

TSF et aviation militaire

2. Le réglage du tir d'artillerie : 1914 à 1915

« Avion et TSF donnent la vue aux artilleurs »

par Aimé Salles

2^e partie

Cet article est le second de cette série dont l'ambition est de présenter l'évolution du matériel de transmission militaire français embarqué, et ceci des origines de 1910 jusqu'en 1918.

S'il avait été démontré avant guerre qu'il était possible de communiquer depuis un avion avec le sol sur des distances de 20 voire 50 km avec des émetteurs à étincelles d'un poids et d'un encombrement « raisonnables », aucune application pratique n'avait été retenue par l'Etat-Major.

C'est pourquoi à l'entrée en guerre, aucun avion militaire français n'était équipé de TSF.

This article is the second of this serie, the ambition of which is to present the evolution of the French military airborne transmission equipment, from the origins in 1910 to 1918.

If it had been demonstrated before war that it was possible to communicate from a plane with the ground between distances of 20 even 50 km with spark transmitters of "reasonable" weight and size, but no practical application had been retained by the headquarters.

That's why entering the war, no French military plane was equipped with radio.

À la guerre de mouvement qui va conduire en quelques semaines les Allemands aux portes de Paris, va succéder d'abord à l'est avec la première bataille de la Marne (déclenchée le 6 septembre, faut-il le rappeler, grâce aux écoutes des

liaisons radiotélégraphiques ayant montré un changement de stratégie de l'Allemagne contrainte de faire, faute de ravitaillement, une pause et d'infléchir sa marche sur Paris), puis au nord après l'échec des tentatives de débordement des deux adversaires, une stabilisation de l'ensemble du front. À la mi-novembre 1914, chacun s'enterre sur des positions qui ne bougeront que très peu pendant les quatre années de guerre qui vont suivre (figure 1).

Cette situation est inédite pour l'observation. Il ne s'agit plus, comme on l'avait imaginé avant guerre, de pénétrer en profondeur avec des dirigeables dotés de TSF

sur le territoire ennemi (on avait même mis au concours peu avant guerre le projet d'un avion stratégique triplace avec TSF d'une portée de 150 km) pour en apprécier l'activité, mais de connaître désormais la nature, la localisation et l'activité d'un ennemi quasiment à portée de jumelles mais qui est enterré et soigneusement camouflé. Si l'avion est sollicité pour cette nouvelle mission, curieusement l'idée de l'équiper en TSF pour l'observation d'infanterie n'est pas soutenue par les observateurs (elle est aussi rejetée par les aviateurs, pas de poids inutile !), habitués à rendre compte à l'atterrissage des résultats de leur mission ou à lâcher des messages lestés.



Figure 1. — La Tour Carrée près de Lihons, poste de TSF de réception de l'artillerie à l'écoute de l'avion, on distingue à l'arrière les perches couplées permettant le support de l'antenne horizontale (Collection M. G.).

Si le rendez-vous entre l'avion et la TSF est manqué avec l'infanterie (qui ne se ralliera à cette idée qu'à partir de 1916), il sera requis par un « client » inattendu, l'artillerie. L'« arme savante » comprend en effet très vite l'intérêt que pourrait représenter pour elle, dans cette situation nouvelle, un avion équipé de TSF pour le réglage de tir.

1. Les premiers pas

La procédure de réglage du tir de l'artillerie par les avions est pour la première fois codifiée par une note émise depuis Bordeaux et datée du 30 septembre 1914 (le gouvernement y est replié depuis début septembre). Il n'est pas encore question de TSF. La procédure fait appel à deux types de fusées :

- une fusée traînée que l'avion lâche à la verticale de l'objectif et qui laisse une longue trace de fumée blanche longtemps visible,
- des fusées globes pouvant laisser suivant le cas une ou deux masses de fumée compacte. Si la salve d'artillerie est trop courte l'avion émet une fusée à une masse, si elle est trop longue une fusée à deux masses.

Quant au réglage de la direction, celle-ci est donnée par la trajectoire prise par l'avion par rapport à l'axe batterie but (l'avion revenu à l'arrière de la batterie après le « marquage » de l'objectif, repart en direction du but. Puis lorsqu'il dépasse la batterie, celle-ci tire sa salve. Si la salve est à droite de l'axe batterie but, il effectue un « à droite », si elle est à gauche il effectue un « à gauche », si elle est dans l'axe, il continue dans cette direction).

Dans l'hypothèse improbable où la batterie atteindrait le but à l'aide de données aussi imprécises et ceci avant que l'avion ait épuisé son stock de fusées, l'avion émet une fusée traînée depuis l'endroit où il se trouve (on peut espérer que ce signal ne puisse être confondu avec un nouveau but alors que l'avion se trouverait sur des lignes amies !).

Il est clair que ce « barnum pyrotechnique », s'il pouvait constituer une amélioration indéniable par rapport à un tir à l'aveugle, restait

d'une très faible efficacité. Aussi, très vite, l'Établissement Central du Matériel de la Télégraphie Militaire (E.C.M.T.M.) sous la responsabilité du général Ferrié est sur le pont et réactive les études sur les émetteurs de bord de faible portée mises au placard depuis 1910. Il s'appuie dans chaque armée sur le chef du détachement radiotélégraphique (capitaines Metz de l'Armée de Châlons, Franck de la V^e Armée et Vieillard de l'Armée de Verdun). Il fait aussi appel à la toute jeune Société Française Radioélectrique (E. Girardeau, son fondateur est à cette même époque chef d'entreprise et mobilisé au 8^e Génie !) qui fournira, à l'exception de quelques bricolages pour essais réalisés à la hâte, les premiers prototypes. La S.F.R. restera d'ailleurs pendant toute la guerre le fournisseur quasi exclusif de matériel TSF de bord.

Les premiers essais de matériel démarrent fin octobre sur des biplans, Caudron pour l'Armée de Chalons et Voisin pour la V^e Armée. Aucune étude préalable d'implantation de la TSF à bord de ces avions n'ayant été faite, chaque armée improvise au mieux une implantation. Pourtant les essais ne semblent pas poser de problèmes particuliers malgré une surcharge d'environ 40 kg. Les émetteurs à l'essai sont à ondes amorties du type à excitation directe de quelques dizaines de watts. Ils sont constitués d'un vibreur en série avec une batterie et le circuit primaire d'une bobine d'induction. Le secondaire de cette bobine est relié en même temps qu'à un éclateur à d'une part une antenne et d'autre part à la masse métallique de l'avion. L'antenne est constituée d'un fil métallique tendu par un poids flottant en vol derrière l'avion et enroulé au repos sur un rouet. La réception s'effectue au sol (il n'est pas question à cette époque de réception à bord) sur un récepteur à galène.

Le premier réglage de tir intervient à la V^e Armée le 25 octobre 1914 (le 1^{er} novembre à l'Armée de Chalons). Par temps couvert, l'avion volant à une altitude de 950 m, le pilote le caporal Laporte et l'observateur le capitaine Morisson, arri-

vent à régler le tir d'une batterie de 120 sur son objectif en quelques coups. Le récepteur est situé à proximité du QG du corps d'armée et relié à la batterie par une ligne téléphonique. L'expérience est renouvelée les jours suivants avec succès (le 29 octobre le réglage de tir sur deux cibles distinctes est réalisé par mauvais temps en 40 minutes incluant le temps de montée). Les réglages sont effectués en s'appuyant sur un code de signaux constitué de traits et de points comme dans le code Morse mais très simple (voir l'encadré « Liste des signaux transmis depuis l'avion »).

Ce code utilisé par la V^e Armée reprend les informations de base (position de l'impact observé par rapport à la cible), suivant la note du 30 septembre 1914, transmises alors au sol par émission de fusées ou mouvements de l'avion (court, long, à droite, à gauche). Il l'enrichit cependant de :

- un signal « je suis prêt à observer », c'est donc l'avion qui ouvre le bal. L'observateur s'attend donc à un éclatement qui devrait intervenir dans les quelques secondes. Ce signal de synchronisation permet d'éviter la transmission d'informations de réglage sur un éclatement dû à une autre batterie.
- un signal de majoration (trait prolongé, pouvant être dupliqué, précédant l'indication de direction et de portée) permettant d'indiquer la grandeur de la correction à effectuer en termes de direction et de portée (très court, très très court, très à gauche, etc.) sur une base convenue.

En fait chaque armée y va de son propre code. L'idée est dans tous les cas de mettre au point un code suffisamment efficace pour atteindre au plus vite l'objectif, mais ne nécessitant pas pour les observateurs une formation « lourde » de télégraphistes. En pratique, les premiers réglages réels se font avec des télégraphistes expérimentés. On songe même, ce qui s'avèrera très vite une utopie, à ce qu'un pilote seul à bord puisse réaliser l'observation et manipuler sa transmission.

Liste des signaux transmis depuis l'avion

Extrait de l'instruction sur l'utilisation des avions pour le réglage de tir (10 novembre 1914) :

Je peux observer	Quelques longs traits	_____
A droite d'une base	5 groupes de 2 points	-- -- -- -- --
A gauche d'une base	5 groupes de 2 traits	_____
Court d'une base	Une douzaine de points	-----
Long d'une base	6 traits	_____
Réglé en direction	3 fois 2 traits 2 points	_____
Réglé en portée	5 fois 1 trait 1 point	_____
Signal de majoration	1 trait long	_____
Très court (2 bases)		_____
Très très court (3 bases)		_____
.....		

Notes.

1. — La base de correction est convenue à l'avance entre le commandant de batterie et l'observateur. Ainsi court peut être interprété comme tir court de 100 mètres si la base convenue était de 100 mètres, et très très court pour un tir court de 200 mètres.
2. — Tous les signaux sont doublés.
3. — La durée d'un trait est d'environ une seconde, un trait long de 3 secondes, un point de 1/3 de seconde.

Une instruction du grand quartier général signée Foch, du 10 novembre 1914, met fin au désordre de la guerre des codes. Elle reprend, pour l'essentiel, le code mis en place à la V^e Armée en le complexifiant, ce qui éloigne de plus en plus le rêve de l'utilisation d'observateurs non formés à la télégraphie. Elle prévoit en effet de pouvoir envoyer en Morse, lorsque l'on dispose d'une carte quadrillée du terrain, l'indication du carré où se trouvent les points de chute. Cette méthode, d'un emploi moins général que la procédure de base, convient surtout à l'artillerie lourde. Cette instruction précise aussi les premières dotations prévues, à savoir que chaque armée, corps d'armée (CA) ou formation d'importance analogue disposera de :

- deux postes émetteurs sur avions (un poste en action, un second monté sur un deuxième avion et prêt à fonctionner en cas de panne) ;
- deux postes écouteurs, un à proximité du commandant de l'artillerie du CA, l'autre, s'il y a lieu, à proximité des batteries avancées.

Elle précise aussi que le commandant de l'artillerie de CA sera relié par téléphone (direct) aux deux postes de TSF et à chacune des batteries sous ses ordres. Cette organisation du réseau filaire au sol répond à certains retards de trans-

mission des informations de l'avion aux batteries, qui avaient été observés lors des essais.

Les réglages de tir se succèdent avec des retours toujours extrêmement positifs. Le rapport du capitaine Vieillard de l'armée de Verdun (28 novembre 1914), illustre l'opinion générale (sic) :

« Les aviateurs estiment le procédé radiotélégraphique très supérieur au procédé des fusées et virages à condition d'alléger au maximum les appareils comme nous l'avons fait ici.

« Les artilleurs estiment qu'il y a un progrès immense, sans comparaison possible avec les procédés antérieurs. Dès que l'habitude sera prise, le nouveau système permettra d'opérer les réglages dans des conditions idéales de facilité, d'exactitude et de rapidité.

« Au point de vue radiotélégraphique, il n'y a aucune observation à faire. Les signaux sont reçus très nettement et très forts... »

À l'exception du léger « bémol » apporté par les aviateurs sur le poids des appareils (cette obsession n'a pas fini de les tourmenter !), on ne peut pas être plus élogieux.

Une instruction du 15 février 1915 vient compléter efficacement celle du 10 novembre 1914. On dépasse ici le simple réglage de tir, car l'adversaire, devant l'efficacité

constatée des tirs français, est devenu beaucoup plus soucieux de protéger ses batteries. Elles ne sont plus laissées en rase campagne mais enterrées et soigneusement camouflées. De plus elles changent de place en permanence. Ce qui veut dire qu'une batterie surprise (dont le traitement n'a pas été prévu initialement au plan de vol) doit être immédiatement réglée et démolie. Cette instruction élargit donc les services, que peut apporter un observateur expérimenté au cours d'un même vol en y adjoignant des services de reconnaissance. L'avion devient désormais chargé (sic) :

- du réglage d'une ou plusieurs batteries sur des objectifs convenus à l'avance et le contrôle du tir d'efficacité ;
- des reconnaissances d'objectifs ;
- du transport du tir d'une batterie sur un objectif nouveau, découvert en vol.

On est donc déjà très loin de l'aide rudimentaire au réglage s'appuyant sur quelques signaux conventionnels. Cette instruction enterre de façon définitive la possibilité pour les observateurs d'échapper à une formation contraignante à l'écoute de la télégraphie.

Pour être en mesure de rendre ces services, des exigences nouvelles sont introduites dans la procédure, à savoir pour l'essentiel :

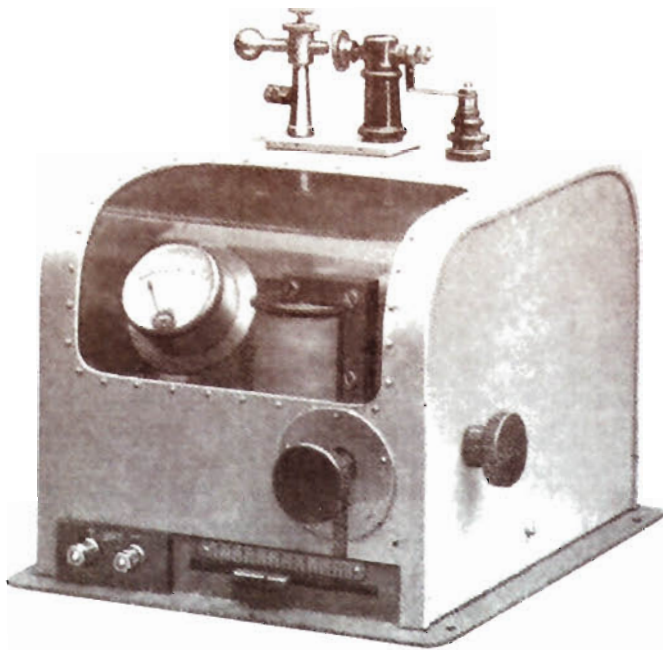


Figure 2. — Émetteur SFR de bord modèle 1915 à deux bornes, on distingue sur le dessus du boîtier le module éclateur, sur la face avant un rhéostat à tirette pour le réglage de courant primaire, un ampèremètre permettant sa mesure, le bouton de réglage du vibreur (le bouton de blocage est sur le flanc droit), les deux bornes de raccordement de la batterie (Droits réservés).

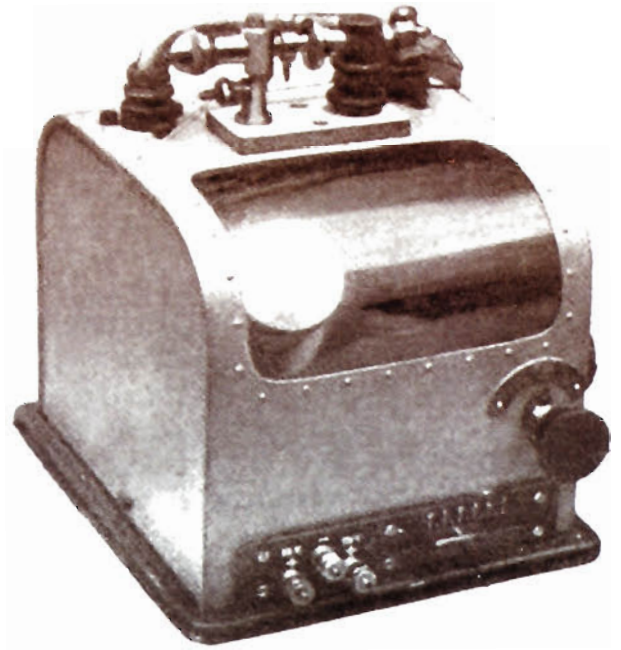


Figure 3. — Émetteur SFR de bord modèle 1915 à trois bornes, il présente la particularité de pouvoir être alimenté en 20 V mais aussi en 10 V (Droits réservés).

- Le sol ne peut plus être muet. On introduit pour la première fois la nécessité de communiquer avec l'avion par panneaux déployés sur le sol, mais l'information reste très limitée puisqu'il s'agit uniquement d'indiquer à l'observateur que la batterie est prête à tirer et entend ou non l'avion.

- Le ciel n'est plus aussi libre que dans les premiers mois de guerre et il devient indispensable de pouvoir identifier les avions d'observation, chaque batterie devant avoir la certitude que les informations reçues lui sont bien destinées. À chaque avion est donc attribué un signal de reconnaissance constitué d'un chiffre, d'une lettre ou d'un groupe de chiffres qu'il devra faire précéder dans chaque signal ou groupe de signaux lors du réglage de tir.

- Pour être en mesure de mieux différencier deux avions opérant à proximité l'un de l'autre pour deux batteries différentes, les TSF seront réglées sur des longueurs d'onde différentes, à savoir 150 et 250 m et ceci en déroulant respectivement 50 et 80 m de fil d'antenne. Une autre solution est aussi retenue. Il

s'agit de munir chaque avion de chronographes rigoureusement synchronisés, chaque avion émettant alors à tour de rôle, le premier de 0 à 30 secondes, le second de 30 à 60 secondes.

- Enfin, la palette des signaux conventionnels est enrichie, mais surtout un code chiffré à deux chiffres est rajouté. Il permet de rendre plus étroite la liaison entre l'observateur et la batterie pour en obtenir le maximum d'effet, quelques exemples :

- signal complémentaire de réglage : 33 = « faisceau trop large »,

- désignation et emplacement des objectifs : 45 = « infanterie rassemblée », 54 = « à 2000 m »,

- noms de localités ou points importants : chiffres convenus sur un quadrillage de plan directeur.

La période des essais est désormais terminée, l'E.C.M.T.M. est en mesure de fournir un matériel de série. Le grand quartier général peut fixer une dotation pour chaque escadrille même si celle-ci est encore modeste.

2. La montée en charge

Le matériel de 1915 reste encore rudimentaire. Au premier appareil S.F.R. à vibreur musical de 1914 dit « gros modèle » pesant 40 kg (ensemble de l'installation) et d'une portée de 30 km (portée bien supérieure au besoin), viendra s'adjoindre « un petit modèle » en 1915. Si le modèle 1914 est jugé très robuste électriquement et mécaniquement, le modèle 1915 supporte quelques déboires à ses débuts, en particulier des problèmes d'isolement. Ce dernier est un peu moins puissant (et donc d'une portée plus faible, mais adaptée au besoin), mais pèse 10 kg de moins et est moins encombrant (le modèle 1914 ne pouvant être monté dans les Caudron nouveaux modèles avec observateur à l'arrière ni sur les Farman 130 CV avec observateur à l'avant et siège tournant). Le modèle 1915 sera le plus utilisé. Il sera décliné en deux versions, la version à deux bornes alimentée en 20 V (voir l'encadré page suivante et les figures 2, 4, 6, 7), la version à trois bornes pouvant être alimentée en 10 V ou 20 V (figures 3, 5 et 8). La

Émetteur de bord SFR

Modèle 1915 dit « à deux bornes »

Constitution de l'ensemble : Sous ensembles séparés principaux	<ul style="list-style-type: none"> • Poste : bâti en tôle boulonné sur l'avion • Éclateur monté le plus souvent sur le poste • Manipulateur • Antenne montée sur rouet • Accumulateur
Mode émission	Ondes amorties
Excitation antenne	Indirecte
Principe	« À bobine d'induction » ; courant primaire découpé par vibreur musical
Fréquence de coupure primaire	300 Hz
Eclateur	Tube / plateau
Distance explosive de l'éclateur	1 à 2 mm
Antenne	Pendante sur rouet, 200 m de fil Ø1 mm enroulés, lest par plomb de 200 g
Contrepoids	Constitué par les masses métalliques de l'avion
Alimentation	Batterie 20 V 15 Ah
Consommation	Environ 2 à 3 A
Autonomie	8 à 10 h de manipulation ordinaire
Portée	8 km environ
Encombrement	Batterie : 400 x 120 x 170 mm Poste : 280 x 230 x 210 mm
Poids	Batterie : 11 kg Poste : 10 kg Ensemble de l'installation : environ 30 kg

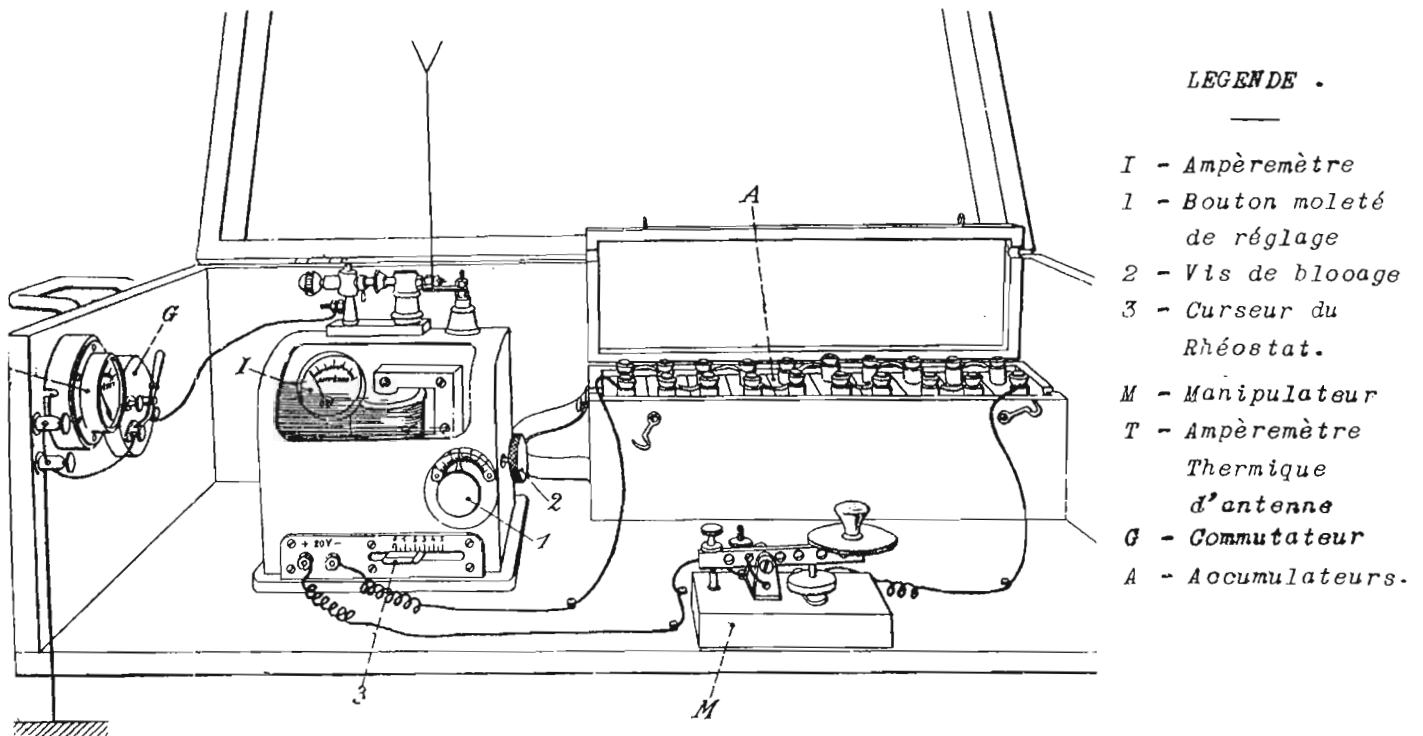


Figure 4. — Ensemble émetteur SFR de bord modèle 1915 à deux bornes, monté dans un coffret bois pour utilisation au sol, probablement pour la formation.

Les boîtes pour réception d'un émetteur à étincelles d'avion

En 1914, les équipements de réception au sol pour la réception des informations émises par l'avion sont des plus rudimentaires. Il s'agit d'ensembles complètement passifs, sans lampe (qui n'est pas encore exploitée en France) et donc sans amplification. On parle à cette époque de « boîtes de réception », la notion de récepteur sera elle réservée aux appareils à lampes.

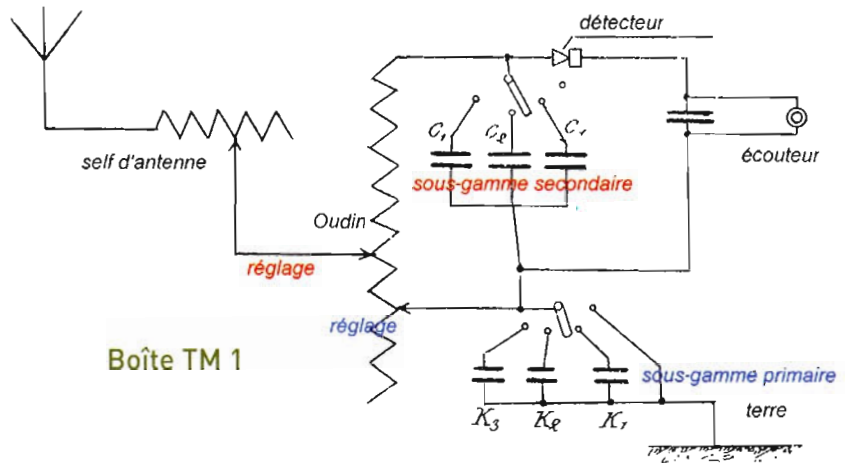
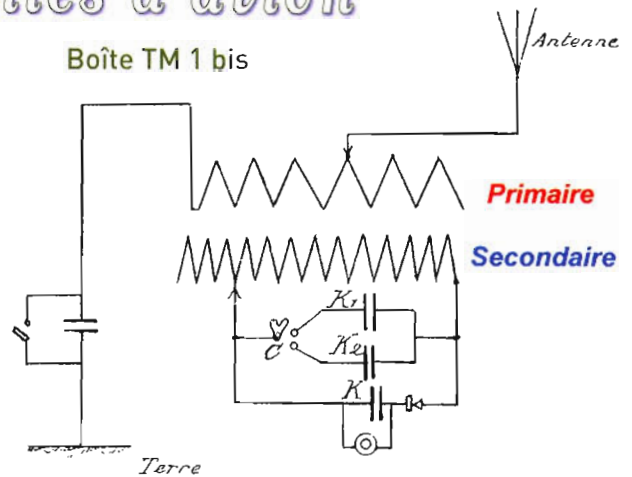
Principe de la réception des signaux de l'avion

Il s'agit d'extraire du très faible courant haute fréquence, capté par une antenne baignée dans un champ magnétique et électrique (onde hertzienne) produit par l'émetteur de l'avion, le signal qui contient l'information utile, à savoir les mouvements (manipulation) imprimés par l'opérateur de bord sur le manipulateur. Cette manipulation ou télégraphie, suite de points et de traits de différentes durées correspond à un code convenu (ce n'est pas du Morse, au moins dans les premiers temps).

À chaque étincelle produite correspond l'émission par l'antenne de l'avion d'une onde amortie haute fréquence, les étincelles sont émises tant que le manipulateur est abaissé. La fréquence (basse) de répétition des étincelles est fonction du dispositif ayant permis leur production (vibreux, alternateur, éclateur tournant). La détection consiste à ne garder, par redressement du courant reçu, que l'enveloppe positive du train d'ondes. Les « impulsions » ainsi constituées pourront exciter la membrane d'un écouteur. On percevra donc dans un écouteur un signal basse fréquence (celui de la répétition des étincelles) audible reproduisant la manipulation issue de l'avion.

Le redressement est réalisé par un détecteur. Dans les premières années de la TSF, ce détecteur pouvait être du type à cohéreur, magnétique ou électrolytique. Le détecteur à cristal ou à galène s'est imposé peu avant guerre. La galène est un sulfure de plomb à l'état naturel ou artificiel. Introduit en série dans un circuit électrique haute fréquence, le contact établi (en certains points du cristal) ne laisse passer le courant que dans un sens.

Boîte TM 1 bis



Boîte TM 1

Oudin ou Tesla ?

S'il est possible de constituer un ensemble de réception avec les seuls constituants antenne, détecteur à galène et écouteur, l'écoute sera impossible car le signal utile sera noyé dans une quantité d'autres signaux. Il convient donc d'apporter à cet ensemble des circuits complémentaires lui permettant de devenir plus sélectif, et donc de n'être sensible qu'à la seule (ou presque) longueur d'onde (on dirait aujourd'hui fréquence) du signal HF porteur du signal utile.

Pour cela on « accorde » le circuit d'antenne par adjonction en série d'une self et d'un condensateur. Plus sophistiqué encore on « accorde » le circuit de détection. Reste à savoir comment « coupler » les deux circuits (ou transmettre l'énergie reçue dans le circuit d'antenne dans le circuit détecteur).

Messieurs Oudin et Tesla y ont répondu chacun à sa manière. Le montage Oudin ou « montage en dérivation » utilisé dans la boîte « Oudin vert » ou TM 1 met en commun des circuits primaire et secondaire avec une self. Chaque circuit est connecté indépendamment sur cette self pour réaliser son accord par prises ou curseurs en frottement. Le montage Tesla ou « couplage inductif » isole circuits primaire et secondaire qui sont couplés par les selfs des circuits accordés respectifs. Le couplage lui-même peut être fixe (cas de la boîte TM 1 bis) ou variable (cas de la boîte type A). Le montage Tesla simplifie le processus d'accord ou « syntonie » (accord quasi indépendant des circuits primaire et secondaire).

Dans le cas de la boîte TM 1, une self d'antenne extérieure à la boîte vient compléter l'accord du circuit primaire.

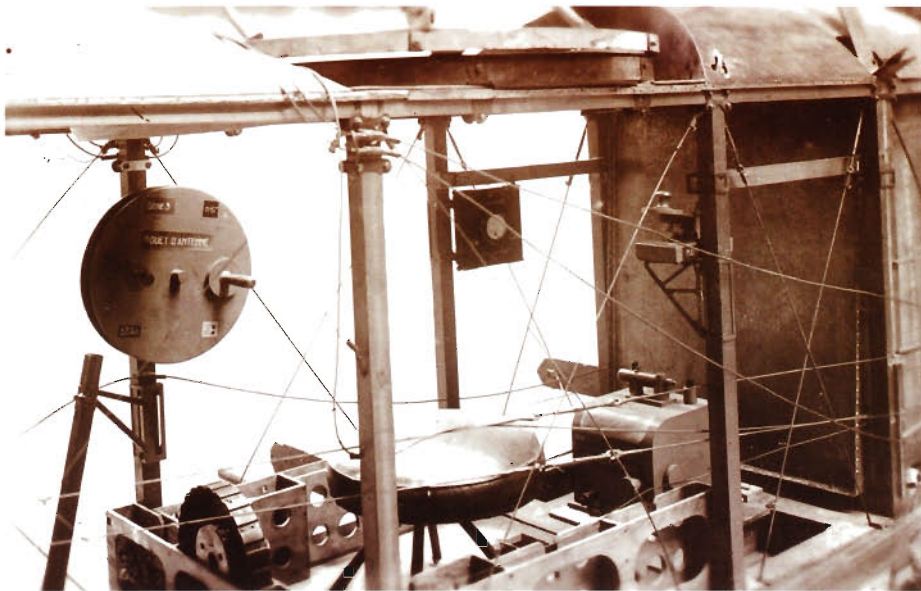


Figure 5. — Sur avion Sopwith, on distingue un émetteur SFR à trois bornes et le rouet d'antenne (Droits réservés).

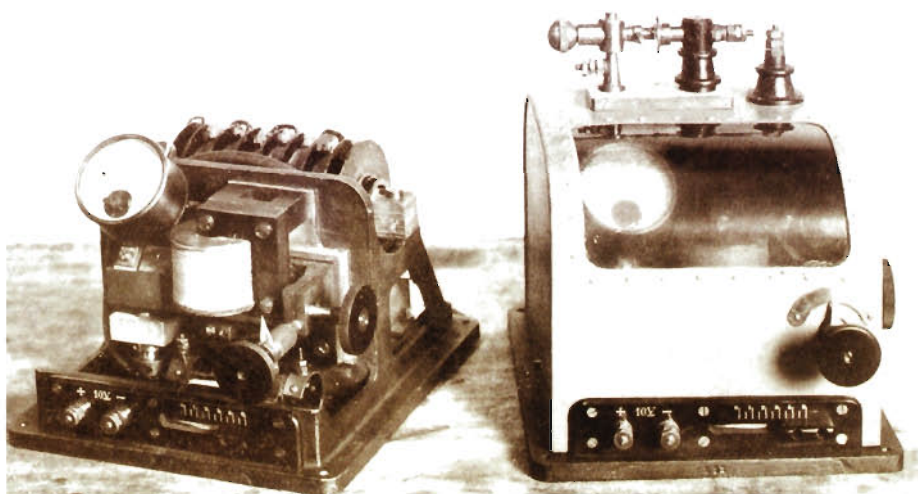
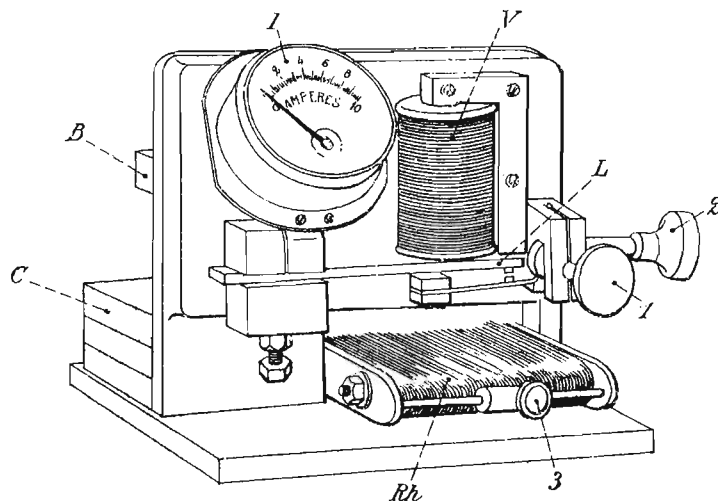


Figure 6. — Vue externe et intérieure, capot enlevé, du poste SFR modèle 1915 à deux bornes, il s'agit d'une version alimentée en 10 V (Droits réservés).



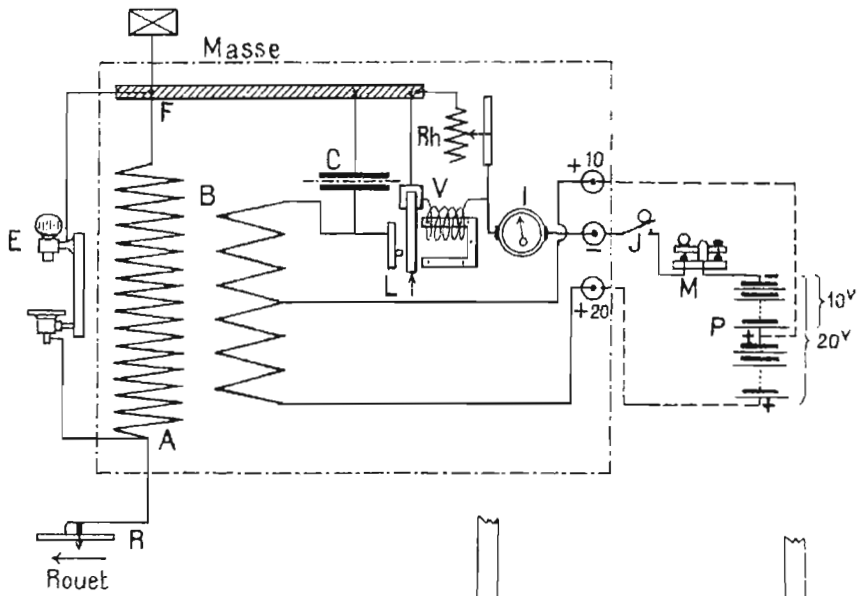
LEGENDE.

- B - Bobine d'induction
- C - Condensateur
- I - Ampèremètre
- L - Lame vibrante
- V - Vibrateur
- Rh - Rhéostat
- 1 - Bouton moleté de réglage
- 2 - Vis de blocage
- 3 - Curseur du Rhéostat

Figure 7. — Croquis légendé de l'intérieur du poste SFR modèle 1915 à deux bornes.

portée, quelle que soit la version, dépasse les 10 km, ce qui est largement suffisant pour l'artillerie de campagne (on ne parle pas ici encore d'artillerie lourde à grande portée A.L.G.P.). Il faut signaler aussi à la II^e Armée, un poste « fait maison » qui a équipé quelques avions. Ce poste qui a donné d'excellents résultats n'a pas pourtant été retenu malgré un poids de l'installation complète de 14 kg.

Compte tenu de l'augmentation des besoins, il fallait diversifier les fournisseurs. Ainsi, un autre appareil à vibreur, « le Guéritot » dont le vibreur est constitué d'un diapason mécanique déclenché par le manipulateur sera concurrent un temps du matériel S.F.R (figures 10 et 11). Cet émetteur donne un son ronflé. Il présente l'avantage d'être en deux boîtes, donc plus facilement logeable dans l'avion, mais son emploi sera jugé trop délicat pour les manipulateurs (trop de signaux sont manqués). Ce même appareil reconditionné pour une utilisation au sol constituera le poste d'infanterie portatif P.P. 1 modèle 1916. Il faut mentionner aussi la « bobine Ropiquet » (figure 12) jugée excellente et d'un fonctionnement régulier, mais peu utilisée (elle donnera le P.P. 2 modèle 1916) et enfin un appareil Maguna, jugé bien construit, d'une forme très logeable et émettant des sons aigus excessivement purs. Cet appareil bien que fonctionnant convenablement à terre sera déclaré inapte au



- A. Borne Antenne.
- B. Bobine d'induction.
- C. Condensateur.
- E. Éclateur.
- F. Borne Fuselage.
- I. Ampèremètre.
- J. Interrupteur.
- L. Lame vibrante.
- M. Manipulateur.
- P. Batterie d'accus.
- R. Fiche de Rouet d'Antenne.
- Rh. Rhéostat.

Figure 8. — Schéma d'un poste SFR modèle 1915 à trois bornes, on est encore dans des niveaux de schémas « lisibles » par des électriciens.

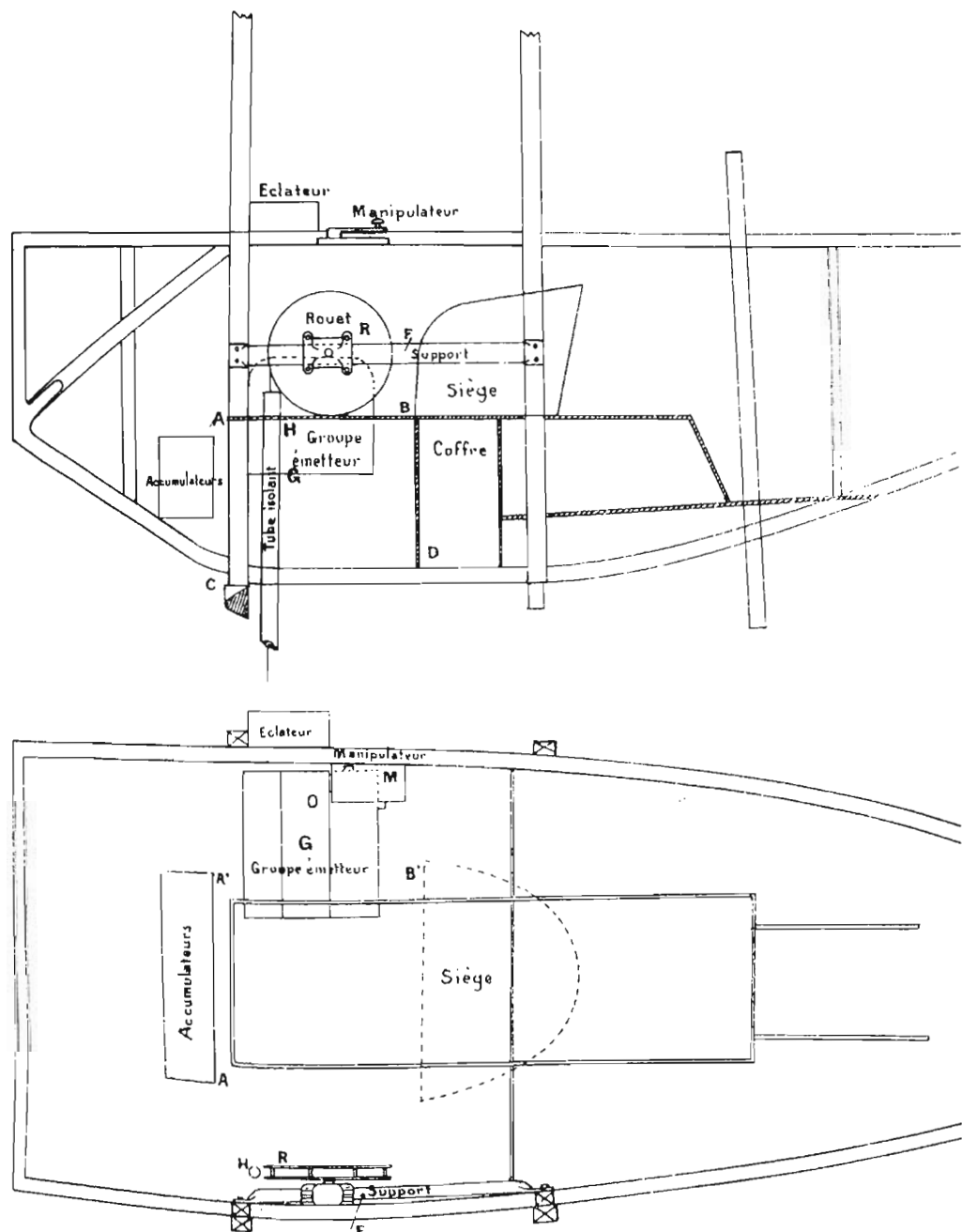


Figure 9. — Plan d'implantation du poste SFR modèle 1915 sur un avion Caudron.

service embarqué, le rupteur se dérégla à chaque instant sous l'influence d'une vibration ou d'un choc.

Le réglage de tir depuis l'avion est opérationnel sur tout le front dès mars 1915. La montée en charge s'accélère, les dotations des escadrilles en postes émetteurs et de l'artillerie en postes récepteurs sont considérablement augmentées. La formation des personnels est accélérée. Chaque escadrille de CA qui, en février 1915 avait deux postes émetteurs en dotation, en avait cinq en mai 1915. Les postes récepteurs d'artillerie au nombre de quatre par CA en février 1915 sont portés à sept en mai.

Le réglage de tir par TSF est employé à grande échelle pour les offensives de septembre 1915 en Champagne, Argonne et Artois. Du 1^{er} septembre au 15 octobre, 743 réglages (artillerie de campagne et lourde) sont réalisés à la seule IV^e Armée, soit 16 par jour en moyenne ! On cherchera jalousement à conserver le secret autour du procédé (démontage de la TSF en cas d'utilisation même exceptionnelle de l'avion pour une mission ne nécessitant pas de TSF, consigne de destruction de documents pouvant donner des indications sur le procédé en cas d'atterrissage fortuit hors des lignes). Cependant l'impossibilité de camoufler le trafic radioélectrique et la répétition quoti-

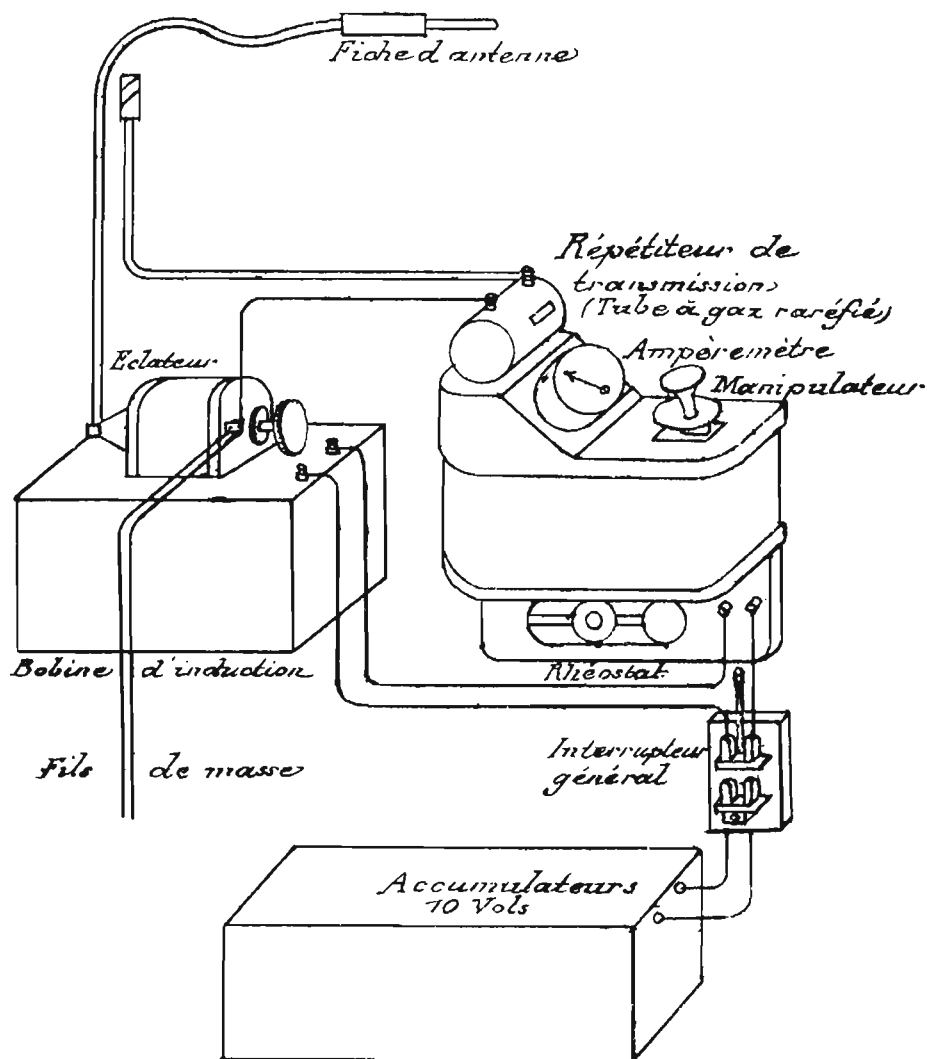


Figure 10. — Ensemble émetteur de bord du type Guéritot modèle 1915, cet appareil se présente en deux boîtiers distincts ce qui facilitait son intégration dans l'avion.

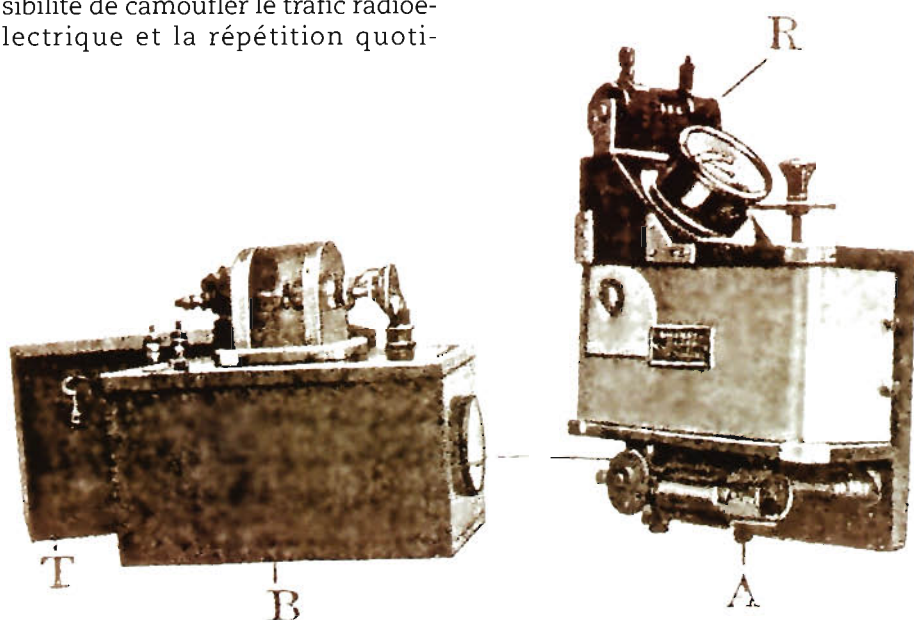


Figure 11. — Vue sur les deux boîtiers de l'ensemble émetteur de bord du type Guéritot modèle 1915 (Droits réservés).

dienne en vraie grandeur d'une procédure malgré tout encore simpliste ne permettra pas de conserver cette avance sur l'adversaire très longtemps. En effet si l'utilisation massive du réglage de tir par TSF embarquée surprend les Allemands en septembre 1915, les réglages allemands par un procédé similaire ont déjà débuté. Les « arguments frappants » qu'ils recevront en Champagne ne pourront que les convaincre d'accélérer la mise en place.

Partie de rien, la production en émetteurs de bord à vibreur pour la seule SFR sera de 860 appareils sur les années 1914 et 1915 et se tassera à 360 en 1916, année de diffusion d'une nouvelle génération de matériels.

3. Victime de son succès

À la vue des succès remportés, si tous les acteurs, artillerie, aviation, télégraphie se montrent particulièrement satisfaits du service qu'ils ont réussi ensemble, ils n'en font pas moins remonter, dès le début de 1915, des problèmes et des limites qui vont devenir de plus en plus contraignants.

D'abord, les électriciens exploitants des escadrilles regrettent que tous ces appareils ne soient pas interchangeables (la moitié des connexions étant à refaire en cas de substitution), sachant que les pannes (surtout des avions) et la pénurie d'émetteurs, au moins dans les premiers temps, imposent des opérations de démontage et remontage. Ce problème s'estompera au cours de l'année au profit de l'appareil S.F.R.

Les émetteurs à vibreur précités présentent tous l'inconvénient de nécessiter la présence à bord d'une lourde batterie au plomb dont le poids est le cauchemar des aviateurs de l'époque. Par ailleurs, la présence d'acide fait courir des risques au pilote et à son observateur. Enfin, sa recharge et son entretien délicat au sol (les escadrilles ne disposaient pas encore de groupes électrogènes) constituent des handicaps sérieux. Une première idée a donc consisté à alimenter un émetteur à excitation directe S.F.R. ou Guéritot à partir d'une dynamo dont l'arbre était entraîné par une hélice mue par le mouvement de l'avion. Cette « dynamo G » (Gaumont) est restée sans avenir, mais cette idée d'alimentation autonome par machine tournante fera son chemin, comme nous le verrons par la suite.

Mais la principale difficulté provient du succès du procédé de



Figure 12. — Bobine Ropiquet, du nom de son constructeur à Amiens (Musée de Radio France, photo A. Salles).

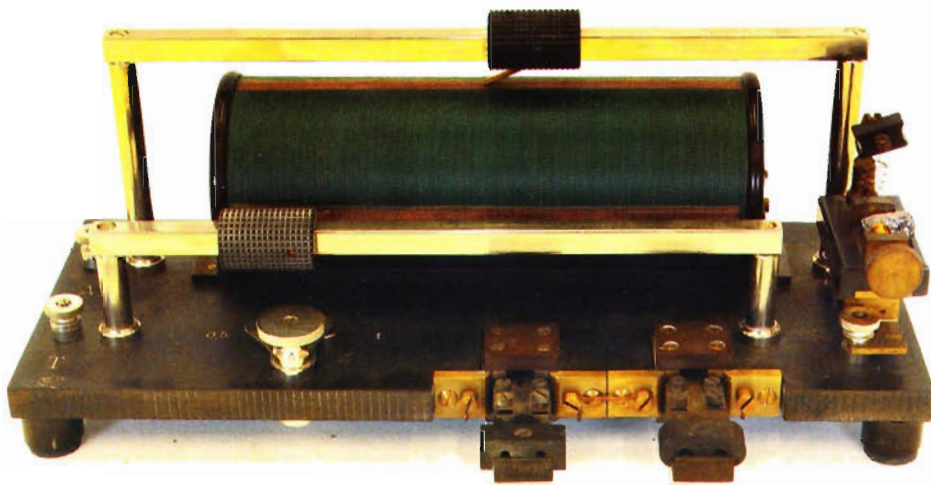


Figure 13. — L'un des premiers postes récepteurs homologués, le « Oudin vert » du nom de la couleur du fil de la bobine Oudin, c'est un récepteur à galène, on aperçoit à droite le cristal de galène monté sur son support et le fin fil qui assure le contact, l'accord se fait en déplaçant deux curseurs sur la bobine (Photo M.G.).

réglage par TSF. Il devient en effet beaucoup plus difficile de discriminer des avions de plus en plus nombreux sur une zone d'opération donnée. Les signaux d'identification envoyés par les avions résolvent en théorie le problème de l'identification de l'avion attaché à une batterie, même si celle-ci n'est pas instantanée et reste sujette à erreurs.

Cependant, si deux avions desservant des batteries différentes opèrent dans le même secteur, les

signaux qu'ils pourront transmettre (identification comprise) à celles-ci se perturberont réciproquement à la réception si les deux avions fonctionnent sur la même longueur d'onde. Il conviendrait donc de donner à deux avions voisins des longueurs d'onde différentes. Or l'excitation directe utilisée sur les émetteurs disponibles ne permet pas à la réception une séparation très nette des émissions sur des longueurs d'onde différentes, dont le nombre possible dans la gamme allouée est très faible. Reste alors à faire en sorte que les avions voisins ne transmettent jamais simultanément, d'où l'utilisation de chronographes à bord. Cette méthode partageant le temps autorisé d'émission entre deux avions d'un même CA, évoquée plus haut, a été mise en œuvre de manière très différente dans les armées (courante à exceptionnelle). D'ailleurs en 1916, alors que cette pratique est encore en service, toutes les escadrilles ne sont pas encore munies de pendules garde-temps (pendule-étalon) pour régler les chronographes. Les sapeurs radiotélégraphistes, horlogers dans le civil, ont semble-t-il bénéficié, pour l'entretien de ces appareils, d'une attention toute bienveillante des états-majors !

La discrimination par la note émise (le son perçu dans le casque du récepteur) qui sera exploitée avec

les émetteurs de la génération suivante, est difficilement mise en œuvre. Les émetteurs à vibreur ne permettent pas en effet de faire varier la tonalité d'une façon simple et suffisamment marquée (cela reste néanmoins possible, mais pas sur le terrain, avec l'appareil SFR, en changeant la lame vibrante).

4. L'écoute au sol

Le matériel de réception au sol à l'écoute de l'avion d'observation se fait sur un récepteur « passif » (pas de lampes, la lampe n'est pas encore exploitée en France), on dirait aujourd'hui un poste à galène.

Le poste est situé dans une clairière parfois dans un fourgon improvisé, le plus souvent dans un abri souterrain. Les informations reçues de l'avion sont retransmises par téléphone à la batterie.

Le modèle homologué est d'abord un récepteur avec une self du type Oudin (grosse bobine à deux curseurs montée sur un socle en ébonite), dite l'« Oudin vert » à cause de la couleur du fil gainé de coton vert de la bobine. La sensibilité est



Figure 15. — Boîte du type TM 1 bis modèle 1915 et son étiquette, c'est un montage du type Tesla qui annonce la boîte type A (Collection des Arts et Métiers, photo A. Salles).

médiocre, très dépendante du point de contact sur la galène et la sélectivité très approximative (figure 13).

Les longueurs d'onde d'émission de l'avion ayant été précisées (150 et 250 m), le modèle initial est modifié pour améliorer la réception dans cette gamme. Un nouveau modèle dit « Boîte n° 1 modèle 1915 » est présent sur le front dès le mois d'avril. Il s'agit toujours d'une bobine Oudin mais encadrant étro-

tement la seule gamme nécessaire (sic « pour empêcher les sapeurs de perdre leur temps en prenant les communiqués de presse »). Le réglage des circuits primaire et secondaire se fait par plots. Une self externe à la boîte est introduite entre la boîte et l'antenne, cette self à plots permet l'accord de l'antenne sur la longueur d'onde à recevoir (figure 14).

La même année est introduite la « Boîte n° 1 bis modèle 1915 » qui malgré son nom est très différente de la boîte n° 1. Cette boîte préfigure la future boîte A. C'est un montage du type Tesla (à couplage fixe) permettant d'accorder séparément le circuit primaire d'antenne (plus de self d'accord externe) et le circuit secondaire. Elle améliore sensiblement la sélectivité d'ensemble et simplifie les réglages (figure 15).

On peut dire que dans les conditions du réglage de tir, compte tenu de la puissance des émetteurs d'avion et de la faible distance entre celui-ci et l'antenne au sol, la réception sur écouteur est satisfaisante, sous réserve qu'un autre avion associé à une autre batterie ne vienne perturber la réception en passant à proximité de l'antenne.

L'antenne au sol est horizontale, constituée d'un fil de 60 m tendu entre deux supports de 4 ou 7 m, suivant la distance recherchée. En absence de supports naturels, des perches en bambou simples ou couplées d'une hauteur de 7 m sont utilisées.



Figure 14. — Boîte probablement du type TM 1 modèle 1915, on distingue sur le côté de la boîte la self d'accord de l'antenne, c'est toujours une bobine Oudin mais à plots, l'accord se fait par la manœuvre de deux commutateurs (Droits réservés).

5. Un avion sourd et un sol quasi muet

L'avion est sourd. Il n'existe aucun moyen d'amplification qui permettrait de sortir le signal du bruit ambiant qui règne à bord. Ce n'est pas grave, car le sol n'a pas encore grand-chose à dire ou plutôt n'a pas encore pris conscience de ce qu'il pourrait demander en plus à l'avion ou en cas contraire redoute de détourner l'attention des observateurs de leur mission principale. En ce sens, les choses commencent à bouger au début de 1915. Deux panneaux blancs sont étendus à un emplacement visible de l'observateur au moment où la batterie est prête à tirer. Cet emplacement doit rester, il le vaut mieux, non visible des avions ennemis pour ne pas révéler la position des batteries. Le jeu de signaux transmis depuis le sol est encore très rudimentaire. Les panneaux sont déployés en forme de T, si le sol « entend » l'avion sur son récepteur ou parallèlement et non jointifs si aucun signal n'est perçu. Les panneaux sont relevés quand la batterie n'a plus besoin des services de l'observateur. Le jeu d'ordres ou d'informations pouvant être transmis par panneaux s'étoffera très sensiblement par la suite. Ce moyen sera encore le seul réglementaire pour communiquer depuis le sol entre l'infanterie et l'avion, en 1939 !

La transmission optique avec projecteur au sol est aussi utilisée, tant que la méthode des panneaux ne sera pas plus développée. Cette solution se heurte en particulier à la difficulté de trouver dans le ciel l'avion avec lequel le sol veut communiquer. On imaginera donc que l'avion conviendra avant le départ d'un plan vertical défini par l'emplacement du projecteur et par un point remarquable du terrain. L'avion appellera par TSF le projecteur et viendra se placer dans ce plan s'il constate que le projecteur ne le suit plus.

6. Conclusion

Six mois ont été nécessaires pour mettre au point un matériel de TSF,

peu sujet a priori à fonctionner dans un environnement aussi hostile qu'un avion, et pour aussi imaginer des procédures sur un besoin complètement nouveau. Six mois supplémentaires permettront d'atteindre une utilisation à grande échelle. Cette opération aura nécessité une collaboration entre aviateurs, observateurs, la Télégraphie militaire et des constructeurs, mobilisés tous par une idée novatrice et encouragés par des résultats inespérés pour la plupart d'entre eux. Sa réussite est liée à l'importance donnée à l'expérimentation dès le début des travaux mais aussi à la coordination des contributions des différentes armées et à leurs valorisations.

Pourtant le système commence à faire apparaître ses limites dans les possibilités de prise en charge d'avions de plus en plus nombreux sur un secteur donné. Une nouvelle génération de matériels, à l'étude fin 1915, va porter le système à son apogée.

À suivre...

Références

1. — *Vingt-cinq années de TSF*, Société Française Radioélectrique, 1935.
2. — *La TSF au service de l'aviation*, P. Brenot, *Revue Radioélectricité*, mars 1922.
3. — *Le service télégraphique aux Armées pendant la guerre*, A. Jaubert, imprimerie Berger-Levrault, 1922.
4. — *TSF et réglage d'artillerie*, lieutenant-colonel Coutisson, *Revue du Ministère de l'Air*, juillet 1936.
5. — *La radio aérienne*, revue *La Nature* 10 avril 1920.
6. — *Les étapes de la Radiotélégraphie dans l'aviation*, Marcel Bernard, revue *Radioélectricité*, avril 1921.
7. — *Note sur le réglage de tir de l'artillerie par les avions*, ministère de la Guerre, septembre 1914 (SHD).
8. — *Instruction sur l'utilisation d'avions munis de TSF pour le réglage du tir*, J. Foch, GQG, 10 novembre 1914 (SHD).
9. — *Instruction sur l'utilisation d'avions munis de TSF pour le réglage du tir*, général Belin, GQG, 15 février 1915 (SHD).
10. — *Rapports des détachements radiotélégraphiques des différentes Armées*, 1914, 1915, 1916 (SHD).
11. — *Notice concernant les postes de télégraphie sans fil pour avion*, TSF n° 1 (SHD).
12. — *Note sur les antennes et les récepteurs des postes d'écoute d'avions*, GQG, 4 mai 1915 (SHD).

Une pile qui agrippe

par Michel Guy

Vous avez fini la mise en coffret de votre montage et il ne vous reste qu'à caser la pile. Comme souvent, elle va probablement « flotter » dans le boîtier et il faut étudier une façon de la caler judicieusement. Or vous n'avez pas de boîtier pour pile, pas de clips, pas de cale, pas de ressort, pas d'idée...

Inutile de sortir la perceuse, la colle, les vis car pour une fois (!) votre épouse va peut-être venir à votre secours si elle possède comme la mienne dans sa trousse de couture ce ruban auto-agrippant adhésif, scratch ou Velcro®¹. Il suffit d'en découper deux morceaux de taille identique, d'en coller un sur une face de la pile et l'autre en vis à vis sur le coffret. Il reste à faire coïncider les deux faces du Velcro® pour avoir un agrippage maximal.

Cette solution est invisible, rapide, efficace et peu coûteuse. Et pour changer la pile l'agrippage est réversible !

N'oubliez pas de remercier Madame pour sa contribution !



1. — Se présente sous la forme de deux rubans distincts : un VELours, l'autre CROchets.