 3600 mètres), ainsi qu'un boîtier de détection avec un unique détecteur à galène (figure 15).

Fin 1924, ce modèle de détecteur « Type Militaire » figurait encore sur certains catalogues de pièces détachées, par exemple aux Ets Bardon.

Avec l'interdiction d'écoute pour les particuliers, l'installation d'une antenne et d'un poste de réception était soumise à la stricte autorisation de l'administration des Postes et Télégraphes (même pour la réception des signaux horaires de la Tour), devait faire l'objet d'une déclaration tatillonne (y compris pour l'endroit précis où se trouvait le poste dont le local devait être fermé

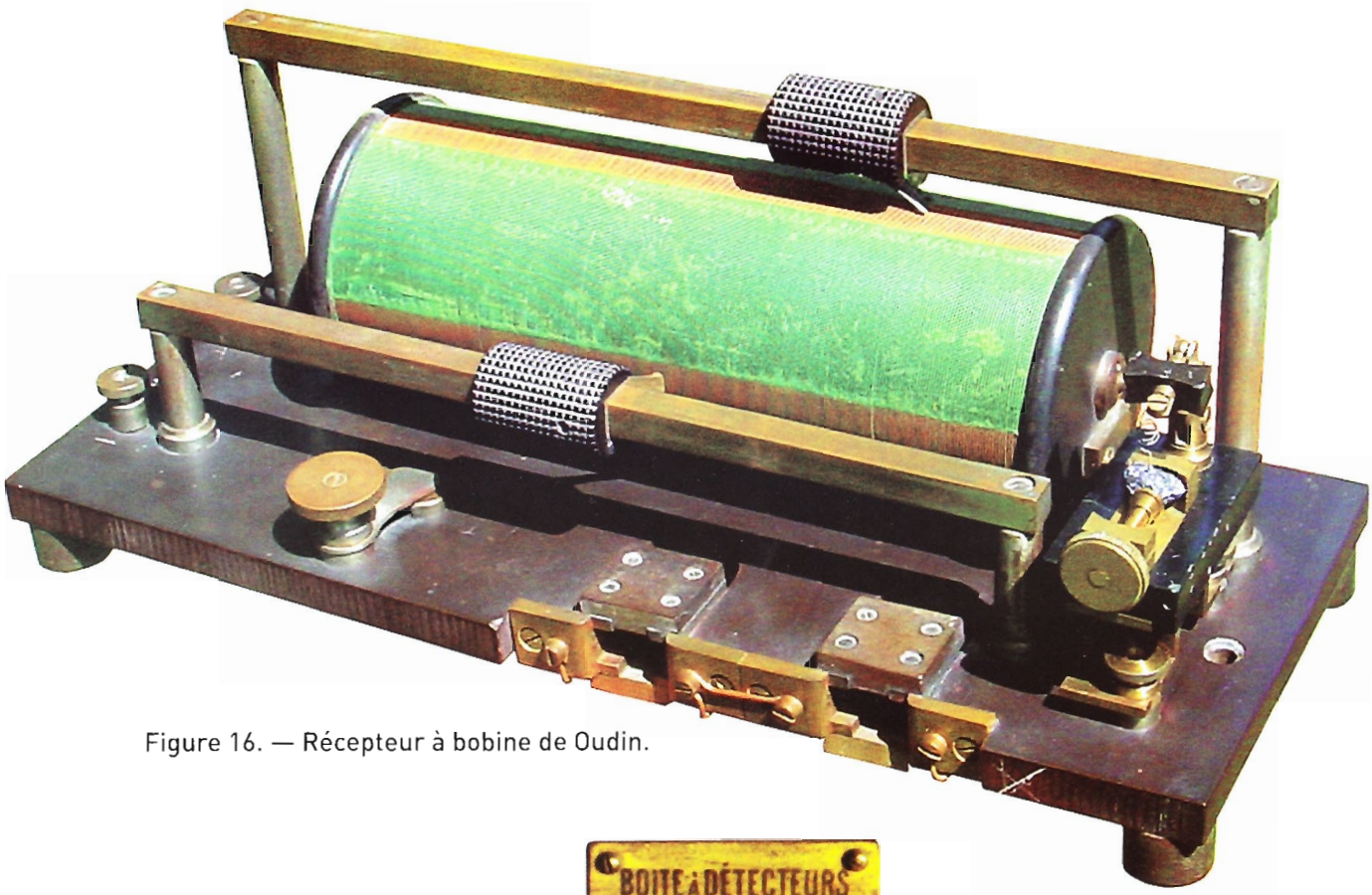


Figure 16. — Récepteur à bobine de Oudin.

Figure 17. — Boîte à détecteurs triode et galène.

à clef...) et était agrémentée d'une taxe annuelle [8].

Malgré le risque de confiscation des appareils, pour les curieux et les passionnés par l'écoute des signaux en morse cette irréaliste réglementation ne pouvait qu'encourager à la discrétion. La solution résidait, en partie, par l'utilisation de postes sensibles et l'installation d'une antenne clandestine (par le fil du téléphone, dans un grenier, par le secteur, etc.).

On peut voir sur la figure 16 un récepteur à bobine de Oudin et une boîte à détecteurs triode et galène sur la figure 17.

8. — Suite à une multitude de lois, de décrets, d'arrêtés et de circulaires des PTT, dont l'arrêté du 22 juin 1912 qui interdisait à tout particulier d'installer une antenne réceptrice sans autorisation. Pour les amateurs, la confusion était encore amplifiée par le décret du 24 février 1917, l'arrêté du 27 février 1920 (demande d'autorisation pour la réception et taxe fixée par les décrets et arrêtés des 15 mai, 15 juin et 6 juillet 1921) et celui du 30 décembre 1922 qui imposait la déclaration de possession d'un poste de réception à usage privé, du lieu d'installation et des caractéristiques techniques de l'appareil, etc.

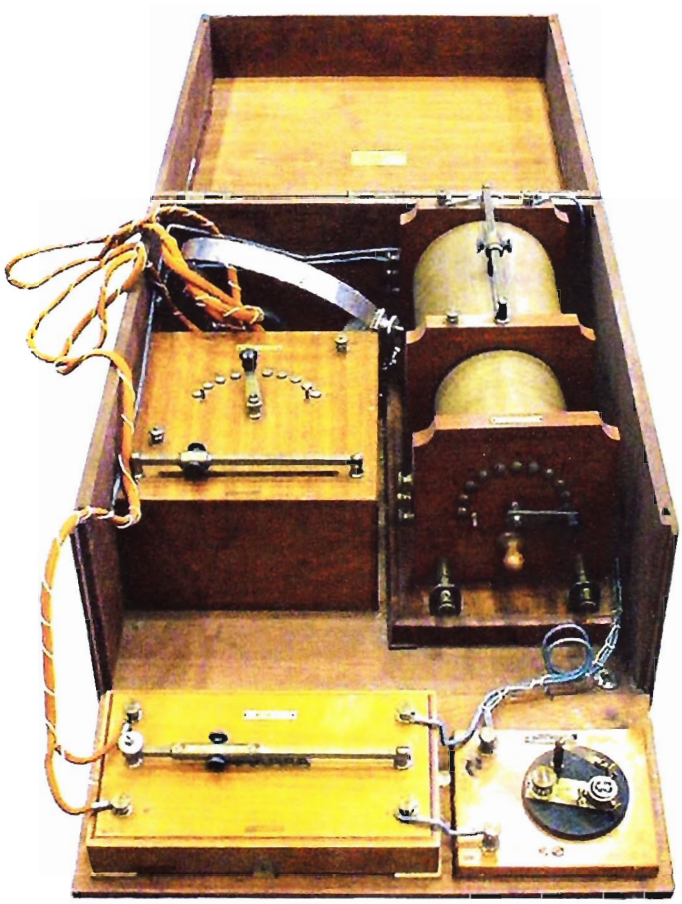


Figure 18. — Récepteur Péricaud modèle « B ».

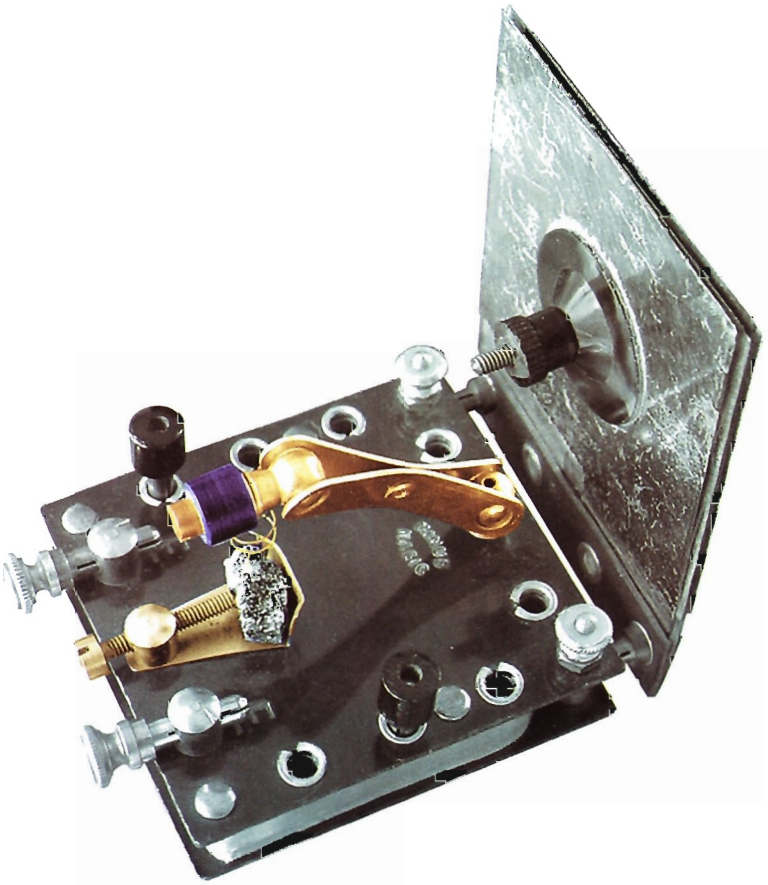


Figure 19. — Minus-Magic.

Résultant de la courte collaboration entre Franck Duroquier et G. Péricaud, le récepteur de 1913 modèle « B » a été fabriqué par la Maison Péricaud (figure 18).

Le chemin du succès des postes d'amateurs était ouvert...

Plus encore, en 1922 avec le début de la radiodiffusion [9], des constructeurs reconnus comme Ancel, Péricaud, Ducretet, Hardy, Vitus, Gody, Geog & Monastier, etc. avaient rapidement, dès 1919, développé des appareils avec les premières triodes civiles. Certains avaient conservé et modernisé leurs postes à galène.

Incités par le considérable enthousiasme produit par les premiers radio-concerts et autres programmes radiophoniques, les débutants en TSF, mais

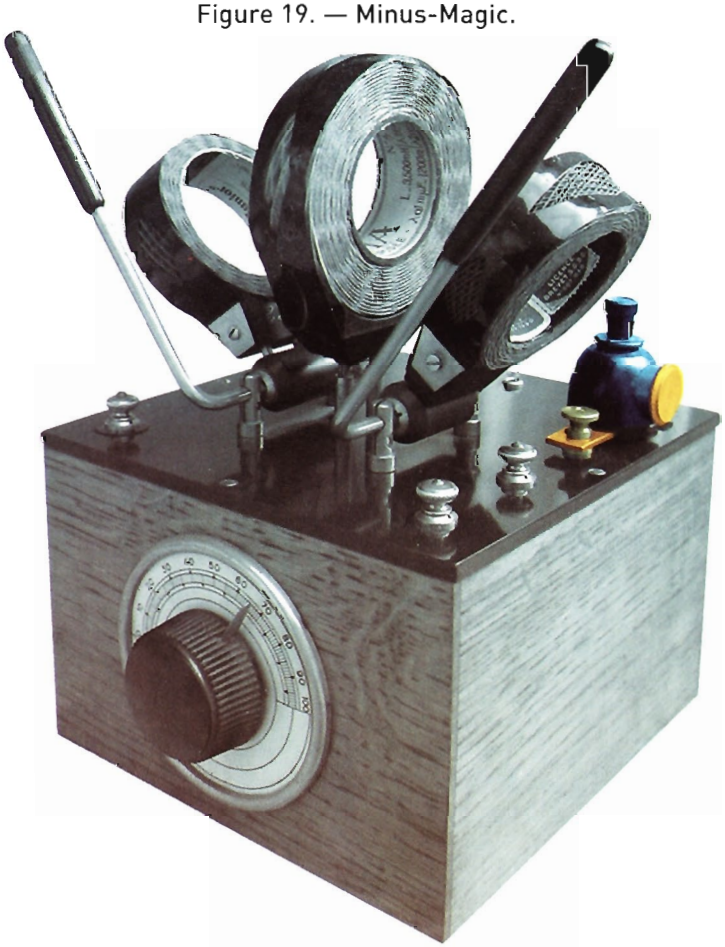


Figure 20. — Hôpitodyne du Dr Corret.

9. — Les radio-concerts de la tour Eiffel eurent lieu le 26 juin 1921, le 26 novembre, puis le 15 décembre 1921 (sur 2600 mètres avec 400 watts en novembre 1921, puis 800 watts). Ces émissions devinrent régulières à partir du 6 février 1922 et complétées avec des prévisions météorologiques agricoles.

Le 6 novembre 1922, la station Radiola Concerts installée dans l'usine SFR de Levallois (1565 mètres avec 2 kW à l'antenne, puis 1780 mètres en mars 1923) commençait ses émissions avec son speaker Marcel Laporte surnommé « Radiolo ».

Le 19 janvier 1923, le poste de l'École supérieure des postes et télégraphes à Paris débutait à faible puissance (400 watts) ses émissions sur 450 mètres.

Figure 21. — Poste Meccano.

aussi de nombreux petits constructeurs, ont commencé à construire une grande variété de postes à galène aux aspects divers.

La multiplication de stations radiophoniques européennes a eu pour effet de développer la vente d'accessoires et de composants au grand public.

Pour capter les lointaines stations, la recherche de sensibilité et de sélectivité était l'objectif principal qui orientait le choix du montage (si possible évolutif) à construire.

Plus accessibles à l'achat que les récepteurs à lampes des constructeurs de renom, les montages à galène étaient relativement simples à fabriquer, même par des amateurs peu expérimentés.

La longue carrière des postes d'amateurs et des petits constructeurs pouvait poursuivre son essor.

Quant au niveau des principes utilisés (direct, Oudin, Tesla et Bourne) et de la présentation, les postes à galène des amateurs, comme ceux des constructeurs, ont fait l'objet d'une surprenante créativité.

Par exemple sur le plan technique, certains postes intégraient un filtre éliminateur ou permettaient de passer aisément d'un montage Oudin à un montage Tesla ; à l'inverse un poste Tesla pouvait instantanément être transformé en montage direct avec accord série ou parallèle (par exemple le Radio-Minus présenté en figure 19). Avec sa self centrale accordée sans amortissement, le rendement et la sélectivité du montage à trois selfs étaient remarquables (voir aussi l'Hôpitodyne du Dr Corret, figure 20).

Quant à la présentation, notamment celle des postes d'amateurs, elle pouvait souvent aller du style le plus rustique au plus artistique, en passant par le plus inattendu, tels le poste Meccano [10], figure 21 ou le Radio Rêve, figure 22.

Depuis les robustes détecteurs Pellin, les compliqués Meunier et autres détecteurs d'avant 1914, jusqu'aux derniers modèles à tube de verre, la grande diversité des détecteurs à galène réalisés démontre la permanente recherche de sensibilité, de simplicité et de stabilité.

Le forum de radiomaritime.com présente une superbe rétrospective (33 pages d'images de détecteurs à galène avec des séquences animées visuelles et sonores). Pour les passionnés de galène, la visite s'impose. Le lien :

http://www.radiomaritime.com/index.php?rubrique=mapage242

Après la guerre de 1914-1918, notamment avec les pattes de fixation (appelées « pattes TM ») à entraxe de 50 mm

Figure 22. — Le « Radio-Rêve ».

(10) Destiné aux jeunes amateurs américains « The Meccano Radio Receiving Set » était vendu monté ($12.50) ou en pièces détachées ($10.00) par Meccano Company Inc. (Elizabeth New Jersey USA). Le modèle présenté a été construit dans le strict respect de la documentation américaine (non datée). La documentation indiquait « Meccolite » (?), mais avec de la galène, cet appareil fonctionne parfaitement en PO.

Figure 23. — Détecteurs à pattes de fixation type « TM ». De gauche à droite : le modèle Duroquier, le Chantecler Péricaud, l'Excentro Bonnefond et le Polycontact (civil) Hurm.

pour écrous moletés, certains détecteurs gardaient un aspect professionnel ou militaire (figure 23).

Notamment avec des selfs devenues plus compactes, graduellement le format des postes à galène s'est réduit. Les détecteurs ont été aussi progressivement simplifiés, soit par des versions enfichables, soit avec une cuvette (parfois tournante) et un simple bras articulé pour le chercheur, soit encore par des modèles enfichables sous tube de verre horizontal (figures 28 et 29).

En cas de chocs ou de vibrations, pour améliorer la stabilité du réglage du chercheur (faible pression sur le cristal), à partir de 1934 il était possible de remplacer le détecteur à galène par un très stable détecteur « oxymétal » (contact cuivre-oxyde de cuivre), comme par exemple le Westector W6 de Westinghouse. Malgré son incontestable stabilité, son utilisation s'est peu développée en raison de sa faible sensibilité, du moins pour les postes sans amplification.

Figure 24. — L'Alouette de G. Plançon, SIOP (1922).

Devenue la ludique distraction des étudiants des années cinquante, les postes à galène ont pu être sensiblement simplifiés. En remplacement des bobines de Oudin, des selfs fixes, variables, amovibles et/ou orientables, les postes à galène ont pu bénéficier de différents petits blocs d'accord, genre : T60, G52, G56, MPC1, MPC3 (PO-GO et OC).

Le bloc-poste MPC1 a été présenté par Jean-Claude Montagné (cf. *Radiofil Magazine* n° 34). Quant au bloc G56 (et ses variantes à quatre

Figure 25. — Au début des années trente, certains détecteurs avaient conservé leurs pattes « TM » pour la fixation.

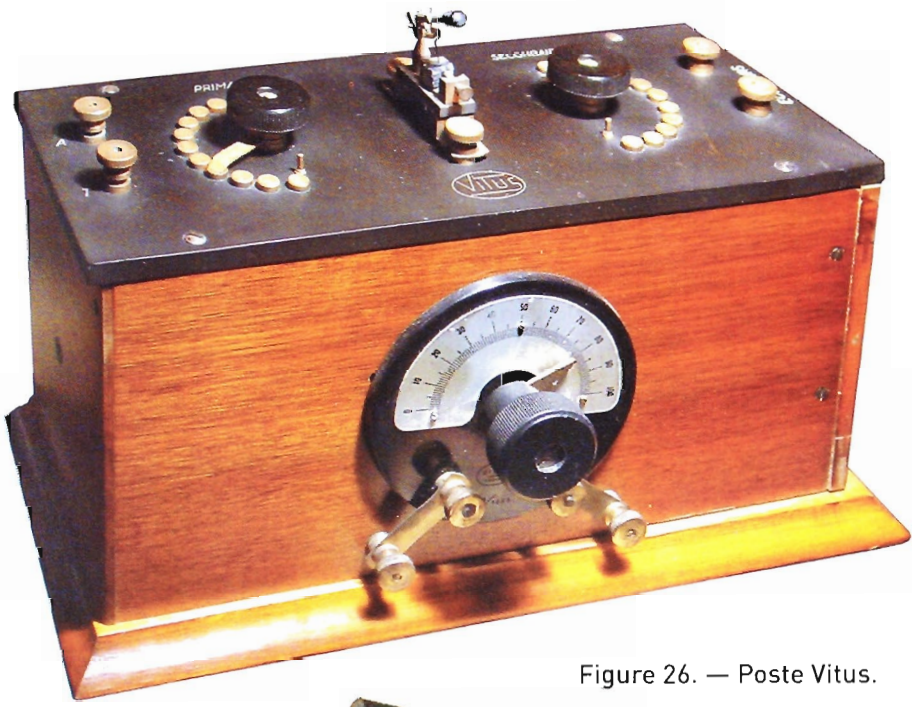


Figure 26. — Poste Vitus.

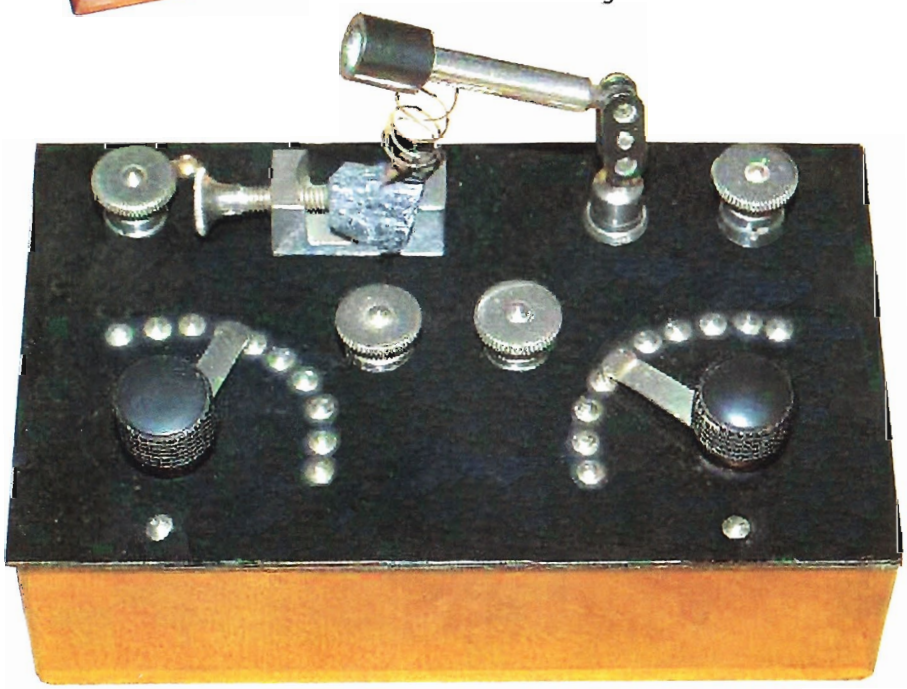


Figure 27. — Poste C.R.E.O.

et cinq cosses), grâce à son noyau plongeur en ferroxcube, le condensateur variable d'accord pouvait disparaître. Les premières notices du G56 indiquaient que le détecteur à galène pouvait être remplacé par une diode au germanium (type 1N34 ou OA50).

Sur ce sujet, revoir l'article de Daniel Maignan « L'héritier du G56 : G09 » (cf. *Radiofil Magazine* n° 31).

Malgré l'apparition des premières diodes au germanium, la vente des détecteurs à galène s'est poursuivie dans les boutiques de composants jusqu'au début des années soixante.

Aujourd'hui encore, pour compléter un appareil ayant perdu son détecteur particulier, il est toujours possible d'obtenir des répliques d'une dizaine de modèles (www.gepin-detektoren.de).

Dans les années cinquante, malgré son prix élevé, le type de détecteur de la figure 28, avec sa diode au germanium genre 1N34, 1N65, 41P1 sous tube, était proposé en remplacement du détecteur à galène à tube de verre horizontal.

De nos jours encore, des amateurs anglo-saxons réalisent de surprenants DX-*crystal receivers* particulièrement sophistiqués, sans amplification et aux performances remarquables (ex : Lyonodyne, Hobbydyne™, etc.). Insérée dans son

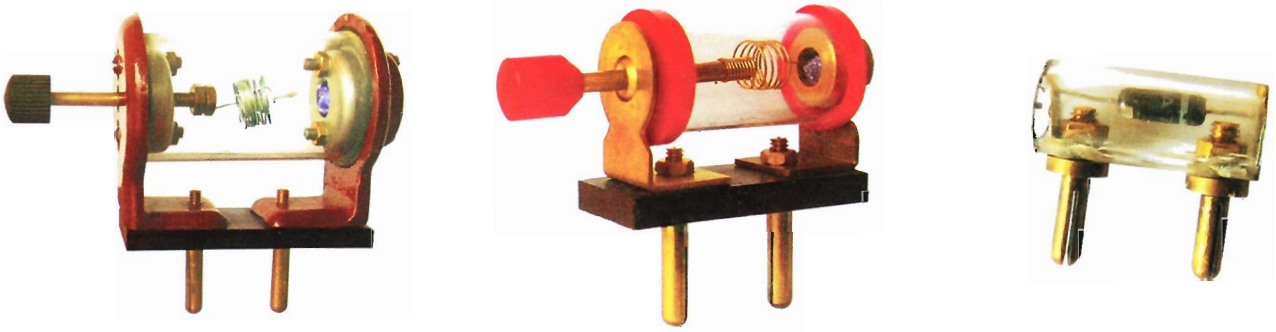


Figure 28. — Détecteurs enfichables. De gauche à droite : détecteur étanche avec double ressort en fil d'argent, détecteur sous tube verre de dernière génération, tube à diode OA70 (à l'origine, un disque de métal fin se clipsait de chaque côté du tube).

tube en matière transparente, cette OA70 pouvait remplacer un détecteur à galène (à entraxe de 19 mm, figure 31).

Comme le montre la carte de la figure 30, la fantasmagorie du poste à galène pouvait parfois être très agréablement supplantée par un charme d'une tout autre nature...

Mais pour beaucoup, ce simple petit caillou grisâtre a toujours gardé son enchantement et son mystère.

Aujourd'hui encore cette féerie perdure, et malgré les diodes de détection à faible seuil, les amateurs qui préfèrent écouter leurs postes en cherchant le meilleur point sensible du cristal constatent que la magie de la galène ne s'est pas amoindrie avec le temps.

Pour les chevronnés comme pour les néophytes, sélectionner une galène plus sensible qu'une autre, la nettoyer soigneusement à l'alcool ou à l'éther, rafraîchir la pointe effilée du chercheur, trouver la zone qui donne un bon rendement et rechercher le meilleur point sensible font partie de l'agrément de la préparation.

Pour ceux qui disposent d'une très bonne antenne et d'une bonne terre, il est toujours fort agréable de faire fonctionner un casque d'écouteurs et pourquoi pas, un haut-parleur électromagnétique (si toutefois l'émetteur n'est pas trop éloigné).

Entendre distinctement la musique alors qu'aucune source d'énergie n'est mise en œuvre reste une passionnante et fabuleuse expérience.

Les amateurs et collectionneurs qui, avec passion, sauvegardent ce patrimoine perpétuent une importante part de l'histoire de l'évolution technique de la télégraphie sans fil et de la radiophonie.

Depuis le début du siècle dernier, la magie produite par ces postes à galène ne s'est jamais éteinte. C'est donc avec respect et considération qu'il faut se souvenir que ce principe de détection par galène est désormais largement « centenaire ».

Sylvain Melot.

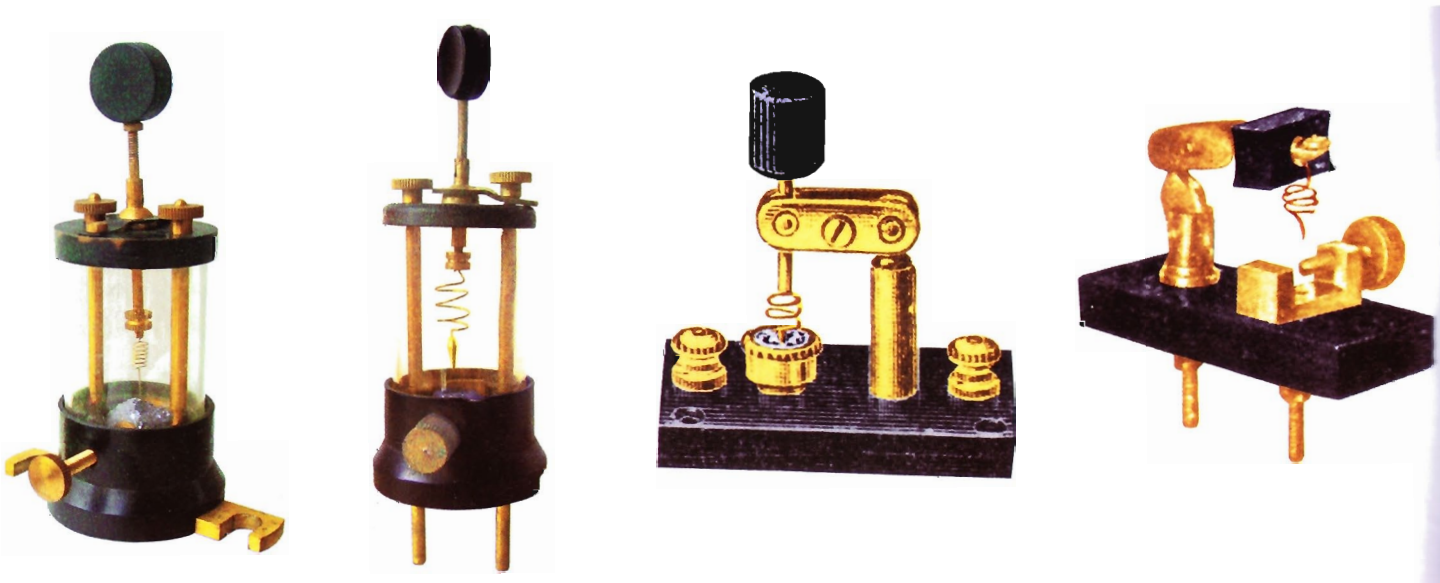


Figure 29. — De gauche à droite : deux variantes Hervor (Herbelot et Worms), Gody, Ets Bardon,

Figure 30. — Le LMT Radiojour à montage Oudin (1922).

Merci à Antoine Campion pour son aide à la rédaction de cet article. Pour leur active et sympathique coopération, nous adressons également nos sincères remerciements à Alain Bastier, Pierre Frichot, Georges Le Gascoin, Pierre Péchon et Éric Verdier.

Bibliographie

- *Histoire des Moyens de Télécommunication* de Jean-Claude Montagné 1995
- *Grande et petite histoire de la lampe TM* de Robert Champeix
- Catalogue Pellin 1912
- *Les Applications de la Télégraphie Sans Fil* de E. Rothé 1913
- *Manuel pratique de TSF* de G. Péricaud 1913
- *La Lumière Électrique* des 13 et 24 janvier 1914
- *La TSF et la Loi* de A. Perret-Maisonneuve 1914
- T.S.F. de Gustave Flayelle 1914
- Courriers manuscrits de Louis Ancel 1917 et 1918
- École de T.S.F. du Plessis-Belleville (Ministère de la Guerre) 1917
- *La Télégraphie Sans Fil* G-E Petit & Léon Bouthillon 1920
- Revue *Radio Électricité* 1922-1924
- *La TSF Moderne* 1921-1923
- *Pratique et Théorie de la T.S.F.* de Paul Berché 1930

Figure 31. — Cette diode germanium peut remplacer un détecteur à galène.

modèle classique.

Figure 32. — Poste Ancel.