UNIVERSITÉ PARIS 1
PANTHÉON SORBONNE

Master Histoire des Techniques

UFR 09

Mémoire de Master

Les liaisons entre le sol et l'avion durant la Première Guerre mondiale : naissance et évolution

HEDIN Arnaud

Sous la direction de Mme Anne-Françoise GARÇON

2015-2016

Remerciements

Je tiens particulièrement à remercier ma famille la plus proche qui m'a soutenu et motivé dans ces recherches.

Je souhaite aussi remercier le Capitaine Christian Brun et l'ensemble de la section histoire du Centre de Recherche de l'armée de l'Air (CREA) de Salon de Provence.

Merci Nadège.

Abréviations

ALGP : Artillerie Lourde à Grande Portée

Btn : Bataillon

C.A : Corps d'Armée.

DCA : défense contre avion

DI : division d'infanterie

GQG : Grand Quartier Général.

P.C : Poste de Commandement.

RFC : Royal Flying Corps

RNAS : Royan Navy Air Service

Serv Aéro : Service Aéronautique

SHD : Service Historique de la Défense.

Teleg : Télégraphie

.

Table des matières

1. Introduction 7

2. Perspective historiographique relative au sujet 11

1) L'historiographie de la Première Guerre mondiale 11

2) L'historiographie de l'aéronautique militaire 13

3) L'histoire des techniques et la Première Guerre mondiale. 16

3. Présentation des sources 19

1) Sources archivistiques 19

a) Service Historique de la Défense de Vincennes 19

b) Service Historique de la Défense de Châtellerault 24

c) Le musée du 8ème régiment des transmissions du Mont-Valérien. 24

d) Les Armées françaises pendant la Grande Guerre (AFGG) 24

2) Présentation des sources orales 25

3) Présentation des sources disponibles sur internet 28

4. Bibliographie 32

1) Outils de travail et de recherche 32

2) Ouvrages sur la Première Guerre Mondiale 33

3) Ouvrages sur l'Aéronautique 34

4) Ouvrages sur l'aéronautique durant la Première Guerre Mondiale 34

5) Biographies 36

6) Relation aviation et autres armes 36

7) Histoire des techniques 37

8) Communications 38

5. Les liaisons : leurs utilisations et leurs contraintes 39

1) Définition de la liaison 39

2) Son emploi 42

a) La cavalerie 42

b) L'infanterie 44

c) L'artillerie 48

3) Les contraintes 55

a) Pour le « segment » sol 55
b) Pour la liaison 59
c) Pour l'avion 67
6. Moyens mis en place pour les liaisons 71
1) Moyens premiers 71
a) Geste 71
b) Utilisation des moyens sonores 72
c) Jets de messages 74
2) Des moyens visuels codifiés 78
a) Etablissement de la liaison : la phase d'identification 78
b) La phase de dialogue 85
c) Les moyens de jalonnement 98
3) Les moyens radios 102
a) Les premiers pas 102
b) Un nouveau moyen pour l'artillerie 104
c) Les alternateurs 117
d) Le début de l'électronique 121
7. Les moyens humains et intellectuels 126
1) Les hommes 126
a) Les hommes au front. 126
b) Les hommes de l'arrière 134
2) La transmission des savoirs 137
a) les conditions 137
b) La formation initiale 139
c) La formation continue 144
3) Les structures 149
8. Conclusion 154
9. Annexes 157
1) Extrait des témoignages oraux du Service Historique de la Défense 157
2) Rouet d'antenne 160
3) Plan d'organisation de la TSF avant une offensive 1916 161
4) Code de signaux de trois lettres 162
5) Alternateur : Photo issue de l'Illustration 163
6) Les souvenirs matériels de guerre du sergent radio Boureau 164

7) Le jalonnement en 1918, photos de l'Illustration 165

1. Introduction

Tout d'abord, je trouve nécessaire une courte présentation personnelle pour mieux comprendre le choix de mon sujet.

Lorsque j'ai décidé de poursuivre mes études et donc de m'inscrire en master de recherche, il m'a fallu trouver un sujet qui puisse apporter quelque chose de nouveau à la recherche historique, à mon humble niveau, mais qui, aussi, puisse tout simplement me toucher, me parler et donc me motiver.

Depuis maintenant plus de 20 ans, ma carrière professionnelle, au sein de l'armée de l'Air, m'a amené à participer en tant que sous-officier technicien en télécommunications à des opérations aériennes sur le territoire national mais aussi en opération extérieure.

J'ai ainsi participé à des déploiements réguliers dans des zones de crise et de guerre (Italie, Ex-Yougoslavie, Afghanistan, Tadjikistan et Chypre). L'évolution de ma carrière m'a aussi permis de participer à l'élaboration et au suivi du déploiement de systèmes de télécommunications au profit d'unités aériennes en France et à l'étranger (Islande, Allemagne, Italie, Belgique, Norvège, Arabie Saoudite et Etats-Unis). J'ai ainsi pu mesurer directement l'importance prise dans le fonctionnement des armées occidentales, aussi bien en période de crise que dans les opérations quotidiennes et habituelles, de l'arme aérienne. Or, ces avions ou drones ne sont absolument pas seuls lorsqu'ils ont décollé d'une base aérienne. Un lien invisible relie ces personnels navigants aux hommes et femmes restés au sol. Il leur permet de communiquer, de se diriger et d'être à tout moment capable de modifier leur mouvement afin de s'adapter à un changement de situation.

De plus, la période qui couvre le centenaire de la Première Guerre mondiale est souvent présente dans l'actualité et offre donc une opportunité de s'intéresser sur cette période qui est aussi considérée comme l'acte fondateur de l'armée de l'Air tirant nombre de ses traditions de cette époque même si la création de cette armée n'interviendra qu'en 1934. En outre, et c'est pourquoi il me semble intéressant de placer un sujet de ce type dans l'histoire des techniques, l'arme aérienne étant par nature une arme technique.

En effet, l'importance de la qualité technique d'un avion, on parle plus encore aujourd'hui d'un système d'arme, est prépondérante et indispensable pour assurer son efficacité. Les progrès techniques donnent un avantage considérable que le nombre ne peut

que difficilement contrer. Ainsi, la maniabilité, la puissance, la vitesse, l'autonomie et l'armement sont parmi les caractéristiques d'un avion directement liées à sa réussite. A contrario de l'armée de Terre[1] ou de la Marine, il n'est pas possible pour une armée de l'air de préparer une guerre et d'aller au combat avec des équipements datant d'un précèdent conflit. L'aviation nécessite une recherche, une évolution, une innovation technique constante afin de garantir son efficacité. Cet aspect est d'autant plus réel et évident durant les périodes de guerre, en particulier durant les deux guerres mondiales, où les progrès techniques furent nombreux et améliorent de façon irréversible la façon d'utiliser l'arme aérienne. Cependant, une armée ne vaut pas seulement pas ses armes mais aussi par les hommes et les femmes qui la composent. Ainsi, l'armée de l'Air est composée de pilotes, de personnels navigants qualifiés mais aussi de techniciens, de mécaniciens qui doivent mettre en œuvre les avions et tout le support nécessaire à la mission. Cette arme puis cette armée baignent donc naturellement dans la technique depuis les premiers vols et les premiers combats jusqu'à aujourd'hui. Pour preuve, les termes employés, en 2014, par le chef d'état-major de l'époque, le Général Denis Mercier : « L'aviation est née de l'innovation, et l'armée de l'Air produit de l'innovation au quotidien, dans des domaines qui ne se limitent pas aux seules technologies. Cette innovation fait partie de notre identité et donc de notre patrimoine »[2].

En outre, l'Aéronautique militaire française connait une croissance importante durant la guerre. Elle passe ainsi d'une dizaine d'escadrilles au début du conflit à près de 260 à l'armistice sur le front occidental. Il m'a semblé intéressant, puisque mes recherches préparatoires ne m'ont pas permis de trouver trace d'un travail universitaire sur ce sujet, de m'orienter vers ce lien qui relie, de façon temporaire ou non, l'avion avec le sol. Bien évidemment, l'homme a déjà communiqué et continuera à le faire, à cette époque, avec d'autres hommes situés dans un plus léger que l'air (ballon captif)[3] ou plus lourd (dirigeable).

Cependant, l'avion connait un développement continu dans ses capacités mais aussi dans son utilisation. Les autres moyens aériens utilisés pendant la guerre n'ont pas eu la même empreinte sur le cours de la guerre et leur emploi se réduit jusqu'à disparaitre. Ainsi, les premiers mois de la Grande Guerre, en particulier pour les forces françaises, montrent toutes les nouvelles possibilités offertes par l'emploi des avions. Le combat aérien avec la

[1] En 1940, le canon de 75 équipe encore l'arme de terre et durant la guerre du Golfe en 1991, la marine américaine utilise un cuirassé, classe Iowa, datant de la Deuxième Guerre mondiale.
[2] FACON Patrick, *Innovation et invention: les militaires français face à l'avènement de l'aviation*, Epidosis, CESA, Paris, 2014
[3] Au Tonkin en 1884 et à Madagascar en 1895.

première victoire aérienne (25 octobre 1914), le bombardement sur les troupes (fléchettes et bombes artisanales) ou les infrastructures (bombardement sur les hangars Zeppelin de Metz-Frescaty le 14 août 1914) et enfin le réglage du tir d'une artillerie de plus en plus importante au fur et à mesure de la stabilisation du front. Ces nouveautés sont rapidement assimilées par les escadrilles mais aussi par le grand commandement qui modifie ses instructions au vu des rapports et des comptes rendus remontant du front[4].

> « L'aviation n'est pas seulement, comme on avait pu le supposer autrefois, un instrument de reconnaissance. Elle s'est rendue, sinon indispensable, du moins extrêmement utile pour le réglage du tir de l'artillerie. Elle a montré en outre que par le lancement de projectiles à explosifs puissants, elle était en mesure d'agir comme une comme une arme offensive, soit pour des missions éloignées, soit en liaison avec les autres troupes. Enfin, elle a encore le devoir de pourchasser et de détruire les avions ennemis. »[5]
>
> Général Joffre, le 10 novembre 1914.

Or, cette prise de conscience des capacités militaires, opérationnelles de l'aviation entraine une recherche constante de nouveaux moyens techniques mais aussi de concepts d'emploi novateurs afin d'améliorer son efficacité. Elle n'est pas non plus complétement une surprise pour les différentes armées. En effet, les différentes grandes manœuvres[6], ouvertes et commentées par des observateurs, qui précèdent le début de la guerre sont, pour ceux qui veulent bien y prêter attention, l'occasion de monter les formidables possibilités offertes par l'appropriation de la 3ème dimension par des avions. Ainsi le Général Roques, dans un rapport au ministère de la Guerre du 14 octobre 1910, rend compte des manœuvres de septembre 1910 en ces termes « Les aéroplanes sont aussi indispensables aux armées que les canons et les fusils. C'est une vérité qu'il faut admettre de bon gré, sous peine d'avoir à la subir de force ».

D'autre part, l'étude des liaisons entre le sol et l'avion s'intègre dans cette période, cette époque où la technique est souvent l'initiatrice de découvertes scientifiques. Ainsi, comme le souligne Maurice Daumas dans sa préface générale à l'Histoire générale des techniques « Les premiers moteurs à explosion ont fonctionné sans l'aide de la thermodynamique, les premiers avions ont volé sans celle de l'aérodynamique [et] la science

[4] Questionnaire du 7 Septembre 1914, relatif aux procédés employés par les avions français au service de l'artillerie, SHD 1A301.
[5] Note au sujet du fonctionnement de l'aviation, direction du service aéronautique, n°4386, GQG du 10 novembre 1914, SHD 1A87.
[6]

de la radioélectricité est née après les premières émissions de télégraphie sans fil »[7]. Cette période d'avant-guerre et plus encore durant la guerre est donc fort propice au développement des techniques réalisées par des ingénieurs, des inventeurs qui par la force de l'expérience augmentent les capacités de leur objet. La plus belle image est celle de ces « formidables fous volants » et les images de leurs inventions, plus ou moins couronnées de succès, qui nous sont parvenues. Les calculs existent dans tous ces domaines où la physique et les mathématiques règnent : ce ne sont pratiquement jamais des élucubrations de « fous » mais bien des expériences scientifiques. Ainsi, les avancées techniques se font après des essais qui sont analysés. Les travaux de Ferrié, Eiffel, Brandtl, Marconi, Lee de Forest et Les frères Wright, pour ne citer que quelque uns, ont servi de base à de nombreux chercheurs.

Ainsi, il m'a semblé intéressant d'essayer de caractériser cette évolution fulgurante de l'aéronautique militaire, au cours de cette guerre, au travers, non pas de ses composantes (chasse, bombardement et reconnaissance), mais par un élément invisible, immatériel. Cette liaison entre le sol et l'avion, profondément déséquilibrée, s'appui des moyens techniques qui ne cessent d'évoluer et qui font appel aux dernières technologies de l'époque. On peut ainsi se poser la question de savoir en quoi la naissance et le développement de cette liaison sont fondamentaux et fondateurs de l'émergence de cette nouvelle façon de faire la guerre.

Nous allons tout d'abord, définir cette liaison au travers de son emploi et de ses contraintes puis étudier les différents moyens techniques et leurs évolutions mis en œuvre tout au long de la guerre et enfin les moyens humains ainsi que les implications de cette évolution.

[7] DAUMAS Maurice, *Histoire générale des techniques tome1 : Des origines au XVème siècle*, Quadrige PUF, Paris, 1ère édition 1962, 1996, p XII.

2. Perspective historiographique relative au sujet

1) L'historiographie de la Première Guerre mondiale

Tout d'abord, la volonté d'écrire l'histoire de cette Grande Guerre[8] commence pendant les combats. Cela s'est accentué après la signature du traité de paix de Versailles le 28 juin 1919. L'historiographie de la Première Guerre mondiale commence tout d'abord par un aspect factuel. En effet la recherche de la justification de ce cataclysme donc des responsabilités, est entre les deux guerres mise en avant. Il s'agit d'essayer d'expliquer, voire de justifier cette terrible et longue guerre mondiale qui a frappé particulièrement l'ensemble de l'Europe et dont les principales opérations militaires se déroulèrent sur le territoire français. Les morts[9], les blessés[10] et les destructions matérielles[11], ne peuvent avoir été inutiles.

Ce courant est représenté par deux grands historiens, deux anciens combattants, dont les travaux sont encore des références. Ainsi, Pierre Renouvin[12] et Jules Isaac[13] fondent leurs travaux sur les sources à leur disposition pour tenter de répondre aux questions de ce temps, c'est à dire principalement « Qui porte la responsabilité du déclenchement de cette guerre ? » Ils s'appuient en particulier sur les documents d'origine diplomatique mais aussi sur les notes et les témoignages directs des grands hommes politiques et militaires. En effet, les décideurs, qu'ils soient présidents, ministres, maréchaux ou généraux, ont pour la France la responsabilité de la conduite de la guerre, donc de la victoire finale. Ils sont, entre les deux guerres, les images, voir les icônes, de la victoire contre l'Allemagne de la France et du Royaume-Uni. Cette histoire, principalement nationale, voire officielle, est la norme, car la critique reste limitée. Cette « vue d'en haut », c'est-à-dire la vision de cette guerre au travers des aspects diplomatiques, stratégiques et politiques est privilégiée dans la majorité des

[8] Date de 1915 : PROST Antoine & WINTER Jay, *Penser la Grande Guerre*, *Un essai d'historiographie,* Paris, Seuil, 2004, p16.
[9] 900 français tués en moyenne par jour durant la guerre, AUDOIN-ROUZEAU Stéphane et BECKER Annette, *La Grande Guerre*, Paris, Découvertes Gallimard, 1998, p 15.
[10] Physiques mais aussi psychiques (névrose de guerre ou obusite que l'on redécouvre aujourd'hui sous le terme de syndromes post-traumatiques).
[11] 2500000 hectares de terres agricoles dévastées, 62000 km de route, 2000 km de canaux, 5000 km de voie ferrées et des centaines de milliers de bâtiments détruits, AUDOIN-ROUZEAU Stéphane et BECKER Jean-Jacques, *Encyclopédie de la Grande Guerre*, Paris, Bayard 2004, Edition revue et corrigée Perrin 2012 , Tome II p 779, sans oublier les zones rouges encore de nos jours inaccessibles.
[12] *Les origines immédiates de la guerre (28 juin-4 août 1914)*, Paris, A.Costes, 1927,279p.
[13] *Un débat historique, le problème des origines de la guerre*, Paris, Rieder, 1933,271p.

travaux historiques de l'entre-deux-guerres alors que, chance rare, les historiens disposent de témoins, donc de leurs témoignages directs.

Ainsi, il nous faut ici parler de l'utilisation des récits de guerre et des témoignages des combattants qui ont fait l'objet d'une étude critique de la part de l'ancien combattant Jean Norton Cru[14]. En effet, durant et encore plus au sortir de la guerre, les romans censés raconter et faire partager l'atmosphère des combats, la vie quotidienne et les sentiments des « poilus » fleurissent dans les librairies et les halls de gares. Son travail, innovant, basé sur sa propre expérience (faiblesse ?) tente de valider chaque témoignage, histoire, papiers personnels ou compte-rendu. Il s'appuie sur le langage, la tournure des phrases, le vocabulaire, les lieux, les habitudes et la façon de vivre. Son travail fut, et reste, l'objet de critiques et louanges[15].

Cette période est ainsi caractérisée par une historiographie nationale où l'exaltation des valeurs ne doit pas faire oublier les sacrifices des soldats français.

Après la Deuxième Guerre mondiale, encore plus longue, violente, destructrice, meurtrière et totale, la politique revient en force dans l'étude historiographique de la Grande Guerre. En effet, durant les années 1960 et 1970, les couloirs des facultés françaises sont influencés par la pensée marxiste. Il s'agit d'opposer la pensée de Clausewitz : « La guerre est l'aboutissement de la politique » à celle de Marx : « La guerre est le stade ultime de l'impérialisme ». Dès lors, la recherche des causes, des évolutions et des conséquences sociales sont des nouveaux champs d'études pour une nouvelle génération d'historiens. Ainsi, l'économie fait elle son entrée dans les études concernant la Grande Guerre. Enfin, l'ouverture de certaines archives personnelles et militaires permet une critique et une contestation du rôle du commandement dans la conduite des opérations. De la même manière, l'action des chefs est replacée dans un cadre plus vaste, *plus gris*[16] où les biographies[17] ont toute leur place.

Depuis la fin des années 1980, cette historiographie laisse place à une histoire plus proche des hommes où les différentes classes de la société en guerre, dans son ensemble, sont analysées. Tout d'abord, une des réflexions qui marque la période est celle du consentement

[14] CRU Jean Norton, *Témoins, Essai d'analyse et de critique des souvenirs de combattants édités en français de 1915 à 1928*, Paris, Les Étincelles, 1929, 727 p. [2e édition en fac-similé, Presses universitaires de Nancy, 1993].
[15] ROUSSEAU Frédéric, *Le procès des témoins de la Grande Guerre. L'affaire Norton Cru*, Paris, Seuil, 2003, 315 pages.
[16] PROST Antoine & WINTER Jay, *Penser la Grande Guerre*, *Un essai d'historiographie,* Paris, Seuil, 2004.
[17] En particulier, PEDRONCINI Guy, *Pétain, général en chef 1917-1918*, Paris, Presses universitaires de France, 1974 ; 2e édition 1997.

des combattants à cette guerre mais aussi celui de la société entière. En clair, comment ces hommes et ces femmes ont-ils pu endurer, que ce soit dans les tranchées ou dans l'attente et la difficulté de la vie quotidienne, l'horreur de cette Première Guerre mondiale ? Ainsi, la notion de culture de guerre[18] fait son apparition, engendrant un élargissement massif du champ de recherches et d'analyses consacrés à la Grande Guerre. En effet, l'historiographie ne saurait aujourd'hui se limiter seulement aux aspects politiques, militaires ou diplomatiques car « plus nous approchons du XXIème siècle, plus la Grande Guerre de 1914-1918 nous apparait comme incompréhensible »[19] . Que dire maintenant que nous célébrons son centenaire ?

Pour répondre à cette incompréhension de nombreux champs de recherche se sont ouverts. Les groupes sociaux (refugiés, enfants, musiciens[20]…) mais aussi les lieux (tranchées[21], lieux de mémoires[22]), les témoignages (journaux de tranchées, cartes postales …), le vocabulaire[23] , « les conditions de la vie matérielle, le logement, le manger et le boire entrent de plein droit dans l'histoire et que les sentiments, les émotions, les perceptions les y suivent»[24]sont mis à contribution dans l'historiographie moderne. Ces instruments doivent permettre à l'historien de comprendre, sans juger, la Grande Guerre de manière générale au travers les grandes batailles qui jalonnent cette période.

2) L'historiographie de l'aéronautique militaire

Il me faut aussi parler de l'historiographie de l'aéronautique militaire, sujet central de mon sujet. Tout d'abord, il semblerait que l'étude historique de l'aéronautique militaire durant la Première Guerre mondiale ne soit pas une discipline de prédilection des historiens spécialistes[25] de cette période mais réservée à un petit groupe d'initiés. Bien sûr, l'aviation n'est qu'un aspect de la guerre parmi tant d'autres, mais son importance est loin d'être

[18] AUDOIN-ROUZEAU Stéphane et BECKER Annette, *14-18, Retrouver la guerre*, Paris, Folio-histoire, 2003,214p.
[19] DUROSELLE Jean-Baptiste, *La Grande Guerre des Français*, Paris, Perrin, 1994, 515p.
[20] AUDOIN-ROUZEAU Stéphane & BUCH Esteban & CHIMENES Myriam & DUROSOIR Georgie (direction scientifique), *La Grande Guerre des musiciens*, Symétrie, 2009, 256 p.
[21] AUDOIN-ROUZEAU Stéphane, *Les combattants des tranchées*, Paris, Armand Colin, 1986.
[22] BECKER Annette, *Les monuments aux morts, mémoire de la guerre*, Paris, Errance, 1988, 158p.
[23] ROYNETTE Odile, *Les mots des tranchées*, Paris, Armand Colin, 2010,286p.
[24] PROST Antoine & WINTER Jay*, Penser la Grande Guerre, Un essai d'historiographie,* Paris, Seuil, 2004, p 112.
[25] L'article concernant l'aviation dans l'Encyclopédie *de la Grande Guerre*, de AUDOIN-ROUZEAU Stéphane et BECKER Jean-Jacques Paris, Perrin, 2004, 1804p, ne représente que 17 pages et dans celui-ci, elle est regroupée avec les chars de combat.

négligeable dans les opérations, sur les mentalités de l'époque, et surtout, son développement marque, encore de nos jours, que cela soit dans son utilisation militaire ou civile, notre époque. Ainsi, l'arme aérienne est devenue, aujourd'hui, prépondérante et indispensable dans les conflits modernes car elle permet de minimiser l'envoi de troupes au sol, d'apporter un soutien rapide, souvent décisif, et de rendre possible l'envoi à l'autre bout du monde d'une force opérationnelle.

En outre, il nous faut citer le travail remarquable, peut-être le plus complet et moderne, de Lee Kennet sur la première guerre mondiale. Son travail représente une analyse complète de l'évolution de l'aviation au cours de cette période. Il dresse aussi un tableau européen de cette nouvelle arme (pour un auteur anglo-saxon, il n'oublie pas que la première flotte aérienne de la guerre est celle de la France), et présente aussi un des aspects, important mais souvent négligé, qu'est le recrutement des pilotes ainsi que leur formation. Une des spécificités de l'aviation est sa grande technicité mais aussi l'importance des qualités physiques (résistance au froid, aux changements d'altitude), psychologiques (il ne faut pas oublier que l'Homme découvre après des siècles de rêves et de recherches, le monde des oiseaux) et surtout psychomotrices (un avion se pilote avec les mains et les pieds tandis que l'œil doit être toujours aux aguets). En clair, on peut s'improviser pilote civil mais un pilote militaire, sans tendances suicidaires, qui souhaite réellement combattre doit posséder au minimum ces quelques qualités. On n'échange pas un cheval pour un avion même si celui-ci peut se cabrer… Ainsi, les personnels navigants de l'aéronautique militaire sont décrits comme des soldats à part entière.

Malgré tout, le soldat symbole de la Première Guerre mondiale est le Poilu, ce qui est, vu le sacrifice de ceux-ci, parfaitement compréhensible et normal. C'est un fantassin qui combat dans les tranchées, les pieds dans la boue, meurt d'une rafale de mitrailleuse en montant à l'attaque ou bien est déchiqueté par l'explosion d'un obus ou encore blessé et défiguré à jamais. Le personnel de l'aéronautique militaire est quant à lui représenté, tout au long du conflit, par la figure héroïque[26] du pilote. Cet état de fait continue encore de nos jours, ainsi « la mémoire collective ne conserve que l'image d'un Guynemer[27], d'un Fonck[28], d'un Nungesser[29] bref celle des grand as[30] »[31]. Ceci est vrai du côté français mais les exploits du

[26] L'exemple même de cela est : BORDEAUX Henri, *Le chevalier de l'air. Vie héroïque de GUYNEMER*, éditions PLON, Paris, 1934,306 p.
[27] 53 victoires, mort au combat le 11 septembre 1917
[28] 75 victoires, as des as français
[29] 43 victoires, disparu en mer le 8 mai 1927 en tentant de traverser l'Atlantique nord

célèbre Baron rouge[32] allemand restent eux aussi gravés dans la mémoire collective de la première guerre mondiale. Ainsi, l'image du combattant de l'aviation militaire est assez mal connue, elle est camouflée derrière la représentation partielle, on pourrait parler de l'image d'Epinal, du pilote, en particulier celle du pilote de chasse.

Cette façon de représenter les militaires qui portent des ailes sur leurs tenues a été amplifiée, dès la fin de l'année 1916, par une revue qui leur était entièrement consacrée : « La Guerre Aérienne »[33]. Elle fut un vecteur important de la propagation de l'image d'un aviateur, en particulier le pilote de chasse, individualiste[34], et ceci quelle que soit sa nationalité. Elle est aussi une source importante pour tenter de comprendre la vie sur les terrains d'aviation, illustrée par une petite bande dessinée[35] racontant la vie et les péripéties d'un observateur, encore amplifiée par la publication des témoignages de Marcel Jeanjean[36]. Cette revue fût pour beaucoup dans la création du mythe de ce « chevalier du ciel » duquel, encore aujourd'hui, il est difficile de se détacher, à croire que même l'institution, à savoir l'armée de l'Air, veuille conserver cette image du pilote au-dessus de tout le monde.

Cependant, l'ex-Service Historique de l'Armée de l'Air (le fameux SHAA, inclus dans le Service Historique de la Défense en 2005) fut un refuge et un lieu d'étude pour nombre de chercheurs qui ont permis d'analyser et de comprendre les évolutions successives de cette simple arme, que tout le monde[37] souhaitait garder sous sa coupe, vers une véritable Armée de l'Air indépendante.

Tout d'abord, ce service historique est dirigé par le Général Christienne[38] (1974-1985) qui permit d'innover en matière de recherches et de collectes de sources car en lançant dès la fin des années 70 la collecte d'archives orales, en particulier celles des anciens combattants de la Grande Guerre. Son principal objectif est de « compléter des fonds lacunaires notamment

---

[30] On devient un as après sa cinquième victoire aérienne homologuée

[31] FACON Patrick, Mémoire de la grande guerre, Témoins et Témoignages, Actes du colloque de Verdun 1986, Nancy, Presse Universitaire de Nancy, 1986, p171.

[32] 80 victoires, Manfred Von Richthofen, as des as de la première guerre mondiale, mort au combat le 21 avril 1918

[33] Dirigée par Jacques Mortane, elle se présente comme un hebdomadaire. Le premier numéro parait en novembre 1916 et le dernier le 30 janvier 1919 soit 116 numéros.

[34] 61 % des articles sont consacrés à des individus, DOURNEL Jean-Pierre, *L'image de l'aviateur français, 1914-1918 : une étude du milieu des aviateurs d'après la revue « la guerre aérienne »*, Vincennes, RHA n°4, 1975.

[35] Ecrite par le sergent mitrailleur Fernand Billard.

[36] « La vie en escadrille 14-18 »

[37] La Marine Nationale conserve encore de nos jours son aviation : l'aéronautique navale

[38] CHRISTIENNE Charles et LISSARAGUE Pierre, *Histoire de l'aviation militaire Française*, Paris, Lavauzelle, 1980, 558p

celui de la Première Guerre mondiale ; expliquer la production de notes officielles ; enfin saisir la mentalité, les attitudes et les aspirations de la société des aviateurs militaires »[39]. Ensuite, le principal historien de l'armée de l'Air est Patrick Facon[40] dont les travaux font références[41] pour qui souhaite l'étudier. En effet, il retrace de façon claire et didactique les différentes étapes qui mènent à l'indépendance de celle-ci. L'aéronautique et en particulier son aviation a depuis ses premiers pas attiré l'attention et l'envie de ceux qui se sont rendu compte des possibilités et des résultats conséquents de la 3ème dimension. Les luttes d'influence ne permettent la création de l'armée de l'Air qu'en 1934 même si ses forces, en particulier celles liées au soutien direct des troupes, dépendent encore de l'armée de l'Air[42] durant la campagne de France en 1940. D'une autre manière, les études sur l'aviation, en particulier sur la première guerre mondiale, portent sur son emploi et la création et l'évolution de ses doctrines[43].Il nous faut citer aussi les travaux de Guy Carlier[44] qui s'est plus penché sur la façon dont l'aviation naissante est utilisée (nous parlons ici plus d'un aspect opérationnel, tactique et stratégique qu'humain). Ainsi, les études sur l'aviation portent le plus souvent possible sur son emploi et donc sur la partie la plus voyante c'est-à-dire ses avions. Néanmoins, il ne faut pas oublier que ces appareils nécessitent, de tout temps, des infrastructures et des hommes pour que leur efficacité soit maximum.

3) L'histoire des techniques et la Première Guerre mondiale.

On le voit bien l'histoire de la Première Guerre mondiale a été couverte sous bien des aspects. Cependant, à la lecture des différentes bibliographies[45], l'histoire des techniques n'a pas encore trouvé toute sa place dans la recherche contemporaine. Ainsi, l'histoire des matériels militaires utilisés par les combattants n'est pas encore devenue une importante source de recherches. Il est cependant commun et admis de parler des découvertes, de la

[39] DESCAMPS Florence, *Les sources orales et l'histoire : récits de vie, entretiens, témoignages oraux*, Bréal, Rosny, 2006, p65.
[40] Décédé le 30 mai 2016..
[41] FACON Patrick, Histoire de l'armée de l'Air, Paris, La documentation française, 2009, 558p.
[42] Elle n'obtiendra sa pleine et entière autonomie qu'avec le développement des forces nucléaires françaises, en particulier, encore aujourd'hui, avec la composante aérienne de la dissuasion nucléaire.
[43] DE LESPINOIS Jérôme, La doctrine des forces aériennes françaises 1912-1976, Paris, La documentation française, 2010, 407p.
[44] CARLIER Guy, L'évolution du concept de supériorité aérienne pendant la première guerre mondiale, Vincennes, SHAA, 1974, 23p.
[45] BECKER Jean-Jacques, *Bibliographie et origines de la guerre in La Grande Guerre 1914-1918 80 ans d'historiographie et de représentations Colloque international Montpellier 1998*, Université Paul Valéry Montpellier III, p15-144.

nouvelle façon de combattre grâce à l'utilisation d'armes nouvelles[46]. Il est difficile de faire abstraction des innovations techniques qui modifient profondément le visage de cette guerre et des suivantes. On pense ici, en particulier, à l'avion, au char et aux gaz de combat. Il est remarquable de noter le peu d'intérêt porté, dans des travaux de recherches, à ces objets techniques et à ces systèmes de combat. Ainsi leur conception, leurs évolutions constantes, leur application au sein des forces armées ne sont guère étudiés. Bien évidemment des travaux existent sur la partie industrielle nécessaire à la production de ces armes[47] et sur la mobilisation entière de l'industrie française[48]. Cependant, des travaux récents en France, en particulier dans l'aéronautique[49], et à l'étranger [50]commencent à s'intéresser à cette période. En outre, un autre aspect de ces innovations techniques réside dans la place occupée par les décideurs politiques. Les différents organes politiques aiment ainsi garder un contrôle, indispensable et nécessaire, de gestion des inventeurs, des chercheurs et de leurs relations avec les politiques, les industriels[51] et les militaires.

Enfin, la relation « intime » entre ces combattants et leur arme ne se retrouve pas entièrement dans les différents travaux de recherches. Ce lien mériterait, tout particulièrement dans l'aéronautique naissante et en particulier au travers de la relation pilote-mécanicien-avion, une plus grande attention. On le voit bien : la technique a toute sa place dans l'historiographie de la Première Guerre mondiale, elle a surtout beaucoup de champs à défricher car cette guerre, en particulier sur le front occidental, est avant tout une guerre de matériel où le vainqueur est celui qui réussit à concentrer, à ravitailler le plus de canons possibles pour permettre à l'infanterie d'avancer et d'occuper le terrain. Les charges d'infanterie et de cavalerie, l'offensive à outrance sont rendues improductives face à la puissance de feu destructrice de l'artillerie et des mitrailleuses. Les armes dites savantes artillerie, génie et par extension l'aéronautique sont celles dont le poids en matière d'effectifs

[46]Sous la direction de Claude Carlier et Guy Pedroncini, *1916 L'émergence des armes nouvelles,* Paris, Economica, 1997.
[47] CHADEAU Emmanuel, *L'industrie française d'aviation à la veille de la première guerre mondiale*, RHA n° 1 et 2 21p et 26p.
[48] PORTE Rémy, *La mobilisation industrielle « premier front » de la Grande Guerre ?*, Soteca 14-18 Editions, paris, 2005, 365p.
[49] WECKERLE Marion, *L'hydraviation allemande et austro-hongroise dans la Première Guerre mondiale*, Mémoire de Master 2 sous la direction d'Anne-Françoise Garçon, 2015.
[50] BRUTON Elizabeth, Article à paraitre sur la liaison radio entre l'avion et le sol au cours de la Première Guerre mondiale dans Le Royal Flying Corps.
[51] GALVEZ-BEHAR Gabriel, *Le savant, l'inventeur et le politique le rôle du sous-secrétariat d'état aux inventions durant la première guerre mondiale*, Vingtième Siècle. Revue d'histoire 2005/1 (no85), p. 103-117 et ROUSSEL Yves, *L'histoire d'une politiques de inventions 1887-1918*, Cahiers pour l'histoire du CNRS 1983 37p.

mais aussi d'importance dans l'issue des actions offensives et défensives augmente tout au long de la guerre.

Ainsi, l'histoire des techniques a toute sa place dans le champ historiographique de cette guerre. Les témoins ont disparu, les lieux s'estompent et les archives de tous les pays sont largement inventoriées. Il ne reste donc plus qu'à tenter de faire « parler » les différents objets et complexes techniques qui se sont développés et qui encore aujourd'hui existent encore .Cependant, cette histoire des techniques ne doit ni être exclusivement réservée à des techniciens des armes ni se pencher seulement sur l'histoire militaire mais elle se doit de prendre en compte le mouvement, les changements, les circonstances et la spécificité d'une période militaire. Cette approche peut nous aider à comprendre comment des hommes ont pu mener une guerre totale durant plus de quatre ans et comme le souligne Christophe Prochasson[52] :

« La nouvelle histoire des techniques, partant de l'étude d'un objet pour en saisir tous les effets, culturels, sociaux et économiques, prend tout son sens du point de vue d'une histoire culturelle du fait militaire ».

[52] PROCHASSON Christophe, *14-18 Retours d'expériences*, Paris, Tallandier, 2008, p65.

3. Présentation des sources

1) Sources archivistiques

a) Service Historique de la Défense de Vincennes

Je me suis concentré sur la série A du service historique de la défense. Ce fonds regroupe toutes les archives issues aussi bien de l'aérostation que de l'aviation pendant la Première Guerre mondiale. Il regroupe des sources sur l'organisation de l'aéronautique militaire française, sur les effectifs et sur son emploi. D'autre part, « l'intérêt de la série A pour l'histoire des techniques est en effet manifeste, particulièrement pour l'aviation qui fut le lieu d'un effort continuel d'innovation. »[53]. C'est ainsi qu'une partie du fonds est consacré aux différents aspects matériels de l'avion. Il comporte de nombreux dossiers sur les équipements, les expérimentations et les essais. Une autre de ses richesses est la possibilité, au travers des archives des missions françaises et des notes de renseignement, de comparer les aviations alliés et ennemis. Ce type de document est important, en particulier en histoire des techniques, car il permet une comparaison des moyens et des réponses données à un problème technique.

J'ai fait ainsi le choix des différents « cartons » suivants par l'utilisation de mots clés afin de rentabiliser au maximum mes déplacements à Vincennes. Ainsi mes recherches ont porté sur bien évidement sur les mots : liaisons, liens, TSF, réglage, radio, panneaux, fusées…Après ces critères de départ il a fallu faire un tri[54]. Par recoupement, j'ai pu ainsi limiter mes demandes et trouver des sources écrites importantes et essentielles pour mon sujet d'étude.

Nous allons suivre les différentes consultations suivant l'ordre du répertoire des Archives de la série A:

[53] AUER-VERAN Francine de, *Archives de l'aéronautique militaire de la Première Guerre mondiale Répertoire détaillé de la série A (1914-1919) et guide des sources*, Vincennes, Service historique de la Défense, 2008, p53.
[54] En effet, au SHD le nombre de références consultables est limité : 5 pour une journée jusqu'à cette année où la réservation par internet, pour certaines cotes seulement, n'est plus disponible mais requiert une présence matinale pour une consultation dans la journée.

Matériel

1 A 52 Matériel volant et roulant, équipement et armement

Équipement. – Instruments de bord, hélices, postes TSF, matériel de météorologie, équipements destinés à lutter contre le froid, carburants, projecteurs, camouflage des avions. – Dotation, commandes : correspondance, tableaux de matériel, circulaires, croquis (août 1914-juillet 1919).

Emploi de l'aviation militaire

Grand Quartier Général, 3e bureau/aéronautique

1 A 88/2 Services rattachés

Communications et liaisons. – Téléphone, TSF, radiotélégraphie, procédés, matériel : instruction, notes (mars 1915-juillet 1919).

Exploitation des pigeons voyageurs, résultats obtenus pendant les batailles de Verdun et de la Somme : rapport (1er octobre 1916).

Navigation, atterrissage, balisage. – Procédés, matériel : rapports, notes, programmes d'instruction, croquis, cartes (12 mai-10 octobre1918).

1 A 89/2 Emploi de l'aviation d'observation

Organisation et emploi de l'aéronautique aux armées, observation aérienne : instruction (secret défense).

Principes critiques et propositions, réorganisation : notes (1er mai 1918-1er février 1919), projet d'instruction (25 février-21 décembre 1918), projet de règlement (8-18 novembre 1918), règlement et projet de rectificatif à l'instruction sur la liaison (janvier-février 1919). Meilleure utilisation de l'aviation d'observation au cours de la guerre de mouvement : rapport du 10e CA (12 septembre 1918). « Aviation d'observation en campagne » : étude du commandant Jauneaud (10 août 1918).

1 A 90-93 Emploi de l'aviation

Emploi en liaison avec l'artillerie : extraits de registres de correspondance, instructions, études, programmes d'instruction, notices d'emploi, textes de conférences

90/ 1er octobre 1914-30 septembre 1918.

91/1 12 août 1915-28 novembre 1916.

91/2 9 septembre 1917-25 mars 1918,15 avril-30 août 1918.

92/ 23 octobre 1915-17 février 1917,2 avril-29 septembre 1918, février 1917-16 février 1919.

93/ Aviation d'observation, aviation d'artillerie lourde et d'artillerie lourde à grande puissance (ALGP) (3 décembre 1915-7 avril1918)

1 A 108/2 Activités de l'aviation

VIe Armée

Organisation et emploi de l'aéronautique, déplacements et stationnements (liaisons d'artillerie et aviation de combat) : instruction, notes de service, études, conférence, ordres particuliers (20 mars 1914-13 juin 1918).

Armées et groupes d'armées

1 A 181 Aéronautique britannique

Royal Flying Corps.

Emploi de l'aviation. – Coopération entre l'artillerie et l'aviation, développement de l'aviation de combat, emploi de l'aviation comme arme offensive: notes, rapports, articles de revues (26 juillet 1916-avril 1918)

Transmissions et communications. – Signal Service, service radiotélégraphique, TS F, réseau Sarcus, liaisons dans l'armée anglaise, liaisons entre les armées française et anglaise : notes, rapports, compte-rendu de conférence (22 septembre 1916-24 juin 1918, secret défense).

1 A 275 Organisation et fonctionnement de l'aéronautique

Chefs de service aéronautique de CA, rôle et mission : note (16 juin1916).

Matériel : panneaux de signalisation : notes, notes de service (10 juin-22 juillet1916, 4 avril 1917). Pillage des avions ennemis : note (26 juin 1918).

Service radiotélégraphique, communications, liaisons. : Organisation, fonctionnement, procédés de liaisons, codes de signaux par panneaux et par projecteurs, listes de mots : instruction, notes, notices techniques, croquis (10 novembre 1914-4 mai 1917).

1 A 305/2 Groupes d'armées

Groupe d'Armées du Centre (GAC): Fonctionnement de l'observation aérienne en liaison avec l'infanterie : note (21 septembre 1915).

Groupe d'Armées de l'Est (GAE): Organisation du travail d'artillerie : notes (12 septembre 1914, 28 septembre 1916). Instruction : mémento du commandant de l'Aéronautique (15 août 1916).

Groupe d'Armées du Nord (GAN): Emploi et fonctionnement de l'aviation : note (13 mars 1917).

Région fortifiée de Verdun: Aviation, mission : rapport (2 mars 1916). Opérations aériennes : instructions, notes, rapports (11 septembre1915-26 février 1916).

1 A 307 Armées

V e Armée

Aéronautique. – Organisation, emploi, missions : rapport (23 mai 1917). Emploi de l'aviation en liaison avec l'ALA : rapport (5 mai 1917). Emploi des avions des CA dans les reconnaissances d'artillerie : note (19 septembre 1914).

Opérations. –Escadrilles et avions munis de TSF, mise à disposition pour le 1er CA : ordre particulier (18 avril 1917).

Transmissions et signalisation. – TSF embarquée pour le réglage du tir d'artillerie : rapport d'expérience (1er novembre 1914). Signalisation par projecteur Auteroche : note (27 novembre 1915).

VIIIe Armée

Transmissions. – Utilisation du réseau téléphonique : note (mai 1918). Service radiotélégraphique : compte-rendu (11 janvier1915).

Xe Armée

Aéronautique. – Fonctionnement de l'aviation depuis le début de la guerre : rapport (novembre 1916).

Transmissions. – Emploi de la « cible montre » dans le réglage de tir d'artillerie : rapport (secret défense).

1 A 308 : Corps d'armées, divisions d'infanterie et groupements

6e CA

Emploi de l'aviation en liaison avec l'infanterie et l'artillerie. – Opérations aériennes, indicatifs de batteries ennemies, exercices, manœuvres, transmissions, renseignements météo : notes, correspondance, tableaux (21 mars 1914-9 août 1916, 30 juillet 1918).

21e CA

Longueurs d'ondes utilisées dans les liaisons : tableaux (16 novembre 1916).

Groupement E

Liaison d'infanterie par avion : consignes (26 juin 1916) ; exercice : note de service (9 juillet 1916).

Groupement Nivelle puis Lebrun

Fonctionnement de l'aviation : note (21 mai 1916). Tirs de barrage d'artillerie, signalisation par fusées, indicatifs des postes d'artillerie : ordre d'opération « au jour J », notes de service, tableau (29 avril-8 juin 1916).

Série K : Documentation

K 18569

Emploi intensif de la TSF, 1918, 24 p.

Poste de TSF : émission et réception, 1918, 22 p.

b) Service Historique de la Défense de Châtellerault

Le centre d'archives de l'armement et du personnel conserve et communique les archives techniques et administratives relatives à l'armement ainsi que des dossiers de carrière de certaines catégories de personnels civils. J'ai effectué une demande de recherche sur les moyens techniques de liaisons pendant la Première Guerre mondiale, en particulier sur les lampes, les fusées et surtout sur les appareils radio. Malheureusement, malgré une réponse rapide et documentée sous la forme d'un inventaire, il m'est apparu que ce centre ne dispose tout simplement que de très peu de sources sur cette période. Certaines, en particulier les différentes instructions sur les liaisons qui sont aussi présentes à Vincennes. C'est pourquoi, j'ai pris la décision de ne pas me rendre à Châtellerault

c) Le musée du 8ème régiment des transmissions du Mont-Valérien.

Ce musée est situé au Mont Valérien dans une enceinte militaire. Une partie de celui-ci fait office de salle d'honneur pour le 8ème régiment de transmission. Il n'est ouvert que sur demande ou lors des journées du patrimoine. J'ai donc eu la chance de pouvoir le visiter une journée entière, seul avec le conservateur. Celui-ci m'a très agréablement reçu et m'a décrit l'impressionnant matériel de télécommunications présent dans les collections. J'ai pu ainsi toucher, peser, ouvrir, sentir et manipuler des postes émetteurs et récepteurs de la Première Guerre mondiale. C'est ainsi qu'il est possible de se rendre compte de la qualité de ces matériels, qui cent ans plus tard, sont très bien conservés. J'ai aussi pu me rendre dans les réserves, c'est-à-dire la cave, où sont entreposés des dizaines de cartons de documents. Le conservateur m'a permis de littéralement « fouiller » dans ces étagères où j'ai trouvé des témoignages de sapeur-télégraphistes de la Première Guerre mondiale, en particulier celui du Sergent Boureau. Enfin, ce musée renferme aussi une impressionnante collection de lampes, de postes radios militaires du XXème siècle ainsi que l'émetteur de la station radio de la Tour Eiffel.

d) Les Armées françaises pendant la Grande Guerre (AFGG)

Le Service Historique de la Défense présente ainsi ces documents :

« Voulues par le gouvernement et l'état-major afin de rappeler les sacrifices et asseoir la place de la France dans le conflit, Les Armées françaises dans la Grande Guerre sont présentées comme « l'histoire définitive de la Grande Guerre, établie d'après les journaux de marche des unités et la documentation la plus complète. Publiée de 1922 à 1939, cette collection monumentale présente 107 volumes où se mêlent récits, documents et cartes des opérations menées par les armées françaises en 1914-1918. Elle est l'œuvre du Service historique de l'armée, créé spécialement en 1919 pour sa rédaction »[55]

Tout d'abord, la partie principale décrit les différentes opérations de la guerre du seul point de vue du Grand Quartier Général des Armées. C'est donc une vision française, positive et peu critique à l'égard des actions militaires françaises que l'on peut trouver dans ces textes. Cependant, des annexes sont répertoriées par date. Elles contiennent les différentes instructions, rapports, compte rendus et messages des différents niveaux de commandement. Elles se révèlent ainsi être particulièrement intéressantes sur des points extrêmement précis pour notre sujet. Ce sont donc des documents complémentaires des sources du SHD qui permettent un recoupement nécessaire pour une utilisation de sources directes, datées et répertoriées. Elles ne sont ni commentées ni annotées mais reproduites d'après les originaux.

2) Présentation des sources orales

Pour la réalisation de ce travail de recherche, il m'a semblé intéressant d'augmenter mon panel de sources, par une utilisation des témoignages nombreux de cette guerre. J'ai fait le choix des témoignages des combattants qu'ils soient pilotes, observateurs ou mécaniciens afin de trouver une approche différente des seules sources officielles. De plus, j'ai essayé de trouver des témoignages provenant de différentes nations (France, Royaume-Uni et Canada) mais aussi de différentes formes, orales ou écrites, pour tenter de mieux comprendre et analyser leur vision des moyens techniques mis à leur disposition et la façon dont ils les utilisent au quotidien.

a) Les sources orales

Au sein du Service Historique de la Défense (SHD) se trouve le Centre Historique des Armées (CHA) dont dépend le Département des Entrées Extraordinaires (DEEX). Ce service

[55] http://www.memoiredeshommes.sga.defense.gouv.fr/fr/article.php?larub=212&titre=armees-francaises-dans-la-grande-guerre-afgg-

est composé de trois divisions. L'une concerne les archives privées, une autre les archives iconographiques et celle qui nous intéresse plus particulièrement est la division des témoignages oraux. J'ai pu écouter des témoignages oraux numérisés Il s'agit pour moi, loin des archives officielles, de *« mettre en avant l'histoire de la société des aviateurs, une histoire du quotidien et des mentalités en donnant la parole à ceux qui n'aiment pas écrire »*[56]. La sélection s'est portée sur les témoignages, grâce à une description très précise, où apparaissent les mots clés suivants : observateur, réglage, liaison, infanterie et TSF. J'ai utilisé pour cela les deux premiers tomes de « *Histoire orale, inventaire des témoignages* » du SHD et le catalogue analytique de ces témoignages.

En préambule, il faut noter que ces enregistrements ont été réalisés entre 1977 et 1981. Ainsi, l'âge moyen des témoins est de 86 ans ce qui explique que certains, malgré l'aide de leurs épouses respectives, rencontrent quelques difficultés pour témoigner. En outre, la tendance générale de ces témoignages est globalement positive, comme si ces témoins ne gardent que les bons moments de cette période et oublient plus facilement les moments difficiles. Il est donc assez rare de trouver des références à la mort, à la peur ou à ce que l'on appelle aujourd'hui les syndromes post-traumatiques.

Ces témoignages, loin de la sècheresse des rapports, des instructions voir des photographies permettent de rendre compte par des mots simples, directs et personnels, même si la mémoire de ces témoins a pu être sélective, des relations humaines de ces petites communautés d'aviateurs, de combattants qui donnèrent à cette nouvelle arme ces premières traditions. Ils nous éclairent aussi sur la relation entre l'homme et les différentes machines qu'ils soient pilotes, observateurs ou mécaniciens. En outre, comme le souligne parfaitement Patrick Facon, ils apportent un aspect humain non négligeable dans une étude historique :

> « Il convient d'insister sur l'authenticité certaine qui se dégage de tous ces témoignages, recueillis 60 à 70 ans après les évènements relatés. Des récits et des réflexions de tous les interviews, même de ceux que la guerre a porté au sommet de la gloire, on retire presque toujours le même sentiment de modestie et le souci d'éviter toute exagération. Une des leçons essentielles à retenir de ces témoignages spontanés et qu'ils rendent son aspect humain, avec ses forces et ses faiblesses, ses actes courageux et ses lâchetés, ses sentiments nobles et moins nobles, à un évènement que,

[56] DE RUFFRAY Françoise et SORMAIL Isabelle, *Le témoignage oral : mémoire et histoire*, Vincennes, Service Historique de l'Armée de l'Air, RHA n° 2, 1988..

dans son ensemble, la littérature a transformé, pour des besoins plus ou moins avoués, en une lutte chevaleresque dans laquelle ne se côtoyaient que des héros »[57].

Enfin, dans le cadre strict de notre recherche, ils utilisent des mots qui sont les leurs pour rendre compte du matériel, de la technique, des procédés de mise en œuvre et d'utilisation du matériel dont ils avaient la charge. Cet aspect enrichi la vision et la connaissance que nous pouvons avoir de cette technique en nous replongeant directement, à travers la voix et les souvenirs de ces hommes, dans cette époque.

Liste des témoignages utilisés :

Numéro	Nom du témoin	Nombre de Bandes	Durée
8	CARAYON	Bande 1	2h00
21	GAMBIER	Bande 1	2h30
66	DUPUICH	Bande 1	1h35
66	DUPUICH	Bande 2	0h25
73	WEILLER	Bande 1	1h36
73	WEILLER	Bande 2	0h06

Il ne s'agit pas des seuls témoignages que j'ai écoutés, (plus de 30 concernent cette période), mais ceux-ci sont réellement les plus marquants pour ma recherche. Malheureusement, je n'ai pu, devant le manque de temps lors de mes déplacements sur Vincennes, transcrire intégralement ces témoignages, juste des extraits importants pour ma recherche, placés en annexe. En effet, il n'est pas possible d'obtenir, dans le cadre de mes études, une copie pour pouvoir travailler à domicile. Ils ne sont disponibles que sur réservation dans une seule pièce du SHD.

b) Les sources écrites

Il existe d'innombrables récits de guerre, de témoignages, de carnets de notes qui sont publiés depuis la fin de la guerre. Cependant, la place des aviateurs dans cette bibliographie n'est guère importante. Il est donc assez difficile d'obtenir des sources écrites en particulier concernant le sujet du travail en liaison avec les autres armes. En effet, l'image de

[57] Patrick Facon dans CANINI Georges, *Mémoire de la Grande Guerre, Témoins et Témoignages Actes du colloques de Verdun 12-13-14 Juin 1986*, Nancy, Presses Universitaires de Nancy, p173.

l'aviateur[58], ceci depuis la Première Guerre mondiale, est d'abord celle d'un chasseur solitaire dont la mission est la protection du ciel de France. Le statut d'As[59] est ainsi crée. Il différencie et discrimine fortement les aviateurs entre eux. C'est vraisemblablement pour cela que la publication des différents témoignages de pilote de reconnaissance et de bombardement et plus encore d'observateurs et de mécaniciens est relativement faible. Heureusement, des lettres et des carnets de souvenirs sont publiés par les descendants de ces combattants ou compilés par des institutions.

- MONTARIOL Paul, *Pilote observateur en 1916 à Verdun*, Paris, Editions Heiligenstein, 2012.
- CHAPUT Jean, Pilote français mort au combat le 6 mai 1918, il nous laisse une lettre, envoyée à sa famille, où il nous décrit sa participation à des réglages d'artillerie, www.3plw.eu.
- HEILIGENSTEIN Gérard, *Mémoires d'un observateur-pilote 1912-1919 Auguste Heiligenstein*, Paris, Les éditions de l'Officine, 2009, 227 p.
- ABEL Jules, ICARE N°213, *Journal de Jules Abel 1ère partie 1916-1918 : pilote de reconnaissance*, Roissy, Syndicat National des Pilotes de Lignes, 2010, 156p

3) Présentation des sources disponibles sur internet

Sur le site « Mémoire des hommes » qui dépend directement du service général pour l'administration (SGA) du ministère de la défense, des documents originaux, scannés sont disponibles. Il s'agit des journaux de marche et opérations[60] des escadrilles. Malheureusement, le fonds est parcellaire et ne concerne qu'un nombre restreint d'escadrilles de l'aéronautique française de la Première Guerre mondiale. En effet, la plupart d'entre eux, en ce qui concerne l'armée de l'Air, ont été détruits lors de la retraite française en 1940.

[58] DOURNEL Jean-Pierre, *L'image de l'aviateur français 1914-1918 : recueil d'articles et d'études*, Vincennes, Service Historique de l'Armée de l'Air, 1975,52p.

[59] On devient un as après sa cinquième victoire aérienne homologuée pendant l'année 1916. Cette valeur est portée à 10 victoires durant l'année 1917. Les critères d'homologation nécessitent des témoins ou la chute de l'avion abattu en territoire ami. La victoire est accordée aux différents membres d'équipage et il est donc possible pour un mitrailleur d'obtenir le titre d'As, cela reste néanmoins anecdotique.

[60] http://www.memoiredeshommes.sga.defense.gouv.fr/jmo/ead.html?id=SHDAI__AI_1_A

Cependant, après un travail préparatoire important (choix de l'escadrille et de la date de déploiement opérationnel), ces journaux présentent un caractère intéressant. Ils font état des opérations aériennes de l'escadrille au jour le jour. Ainsi, les heures de vol, les avions détruits, les pertes subies ainsi que les conditions techniques et logistiques des déplacements des escadrilles, ce que l'on peut caractériser comme l'activité opérationnelle, sont mentionnées. En ce qui nous concerne, il est possible d'obtenir des informations précises sur le déroulement d'une journée donnée. Il est ainsi privilégié l'étude des escadrilles de Corps d'Armées, chargées du réglage d'artillerie, et les escadrilles de liaison d'infanterie par opposition aux escadrilles de chasse et de bombardement dont la liaison avec le sol n'est ni une priorité ni une mission principale. Cela permet de connaitre quelle type de mission est ordonnée, réalisée ou abandonnée. Dans ce dernier cas, les raisons matérielles sont mentionnées et permettent ainsi de différencier les problèmes d'avions ou de communications.

Un autre élément important est disponible sur site. Il s'agit des carnets de comptabilité des escadrilles[61]. Ce sont des documents trimestriels qui regroupent pour chaque escadrille toutes les informations nécessaires à la vie quotidienne des soldats. En effet, ils permettent le suivi journalier des effectifs, (nominatif pour les officiers et les pilotes), des mutations, des rations alimentaires, de la solde et des dotations de l'escadrille. Enfin en qui concerne mes recherches, les différents lieux de stationnement successifs des escadrilles sont mentionnés. Cependant, ces documents n'ont pas tous été conservés, aléas de la guerre, mais ils nous renseignent, à la plus petite échelle, au plus près, de la vie quotidienne des hommes de l'aéronautique.

Enfin, il est possible d'effectuer des recherches sur l'ensemble du personnel[62] de l'aéronautique militaire de cette période. En effet, chaque soldat est référencé et on peut à partir de son nom et de son prénom obtenir sa carte d'identité militaire. Elle contient les informations suivantes :

- Etat civil et parenté
- Date d'entrée en service
- Arme d'appartenance avant l'aéronautique
- Décorations
- Emploi dans le civil

[61] http://www.memoiredeshommes.sga.defense.gouv.fr/jmo/ead.html?id=SHDAI__AI_2_A
[62] http://www.memoiredeshommes.sga.defense.gouv.fr/spip.php?page=base_liste

- Mutations
- Fonction dans l'aviation

Ces différentes sources d'informations permettent de recouper des témoignages et mériteraient à elles seules une étude. En effet, il serait intéressant d'étudier l'emploi tenu dans le civil, avant leur période de mobilisation, par les mécaniciens. IL faut noter que ces hommes sont un élément indispensable de l'aéronautique militaire car sans eux aucun n'avion ne décolle. La question est de voir si une concordance existe entre leur métier et leur affectation militaire. Il serait peut être possible de découvrir si ces techniciens sont formés par les armées ou si on utilise au mieux leurs compétences techniques. Enfin, il faudrait aussi comparer les différentes périodes afin d'augmenter la pertinence de cette étude.

En outre, une évolution d'internet est la consultation des ressources des différentes bibliothèques nationales ce qui permet de consulter rapidement et gratuitement des documents, des livres et des photos difficilement trouvables. La plus importante pour mes recherches est celle de la Bibliothèque Nationale de France : Gallica[63]. Ce site m'a permis de trouver de nombreuses références concernant les instructions militaires autour de la Première Guerre mondiale (infanterie, artillerie, liaisons, cavalerie, emploi de la T.S.F). Il ne faut pas non plus oublier les fonds de la Bibliothèque de Documentation Internationale Contemporaine[64], en particulier ce qui concerne l'iconographie. Cependant, les journaux de tranchées conservés ne concernent pas l'aviation et ses terrains.

Il ne faut pas non plus oublier les différents sites institutionnels des autres nations qui ont participées à cette guerre. Je me suis particulièrement intéressé aux forces anglo-saxonnes, par facilité de compréhension mais aussi par leur extrême facilité d'accès et leur richesse. Ainsi, le Royaume-Uni au travers de ces différents musées, Imperial War Museums[65] (IWM) est particulièrement intéressante pour ses photographies. L'Australie[66] à travers l'Australian War Museum permet d'avoir accès, à l'image du SHD, aux documents unités par unités qui ont combattu pendant la Première Guerre mondiale. Il ne faudrait pas oublier les Etats-Unis[67] et le site de Defence and Technical Information Center (DTIC) qui regroupe différents travaux de recherche issus des institutions militaires américaines. Ce site est particulièrement

[63] http://gallica.bnf.fr/
[64] http://www.bdic.fr/
[65] http://www.iwm.org.uk/
[66] https://www.awm.gov.au/units/ww1/
[67] http://www.dtic.mil/dtic/

intéressant mais nécessite un temps certain afin de vérifier la qualité des différents mémoires et thèses.

Pour terminer, en ce qui concerne principalement l'aéronautique militaire de la Première Guerre mondiale, il me faut citer quelques sites de véritables passionnés qui recèlent de véritable pépites en matière de photographies, le plus souvent issues d'albums personnels de pilotes mais aussi une impressionnante collection de cartes postales d'époque. Ces quelques sites sont parfois accompagnés de forums qui se révèlent être dangereusement chronophage.

http://www.worldwar1.com/

http://albindenis.free.fr/

http://www.asoublies1418.fr/

4. Bibliographie

1) Outils de travail et de recherche

AUER-VERAN Francine de, *Archives de l'aéronautique militaire de la Première Guerre mondiale Répertoire détaillé de la série A (1914-1919) et guide des sources*, Vincennes, Service historique de la Défense, 2008, 570p.

BECKER Jean-Jacques, *L'évolution de l'historiographie de la Première Guerre mondiale*, Revue historique des armées n°242, 2006, p 4-15.

DEBERNARDY-LEPERE Véronique et DE RUFFRAY Françoise, *Histoire orale inventaire des témoignages* (1), Vincennes, Service historique de l'Armée de l'Air, 1988,411p.

DELSALLE Paul, *La recherche historique en archives, XIXème et XXème siècle*, Paris, Ophrys, 1996, 312p.

DE RUFFRAY Françoise et BREGUET Emmanuel, *Histoire orale inventaire des témoignages (2)*, Vincennes, Service historique de l'Armée de l'Air, 1993,424p.

DE RUFFRAY Françoise et SORMAIL Isabelle, *Le témoignage oral : mémoire et histoire*, Vincennes, Service Historique de l'Armée de l'Air, RHA n° 2, 1988, pp 101-113.

DESCAMPS Florence, *Les sources orales et l'histoire : récits de vie, entretiens, témoignages oraux*, Bréal, Rosny, 2006,288p.

HODEIR Marcelin, *La photothèque du Service historique de l'armée de l'Air, sa contribution à l'histoire*, Vincennes, Service Historique de l'Armée de l'Air, 1998, RHA n°171, p114-121

PROST Antoine et WINTER Jay, *Penser la Grande Guerre : un essai d'historiographie*, Paris, Seuil, 2004,344p.

VONDRUS-REISSNER Dominique et HARY Daniel, *Le personnel de l'Armée de l'Air archives : les documents majeurs*, Vincennes Service Historique de l'Armée de l'Air, 1998, Revue Historique des Armées, pp 91-100.

2) Ouvrages sur la Première Guerre Mondiale

AUDOIN-ROUZEAU Stéphane, *Combattre une anthropologie historique de la guerre moderne (XIXème –XXIème siècle)*, Paris, Seuil, 2008, 327p.

AUDOIN-ROUZEAU Stéphane et BECKER Annette, *La Grande Guerre*, Paris, Découvertes Gallimard, 1998, 196p.

AUDOIN-ROUZEAU Stéphane et BECKER Annette, *14-18, Retrouver la guerre*, Paris, Folio-histoire, 2003,214p.

AUDOIN-ROUZEAU Stéphane et BECKER Jean-Jacques, *Encyclopédie de la Grande Guerre*, Paris, Bayard 2004, Edition revue et corrigée Perrin 2012,1804p.

CANINI Georges, *Mémoire de la Grande Guerre, Témoins et Témoignages Actes du colloques de Verdun 12-13-14 Juin 1986*, Nancy, Presses Universitaires de Nancy, 414p.

COCHET Jean-François et PORTE Rémy, *Dictionnaire de la Grande Guerre 1914-1918*, Paris, Robert Laffont, 2008, 1120p.

CORVISIER André, *Histoire militaire de la France Tome 3 de 1871 à 1940*, Presse Universitaire de France, 1992, 522p.

GOYA Michel, *L'invention de la guerre moderne : du pantalon rouge au char d'assaut 1871-1918*, Tallandier, Paris, 2014, 479p.

GOYA Michel, *Les poilus et l'anti-fragilité*, Centre de Doctrine d'Emploi des Forces (CDEF), Paris, lettre 12, 2014

KEEGAN John, *La première guerre mondiale*, Paris, Perrin, 1998, 553p.

KEEGAN John, *The face of battle*, Penguin Books, Londres, 1976, 365p.

LE NAOUR Jean-Yves, *Dictionnaire de la grande guerre*, Paris, Larousse, 2008, 461p.

LIVESEY Anthony, *Atlas de la première guerre mondiale*, Paris, Autrement, 1994, 191p.

PORTE Rémy, *La mobilisation industrielle « premier front » de la Grande Guerre ?*, Soteca 14-18 Editions, paris, 2005, 365p.

PROCHASSON Christophe, *14-18 Retours d'expériences*, Paris, Tallandier, 2008, 429p.

ROYNETTE Odile, *Les mots des tranchées : l'invention d'une langue de guerre 1914-1919*, Armand Colin, Paris, 2010,285p.

WINTER Jay, *La Première Guerre mondiale : Combats*, Paris, Fayard, 2013, 622p.

3) Ouvrages sur l'Aéronautique

AUBOUT Mickael, *L'émergence des premiers terrains d'aviation de l'aéronautique militaire française 1900-1914*, Revue historique des armées n°264, 2011, p 98-107.

CHRISTIENNE Charles et LISSARAGUE Pierre, *Histoire de l'aviation militaire Française*, Paris, Lavauzelle, 1980, 558p.

DE LESPINOIS Jérôme, *La doctrine des forces aériennes françaises 1912-1976*, Paris, La documentation française, 2010, 407p.

DELPORTE Christian, *Les pertes humaines dans l'aviation française*, Revue historique des armées n°172,1988, p 68-79.

FACON Patrick, *Histoire de l'armée de l'Air*, Paris, La documentation française, 2009, 558p.

WILLIAMSON Murray, *Les guerres aériennes 1914-1945*, Paris, Autrement, 1999, 224p.

Les escadrilles de l'Aéronautique militaire (1912-1920), Vincennes, Service Historique de l'Armée de l'Air, 2005, 620p.

4) Ouvrages sur l'aéronautique durant la Première Guerre Mondiale

BAILEY Frank et CONNY Christophe, *The French Air Service War Chronology, 1914-1918*, Londres, Grub Street, 2001, 327p.

CIACCO Gaëtan, *La bataille aérienne de Verdun, L'émergence des armes nouvelles,* Paris, Economica, 1997,34p.

DOURNEL Jean-Pierre, *L'image de l'aviateur français 1914-1918 : recueil d'articles et d'études*, Vincennes, Service Historique de l'Armée de l'Air, 1975,52p.

FACON Patrick, *L'aviation militaire française en 1914-1918 : de la naissance des spécialités à l'emploi en masse*, Verdun, Amicale Nationale du Souvenir de la Bataille de Verdun (ANSVB), 2000, pp 175-192.

FACON Patrick, *L'aéronautique militaire à l'école de la Première guerre mondiale*, Revue historique des armées n°197, 1994, pp 67-75.

FACON Patrick, *Innovation et invention: les militaires français face à l'avènement de l'aviation*, Epidosis, CESA, Paris, 2014, 2p.

FINNEGAN Terence, *Shooting the front, allied aerial reconnaissance in the first world war*, Spellmount, Gloucestershire, 2011, 408p.

HADAWAY David et Stuart, *The British airman of the first world war*, Shire publications, Oxford, 2014, 64p.

HODEIR Marcelin, *L'aviateur français de la première guerre mondiale, étude du milieu social, approche des mentalités,* Université Paris IV, 1977, Mémoire de Maitrise sous la direction des professeurs CORVISIER et GANIAGE.

ICARE N°88 *L'aéronautique militaire française 1914-1918 Tome 2 1917-1918* Roissy, Syndicat National des Pilotes de Lignes, 150p.

ICARE N°193, *L'aviation française en août et septembre 1914*, Roissy, Syndicat National des Pilotes de Lignes, 2005,150p.

ICARE N°195, *L'aéronautique de la 2ème Armée en août-septembre 1914*, Roissy, Syndicat National des Pilotes de Lignes, 2005,152p.

ICARE N°197, *L'aéronautique de la 3ème Armée en août et septembre 1914*, Roissy, Syndicat National des Pilotes de Lignes, 2006, 150p.

ICARE N°199, *L'aéronautique de la 4ème et 9ème Armée en août-septembre 1914*, Roissy, Syndicat National des Pilotes de Lignes, 2006, 150p.

ICARE N°201, *L'aéronautique de la 5ème Armée en août-septembre 1914*, Roissy, Syndicat National des Pilotes de Lignes, 2007,150p.

ICARE N°213, *Journal de Jules Abel 1ère partie 1916-1918 : pilote de reconnaissance*, Roissy, Syndicat National des Pilotes de Lignes, 2010, 156p.

ICARE N°229, *L'aéronautique de la 6me Armée et au Camps Retranché de Paris en août-septembre 1914*, Roissy, Syndicat National des Pilotes de Lignes, 2014,152p.

JEANJEAN Marcel, *La vie en escadrille 14-18*, Revue historique des armées, 1969.

KENNETT Lee, *La Première Guerre aérienne 1914-1918*, Paris, Economica, 1997, 248p.

LISSARAGUE, *Memento d'histoire de l'aéronautique militaire française, la guerre 1914-1918*, Salon de Provence, Ecole de l'air, 1978, 182p.

MORIZON André*, L'aviation française en 1916*, Revue historique des armées n°3, 1966, p 40-42.

MORROWS John.H.Jr, *Les airs*, p383-414, in, *La Première Guerre mondiale : Combats*, Paris, Fayard, 2013.

PAGE Georges*, L'aviation française 1914-1918*, Paris, Grancher, 2011, 350p.

PAQUIER Général, *L'aviation dans le premier conflit mondial*, Revue historique des armées, n°2, 1965, p121-130.

PERNOT François, *Verdun 1916 : Naissance de la chasse française*, Revue historique des armées n°203, 1996, pp 39-52.

PESQUIES-COURBIER.S*, L'aéronautique militaire française pendant la guerre de 1914-1918, tome 1*, Paris, Icare n°85, 1978, 167p.

RALEIGH Walter, *The war in the Air Volume I*, Oxford, Clarendon, 1922 489p.

VILLATOUX Marie-Catherine, *Le renseignement photographique dans la manœuvre : l'exemple de la Grande Guerre*, Revue historique des Armées, 2010 pp3-13.

Connaissance de l'histoire n°33, *L'aviation 1914-1918,* Hachette, 1981, 57p.

5) Biographies

CHADEAU Emmanuel, *Le général Hirschauer*, Revue historique des armées n° 192, 1993, p15-20.

KREMPP Thérèse et GRANHOMME Jean-Noël, *Charles de Rose le pionnier de l'aviation de chasse*, La nuée bleue, Strasbourg, 2003, 320p.

PERNOT François, *Barès* : *1914-1917 ou l'aviation militaire à l'épreuve de la Grande Guerre*, Revue historique des Armées n°192, 1993, p3-14.

6) Relation aviation et autres armes

BOULLAIRE Capitaine de cavalerie, *Aéroplanes et cavalerie*, Revue militaire générale, volume 10, août 1911, pp. 205-227.

CHARET Capitaine d'artillerie, *L'aviation d'artillerie*, Revue d'artillerie, volume 79, mars 1912, pp. 333-356.

DEFRASSE Commandant d'artillerie, *Aéroplanes et dirigeables au point de vue militaire*, Revue militaire générale, volume 9, mars 1911, pp. 257-266.

FAURE J-P Capitaine d'artillerie, *L'aéroplane en liaison avec les autres armes*, Revue d'artillerie, volume 77, novembre 1910, pp. 117-131.

L'aéronautique aux manœuvres allemandes et russes en 1911, Revue du génie militaire, volume 44, pp. 164-167, 1912.

7) Histoire des techniques

AITKEN Hugh, Princeton University Press, Albaret Michèle. *Science, technique et économie. Pour une problématique de la traduction*. In: Réseaux, volume 11, n°60, 1993. Les médiations. pp. 61-85. DOI : 10.3406/reso.1993.2367 http://www.persee.fr/doc/reso_0751-7971_1993_num_11_60_2367.

BERTRAMS Kenneth, *Science and Technology* (Belgium), in: 1914-1918-online. International Encyclopedia of the First World War, ed. by Ute Daniel, Peter Gatrell, Oliver Janz, Heather Jones, Jennifer Keene, Alan Kramer, and Bill Nasson, issued by Freie Universität Berlin, Berlin 2014-10-08. DOI: http://dx.doi.org/10.15463/ie1418.10286.

BORDESOULLES Marion, *« Et si on relisait Gille avec Russo ? La notion de système technique »*, Bulletin de la Sabix. 6p. [En ligne], 53 | 2013, mis en ligne le 01 octobre 2014, consulté le 10 décembre 2014. URL : http://sabix.revues.org/1073.

EDGERTON David, *De l'innovation aux usages: Dix thèses éclectiques sur l'histoire des techniques*, Annales : Histoire, Sciences Sociales, 53e Année, No. 4/5 (Juillet. - Octobre, 1998), pp. 815-837.

DAUMAS Maurice, *Histoire générale des techniques tome1 : Des origines au XVème siècle*, Quadrige PUF, Paris, 1ère édition 1962, 1996, 648p.

ELLUL Jacques, *Le système technicien,* Calmann-Lévy 1997, Le cherche midi 2012, Paris, 334p.

FLICHY Patrice, *La question de la technique dans les recherches sur la communication*, In: Sociologie de la communication, volume 1, n°1, 1997, Sociologie de la communication. pp. 243-270.http://www.persee.fr/doc/reso_004357302_1997_mon_1_1_3841.

GALVEZ-BEHAR Gabriel, *« Le savant, l'inventeur et le politique le rôle du sous-secrétariat d'état aux inventions durant la première guerre mondiale »*, Vingtième Siècle. Revue d'histoire 2005/1 (no85), pp. 103-117.

GARÇON Anne-Françoise, *Du danger de l'archive écrite en histoire des techniques*, e-Phaïstos, vol.2 n°2, 2013, pp.10-27

GRISET Pascal, BOUVIER Yves, *« De l'histoire des techniques à l'histoire de l'innovation. Tendances de la recherche française en histoire contemporaine »*, Histoire, économie & société 2012/2 (31ème année), p. 29-43. DOI 10.3917/hes.122.0029

JACOMY Bruno, *Une histoire des techniques*, Editions du seuil, Paris, 2015, 356p.

THIERCELIN Alexandre, *« Quelle histoire font les historiens des sciences et des techniques ? État des lieux des méthodes en histoire des sciences et des techniques »*. Compte rendu de colloque (Lille, 23-25 mai 2007), Natures Sciences Sociétés 2008/3 (Vol. 16), pp. 285-287.

8) Communications

BERNARD Marcel, *Les étapes de la radiotélégraphie dans l'aviation*, Revue radioélectricité, Tome 1 n°11,12 et 13, 1921, 20p.

FERRIE Gustave Général, *Les transmissions*, Centre d'études tactiques d'artillerie de Metz, 1921,18p.

FLICHY Patrice, *Une histoire de la communication moderne espace public et vie privée*, La découverte, Paris, 1991, 281p.

HUART Serge, *Les antennes des postes TSF portatifs militaires de campagne de la guerre 1914-1918*, Radiofil magazine n°63 juillet-août 2014,10p.

PAILLARD Claude, *Le vide dans les lampes TM*, Radiofil magazine n°59 novembre-décembre 2013, 3p.

SABBAGH Antoine, *La radio : Rendez- vous sur les ondes*, Découvertes Gallimard, Paris, 1995,128p.

SALLES Aimé, *TSF et aviation militaire : La période héroïque 1910-1914*, Radiofil magazine n°56 mai-juin 2013, 10p.

SALLES Aimé, *TSF et aviation : Le réglage du tir d'artillerie 1914-1915*, Radiofil magazine n°57 juillet-août 2013, 12p.

SALLES Aimé, *TSF et aviation : Le réglage du tir d'artillerie 1916-1917*, Radiofil magazine n°58 septembre-octobre 2013, 13p.

SALLES Aimé, *TSF et aviation : La révolution électronique 1917-1918*, Radiofil magazine n°59 novembre-décembre 2013, 15p.

TWOREK Heidi J.S.: *Wireless Telegraphy*, in: 1914-1918-online. International Encyclopedia of the First World War, ed. by Ute Daniel, Peter Gatrell, Oliver Janz, Heather Jones, Jennifer Keene, Alan Kramer, and Bill Nasson, issued by Freie Universität Berlin, Berlin 2014-10-08. DOI: http://dx.doi.org/10.15463/ie1418.10347.

5. Les liaisons : leurs utilisations et leurs contraintes

Tout d'abord, le mot liaison n'est absolument pas un mot inconnu pour les armées mais il reflète d'autres schémas et façons de faire que la forme qu'il va prendre tout au long de la guerre. Ensuite, il s'agit pour moi, dans ce premier chapitre de définir le plus clairement possible ce que sont les liaisons entre un avion et le sol au cours de ce conflit. J'utilise le pluriel afin de bien différencier le lien sol-air et le lien air-sol. On pourrait aussi parler, comme on le fait aujourd'hui dans les communications spatiales, d'un lien montant et d'un lien descendant, ce qui permet de se représenter encore plus facilement le chemin que prend l'information. En effet, ce « tuyau »[68] ainsi créé n'est qu'un moyen technique de faire circuler, de transmettre des informations plus ou moins précises mais aussi variées selon l'émetteur et les besoins du récepteur. Enfin, cette relation à deux n'est pas sans contraintes. Nous ne parlerons pas ici directement des contraintes spécifiques liées à la guerre, à sa manœuvre logistique, à sa poursuite des opérations, à l'influence politique. Nous essaierons plutôt de bien définir, caractériser et expliquer les obstacles, les difficultés pratiques et techniques qui limitent le développement de ces liens. Cette étude nous semble primordiale pour bien tenter de comprendre le travail des techniciens, des ingénieurs et des inventeurs de cette époque.

1) Définition de la liaison

Tout d'abord, je souhaite bien définir le mot choisi pour le titre de mon mémoire, à savoir la liaison. Il est utilisé dans un certain nombre de domaines : bâtiment, calligraphie, cuisine, informatique, musique, phonétique, technique mais aussi militaire. Pour reprendre la définition du Larousse c'est « un lien, contact établi entre différents secteurs, entre diverses personnes, pour la communication des ordres, des informations. C'est aussi une relation établie entre plusieurs personnes par le moyen des télécommunications ». De cette première définition, il est possible d'extraire les mots et les notions importantes qui caractérisent le

[68] Cette analogie à la plomberie n'a absolument rien de péjoratif mais permet de bien faire comprendre, lors de la création d'un réseau de communications ou dans une recherche de panne dans ce même réseau de bien définir, pour tous les intervenants ce dont on parle. Le tuyau est le moyen technique et physique de transport de l'information qu'il ne faut pas confondre avec les données.

mieux l'objet de ma recherche. En effet, une liaison implique des intervenants qui sont reliés par des moyens techniques dans le but d'échanger des informations. Ce n'est pas une discussion locale mais bien un échange à distance. La définition militaire est encore plus précise pour notre sujet et s'applique parfaitement. La liaison est ainsi définie comme : « ensemble des dispositions prises pour assurer la continuité des relations entre les différents échelons du commandement, entre armes différentes et entre unités voisines. » Il apparait plus précisément le rôle clé que joue la liaison dans la chaine de commandement afin de permettre le transfert des ordres et des comptes rendus. Elle est encore caractérisée, derrière le mot disposition, par des moyens techniques et des procédures, des façons de travailler, qui lui sont nécessaires pour la rendre efficace.

La création de cette liaison nécessite de mettre en relation « le monsieur qui était à terre et le monsieur qui était en l'air »[69] par des moyens techniques disponibles. Elle est profondément asymétrique car les deux parties n'ont pas les mêmes contraintes et par conséquence directe la même disponibilité en matière de moyens pour l'établir. C'est pourquoi, nous avons décidé de bien différencier tout au long de notre étude le lien entre le sol et l'avion et celui entre l'avion et le sol. En outre, les équipements ne sont pas les mêmes mais les informations transmises sont aussi de nature différente car les besoins, les missions et les possibilités d'observation ou d'intervention sont tout aussi différentes.

En outre, une difficulté sémantique est apparue au cours de nos recherches car la liaison n'a pas fait son apparition dans le langage, les documents et les instructions militaires avec le développement de l'aéronautique. Elle est déjà bien présente dans la façon dont les militaires préparent et font la guerre. Elle a pour but :

« De permettre au commandement de se tenir constamment au courant de la situation des unités sous ses ordres et de lui fournir les éléments de ses décisions ;

D'assurer entre les différents échelons du commandement, entre les unités voisines et entre les différentes armes, la transmission des ordres, demandes, comptes rendus, renseignements et, d'une manière générale, de toutes les communications nécessaires pour obtenir la convergence des efforts, et en particulier le concours intime de l'infanterie et de l'artillerie.

Pour être complète la liaison doit donc réaliser les communications :

[69] Témoignage oral n°37, Gambier, SHD.

- De l'avant vers l'arrière
- De l'arrière vers l'avant
- Transversalement entre les unités coopérant à une même action

Elle utilise :

- Des moyens d'informations (agents de liaison, observation terrestre, observation aérienne, liaison par avion, liaison par ballon)
- Des moyens de transmissions
    - Téléphonie et télégraphie
    - Télégraphie sans fil et télégraphie par le sol (T.S.F et T.P.S)
    - Signalisation optique et acoustique
    - Signalisation diverses (à bras, par panneaux, par artifices)
    - Agents de transmission
    - Pigeons voyageurs. » [70]

Elle est donc au point de vue militaire clairement définie et utilisée par les soldats des différentes armes car cette instruction s'applique à tous. Il est intéressant, pour enrichir cette question de remarquer que les anglais utilisent deux termes différents pour expliciter cette liaison. Ils parlent ainsi de « co-operation »[71] lorsqu'il s'agit de faire travailler ensemble deux armes ou deux services et ils emploient le terme d' « intercommunications »[72] ou de « communications » pour caractériser les communications utilisées sur le front.

Pour conclure, les liaisons, entre le sol et l'avion et entre l'avion et le sol, que nous allons étudier ont bien évidemment des nombreux points communs mais possèdent des différences intrinsèques qui nous obligent à les étudier lorsque cela est nécessaire de manière bien distincte. En effet, les demandes des différentes armes et les contraintes de la communication sont spécifiques et méritent d'être expliciter.

[70] Instruction du 28 décembre 1917 sur la liaison pour les troupes de toutes armes.
[71] SS 170: Notes on Co-operation between Aircraft and Artillery during recent operations on the Second Army Front (June 1917) et SS 132 Co-operation Between Aircraft and Infantry (April 1918).
[72] SS 148 et SS191 : Intercommunication in the Field

2) Son emploi

Dans ce chapitre nous allons tenter d'identifier, au travers des différentes armes présentes dans cette guerre, les types d'informations transmises. Tout d'abord, nous prendrons ici l'image de l'armée de Terre française véritable modèle ou archétype des armées qui ont combattu durant ces quatre années. Elle est ainsi articulée en armes. Elles sont au nombre de quatre au début de la guerre et monopolisent toutes les ressources. La plus prestigieuse est la cavalerie où les traditions centenaires forment un esprit de corps très important. L'infanterie est la force qui doit apporter la victoire par son élan et emporter la décision, elle est bien évidemment la plus importante numériquement. Ensuite les deux armes dites savantes que sont le génie[73] et l'artillerie qui opèrent en soutien des deux forces principales. Nous allons donc voir quelles informations vont transiter, via ces liens, les trois principales forces terrestres des armées occidentales de ce conflit, à savoir la cavalerie, l'infanterie et l'artillerie.

a) La cavalerie

Tout d'abord, la place, dans la conduite des opérations, de la cavalerie, sur le front occidental, est très limitée durant la guerre. L'établissement d'un système de tranchées de la mer du Nord à la Suisse, à la fin de la première année de la guerre, interdit littéralement son emploi. Elle est cependant conservée et son utilisation planifiée dans toutes les offensives alliées pour opérer et amplifier la percée espérée après chaque offensive. Elle n'est pas non plus fortement impactée par les offensives de fin 1918 car on lui préfère une autre forme de cavalerie : les chars. Cependant, un lien direct existe en l'aviation et la cavalerie. Je ne pense pas à cette vision qu'est la transformation de tous les cavaliers en pilotes. En effet, le pilotage se base sur des capacités spécifiques et un entrainement sélectif que l'on ne peut pas obtenir par une simple décision administrative. Il faut plutôt voir une proximité dans les premières missions dévolues à l'aéronautique militaire. Ainsi, le principal objectif de ces vols est de reconnaitre le terrain adverse et de détecter les mouvements de troupes ennemies, l'une des missions naturelles de la cavalerie. Les manœuvres d'avant-guerre révèlent ainsi les qualités intrinsèques de l'aviation et modifient, pour certains, la vision de ces nouveaux moyens :

[73] Le rôle du génie est fondamental dans la conduite de la guerre car ce sont les hommes du génie, les sapeurs, qui assurent la transmissions des informations télégraphiques, téléphoniques et radio au cours de cette guerre.

« Peut-être eût-il été d'un avis différent s'il lui avait été donné de suivre dans les plaines de Picardie, du 12 au 20 septembre dernier[74], les sorties quotidiennes et souvent fructueuses de nos aviateurs. Presque chaque jour, dans des circonstances atmosphériques moyennes telles qu'il s'en présentera deux cents jours par an, deux ou trois aéroplanes, monoplans ou biplans, quand l'ordre leur en a été donné, sont venus évoluer au-dessus des troupes, ont reconnu plus ou moins complètement leurs emplacements et leurs mouvements dans la zone qui leur était assignée, en se maintenant d'ordinaire à une hauteur suffisante pour n'avoir pas à redouter outre mesure les effets du feu; plusieurs sont venus rendre compte de leurs observations dans un laps de temps beaucoup plus court que n'eût pu le faire n'importe quel officier de cavalerie si bien monté et si heureux qu'on le suppose. Ce sont là des faits dont il faut envisager les conséquences, sans parti pris ni engouement excessif. »[75]

Ces observations sont ainsi plus rapidement transmises aux postes de commandement par la rapidité supérieure des avions car il ne suffit pas d'observer. En effet, une information n'a de valeur que si elle est transmise dans les meilleurs délais à la bonne personne. L'avantage de l'aéronautique est considérable en matière de rapidité de mouvement, de facilité à éviter les obstacles naturels (coupure humide et relief en particulier) ainsi que les formations ennemies, et sa capacité à trouver les postes de commandement où transmettre les informations récoltées est supérieure. C'est pourquoi l'état-major de la cavalerie n'est pas aussi réticent que l'on pourrait croire et constitue en 1914 des escadrilles au profit des divisions de cavalerie[76]. Elles seront dissoutes dans le courant de l'année 1915 car leurs avions[77] ne sont plus du tout adaptés aux missions et dépassés techniquement. En outre, des cavaliers ont un impact non négligeable sur le concept d'emploi de l'arme aérienne. L'une des figures emblématiques de l'aviation et de son développement est un cavalier, le Commandant de Rose[78] qui intervient en particulier pendant la bataille de Verdun où le Général Pétain lui confie la tâche d'obtenir la supériorité aérienne[79] au-dessus du champ de bataille.

Pour conclure, il n'a pas, au point de vue technique, de véritables liaisons entre la cavalerie et l'aviation puisque leurs missions se chevauchent. La Première Guerre mondiale

[74] 1911.
[75] BOULLAIRE, *Aéroplanes et cavalerie*, revue militaire générale, volume 10, août 1911, p207.
[76] « Le 15 juin 1914, trois escadrilles sont créées pour être rattachées à différentes divisions de cavalerie. Il s'agit de donner des yeux à ces unités très mobiles. Les nouvelles escadrilles prennent la dénomination de BLC 2, BLC 4 et BLC 5 respectivement rattachées aux 2ème, 4ème et 5ème divisions de cavalerie. Ce seront les seules créées. », Site internet Albin Denis, ttp://albindenis.free.fr/Site_escadrille/escadrilleBLC2.htm
[77] Blériot XI monoplace et Blériot XI BG monoplace à vision totale.
[78] KREMPP Thérèse et GRANHOMME Jean-Noël, *Charles de Rose le pionnier de l'aviation de chasse*, La nuée bleue, Strasbourg, 2003, 320p.
[79] Le général Pétain lui demande lorsqu'il prend le commandement du secteur de « Balayez-moi le ciel ! », Cité Général Voisin, *la doctrine de l'aviation française de combat au cours de la guerre (1915-1918*), Paris, berger-Levrault, 1932, p2.

n'est pas faîte pour la cavalerie[80] où elle n'est jamais une force de décision[81] et ses missions originales sont reprises par des armes et des matériels nouveaux, l'aviation et les chars de combat et, « si, comme l'a dit Napoléon, la tactique doit changer tous les dix ans, les temps sont révolus. L'apparition sur le champ de bataille des dirigeables et des aéroplanes, en enlevant à la cavalerie une partie de ses attributions, favorise une évolution, qui bientôt s'imposera, car de cet avènement datera dans la conduite de la guerre une ère nouvelle. »[82] Cependant, un lien existe bel et bien entre l'aviation et la cavalerie, même si il n'est pas technique[83], en ce qui concerne les missions de reconnaissance au profit de l'infanterie.

b) L'infanterie

L'infanterie est au début de la guerre par ses effectifs et par son emploi la composante la plus importante des armées occidentales. Elle est chargée d'attaquer, d'occuper le terrain et de défendre ses positions. Sa force réside dans une combinaison du feu et de choc. Pour cela elle est équipée de fusils individuels et elle est soutenue par des mitrailleuses. Son déplacement s'effectue essentiellement à pied et seuls les grands mouvements stratégiques s'effectuent par voie de chemin de fer[84]. Elle représente, pour l'armée française, 72% des effectifs en 1914 et elle subit les principales pertes durant cette guerre. Elle est l'objet de nombreux changements d'organisation, de matériels, de tactiques et d'équipements. L'une de ses plus grandes évolutions tactiques, au cours de cette guerre, réside dans sa collaboration avec l'aviation.

En effet, les premiers jours de la guerre font apparaitre une absence quasi-totale de lien entre l'aéronautique et les régiments ou divisions d'infanterie. Le lien de l'infanterie avec le

[80] Sa place est cependant conservée sur le front du Moyen-Orient. Elle est aussi limitée sur le front russe où la victoire allemande de Tannenberg en 1914 tient beaucoup à la reconnaissance des mouvements russes par l'aviation.
[81] L'observation du changement de direction des armées allemandes, déclenchant la bataille de la Marne, est le fait des observateurs aériens :
[82] BOULLAIRE, *Aéroplanes et cavalerie*, revue militaire générale, volume 10, août 1911, p227.
[83] On peut noter cependant qu'une des caractéristiques des escadrilles de l'aéronautique militaire française est d'être entièrement motorisée. A l'instar des régiments de cavalerie, elles sont capables de se déplacer rapidement et sans aucun soutien extérieur à n'importe quel endroit du front. Chaque escadrille possède son échelon volant et son propre échelon roulant, composé de camions et de voitures. Le changement s'opère aussi au niveau des odeurs où les vapeurs d'essence remplacent les effluves chevalines.
[84] Les taxis de la Marne ainsi que la Voie Sacrée sont des symboles de l'importance grandissante es moyens automobiles dans le déplacement des troupes.

service aéronautique se limite au début de la guerre à l'article 150 du manuel d'instruction militaire : « Toute troupe doit prêter assistance aux aéronautes et aux aviateurs qui atterriraient ou se trouveraient en détresse dans leur voisinage. Elle doit également assurer la transmission des renseignements qu'ils rapportent »[85]. L'un des aspects de cette méconnaissance est l'absence de capacité des troupes au sol à discerner correctement les avions amis des avions ennemis. Il n'est pas rare de voir des pilotes se plaindre de tirs fratricides. Pour pallier à ce problème, il est interdit durant une courte période de tirer sur tous les avions. L'autre solution qui est pérennisée est de faire reconnaitre aux sections d'infanterie les silhouettes des avions amis lors d'exercice, permettant ainsi la fin de ces tirs. Les cocardes, symboles distinctifs de chaque nation, sont aussi améliorées afin d'être visibles plus facilement. Avec la fin de la guerre de mouvement et la transformation du front en une ligne fortifiée, la liaison entre l'avion et l'infanterie prend une importance capitale dans les opérations militaires.

De fait, les actions offensives ne sont pas abandonnées du côté français car le sol national est occupé. Elles nécessitent de plus en plus une planification précise au point de vue temporel mais aussi et surtout sur le positionnement des troupes et leur activité à chaque instant. Cette volonté émane des différents quartiers généraux qui souhaitent conserver une vision précise du champ de bataille. En effet, il n'est plus possible pour ces généraux de se placer au plus près du front et d'obtenir visuellement les informations nécessaires au suivi de l'offensive. C'est ainsi que, naturellement, la troisième dimension s'impose pour l'obtention du positionnement des troupes. Ces informations doivent être récoltées par un avion évoluant au plus près du sol[86] et dont l'observateur est capable de bien discerner les positions. Cette action exige une grande préparation lors de ces attaques. Il est nécessaire pour cela de protéger ces avions des cibles privilégiées pour la chasse ennemie du fait de leur lenteur nécessaire à l'observation et de leur faible altitude. Des tactiques sont prescrites comme :

- « Faire atterrir d'avance sur le terrain du secteur d'attaque un certain nombre d'avions de chasse.
- Faire partir l'avion d'infanterie accompagné de cinq ou six avions de chasse, ceux-ci ayant pour mission de balayer l'air dans la zone d'attaque juste le temps nécessaire à l'avion d'infanterie pour se rendre compte de la situation et faire sa liaison (cinq à six minutes).

[85] *L'infanterie en un volume, Manuel d'instruction militaire à l'usage des élèves-caporaux, sous-officiers, élèves- officiers de réserve candidats aux écoles de Saint-Maixent ou de Saint-Cyr*, Paris, Librairie Chapelot, 1915, 1136p.
[86] Entre 200 et 300 mètres d'altitude.

- Répéter de telles missions aussi souvent qu'il sera nécessaire. Ce procédé trouverait aussi certainement son emploi au cas où l'ennemi nous imposerait brusquement une bataille défensive, avec de gros moyens, contre lesquels nous serions momentanément en état d'infériorité. »[87]

Ces avions sont aussi la cible des tirs de DCA car ils se situent dans la portée utile de ses armes. La solution est ici plus technique car la meilleure protection reste le blindage apportée sur les œuvres vives et autour de l'emplacement de l'équipage de l'avion. De plus, cette liaison d'infanterie n'a de sens que si elle est persistance tout au long de la journée afin de ramener de façon continue des informations. Il est donc nécessaire de prévoir une noria continue d'avions au-dessus des lignes. Cette mission est cruciale car elle permet de pouvoir exploiter une faiblesse de la ligne ennemie et donc d'obtenir, potentiellement, cette percée tant espérée.

Le rôle de l'avion dans cette liaison (sol → air → sol) est d'être le relais entre les hommes dans les tranchées et leurs chefs situés en arrière du front. La collecte de ces informations nécessite tout d'abord des moyens techniques de reconnaissance afin de bien discerner les troupes au sol. En effet, le bleu horizon peut en certaines occasions se démarquer de façon parfaitement visible[88] mais avec la boue, les explosions, les fumées et les gaz la visibilité est réduite. Il est donc nécessaire d'avoir recours à des moyens techniques actifs ou passifs pour faciliter ce repérage :

- Artifices : fusées, pots Ruggieri et feux de Bengale.
- Projecteurs
- Panneaux

Il est aussi parfois nécessaire à l'infanterie de pouvoir communiquer avec l'avion dont elle dépend. Pour cela, des signaux codés sont prédéfinis. Ils sont basés sur le langage morse ou sur un codage spécifique, en particulier pour les panneaux.

Cependant, la reconnaissance de l'avion à partir du sol peut se révéler difficile. C'est pourquoi, les Anglais mettent en place des signalisations particulières afin de permettre aux

[87] Rapport sur l'aviation d'infanterie dans un coup de main, Le commandant de l'aéronautique de la VIIème Armée en date de février 1918,. SHD, 1A.92.

[88] « Les lignes sont plus faciles à identifier que la veille et les jours précédents, où seuls les uniformes bleus clairs décelaient la présence des troupes françaises », rapport du Lieutenant Deslandres, observateur à l'escadrille SAL27 en date du 28 août 1918, SHD, 1A92.

fantassins de distinguer l'avion d'infanterie[89]. Ils sont ainsi équipés de morceaux de bois peints en noirs en placé en dessous des plans inférieurs de l'avion et d'une longue, étroite ailette.[90]. Ce système d'identification passive visuelle est aussi adopté par les forces françaises « il est muni, si possible, de signes distinctifs permanents (bande de couleur, rampes lumineuses, etc…) »[91] et allemandes « l'avion d'infanterie est reconnaissable aux longues flammes tricolores (noir-blanc-rouge) qu'il porte aux extrémités des ailes inférieures »[92] mais qui prévoient aussi un usage de fusées[93]. Ce système de reconnaissance sur les avions est réutilisé, avec succès, sur les ailes des différents avions et planeurs, lors du débarquement allié en Normandie en 1944, avec les fameuses bandes blanches et noires.

Enfin, le développement technique des capacités des avions leur permet d'effectuer des missions de soutien direct aux troupes au sol. A partir de 1916, il est possible pour certains aéroplanes, grâce à l'augmentation de leurs performances d'avoir une action directe sur les troupes ennemies à terre. Le mitraillage[94] ou le bombardement des tranchées, des postes de mitrailleuses, des points fortifiés ou des rassemblements de troupes sont ainsi maintenant plus facilement possibles. C'est une nouvelle façon de faire la guerre qui reste excessivement dangereuse :

> « A leur altitude de vol, ces escadrilles se trouvaient dans les trajectoires de tir des mitrailleuses et même des canons de 75 mm et elles subissaient donc de lourdes pertes. Nous avons vu à Matouge une escadrille de 15 avions qui avait commencé ses vols à six du matin et qui à dix heures n'avait plus que huit avions disponibles. D'autre part, en plus du tir des mitrailleuses terrestres, elles étaient soumises au tir de la chasse ennemie. »[95]

---

[89] « Contact-patrol: a patrol charged with the duty of maintaining communication with advancing infantry in attack on the enemy. This was accomplished by low-flying machines fitted with means for sound and visual signalling. » The official history of Australia in the war of 1914-1918, Volume VIII, the Australian flying corps, www.awm.gov.au.

[90] « Suitable markings are : (i.) Pieces of 3-ply wood painted black about 12 "x 18" attached by hinges to the trailing edge of each lower plane about 8 feet from the fuselage (ii.) A long narrow wind vane attached to the rudder. », Co-operation between aircraft and infantry S.S 135 Appendix B, Avril 1918, SHD, 1A181.

[91] Règlement provisoire sur la liaison d'infanterie par avion et par ballon captif , GQG, état-major, 3ème bureau du 17 avril 1916.

[92] Traduction d'un document allemand, Liaison de l'infanterie par avion et ballon captif du 1er janvier 1917, SHD, 1A 301, p5.

[93] « L'avion d'accompagnement d'infanterie se signale par une cartouche-indicatif envoyée deux ou trois fois à quelques minutes d'intervalle, avant tout autre signal ». Manuel du chef de section d'infanterie, Paris, Imprimerie nationale, Edition de Janvier 1918, p325

[94] L'expérience de Marc Bloch relatée dans AUDOIN-ROUZEAU Stéphane, *Combattre une anthropologie historique de la guerre moderne (XIXème –XXIème siècle)*, Paris, Seuil, 2008, p 152-154, est significative des sentiments des soldats subissant cette nouvelle menace.

[95] ICARE N°213, *Journal de Jules Abel 1ère partie 1916-1918 : pilote de reconnaissance*, Roissy, Syndicat National des Pilotes de Lignes, 2010

Les soldats peuvent être ainsi attaqués par les airs par d'autres hommes et ce en n'importe quel endroit du front ou de l'arrière. Cependant, ce type d'attaque est particulièrement dangereux aussi pour les pilotes car ils rentrent dans le domaine où le tir des « balles de terre »[96] est potentiellement mortel. En outre, ces missions nécessitent donc une reconnaissance des troupes au sol afin de bien reconnaitre et discriminer la cible. La mission des avions n'est plus seulement de rendre compte des positions mais d'apporter une aide directe, un soutien rapide et précis à l'infanterie. Ce mode de fonctionnement peut être à l'initiative des troupes au sol mais aussi laissé à l'appréciation des équipages pour intervenir sur une zone. Cette nouvelle possibilité peut amener à équiper les fantassins de moyens de signalisation passifs. Les Anglais développent aussi des avions de contre-attaque qui sont chargés de prévenir les réponses des troupes allemandes suite à une attaque[97].

Pour conclure, les liaisons entre le sol et l'avion se sont développées tout au long de la guerre au vu de son évolution tactique et de l'augmentation de capacités des aéroplanes. L'utilisation des moyens aériens modifie en profondeur la façon de faire la guerre de l'infanterie aussi bien du point de vue du fantassin que de celui du général. Ces missions permettent aussi de raffermir les liens[98] entre l'aviation et l'infanterie. Les risques que prennent les pilotes et l'aide directe qu'ils fournissent les rapprochent du vécu quotidien des « Poilus »[99].La prise en compte de ces nouvelles possibilités mais aussi menaces[100] rend les liaisons entre ces deux entités particulièrement importantes, car l'infanterie reste aussi dépendante de son autre soutien, l'artillerie.

c) L'artillerie

[96] Dénomination souvent employée pour qualifier les tirs venant du sol qu'ils soient le fait de fusils ou de mitrailleuses.

[97] « Counter-attack patrol: a detailed reconnaissance of the forward areas of the enemy's territory carried out by low-flying machines during or immediately after an advance by the infantry or other ground-troops, in order to discover any signs of concentration for, or launching of, a counter-attack » The official history of Australia in the war of 1914-1918, Volume VIII, The Australian flying corps, www.awm.gov.au,.

[98] « L'infanterie sentira grandir son moral si elle a l'impression qu'elle est en liaison avec l'aviateur » Traduction d'un document allemand, Liaison de l'infanterie par avion et ballon captif du 1er janvier 1917, SHD, 1A 301, p2.

[99] « Nous entrons en liaison intime avec l'infanterie à qui au cours de attaques nous pouvons rendre de très grands services et pour les convaincre on leur fait faire des sorties », MONTARIOL Paul, *Pilote observateur en 1916 à Verdun*, Paris, Editions Heiligenstein, 2012, p34.

[100] Le manuel du chef de section d'infanterie de 1918 possède un chapitre concernant le tir sur avions ainsi qu'une description des matériels nécessaires à contrer cette nouvelle menace (correcteur, rallonge mobile et support vertical).

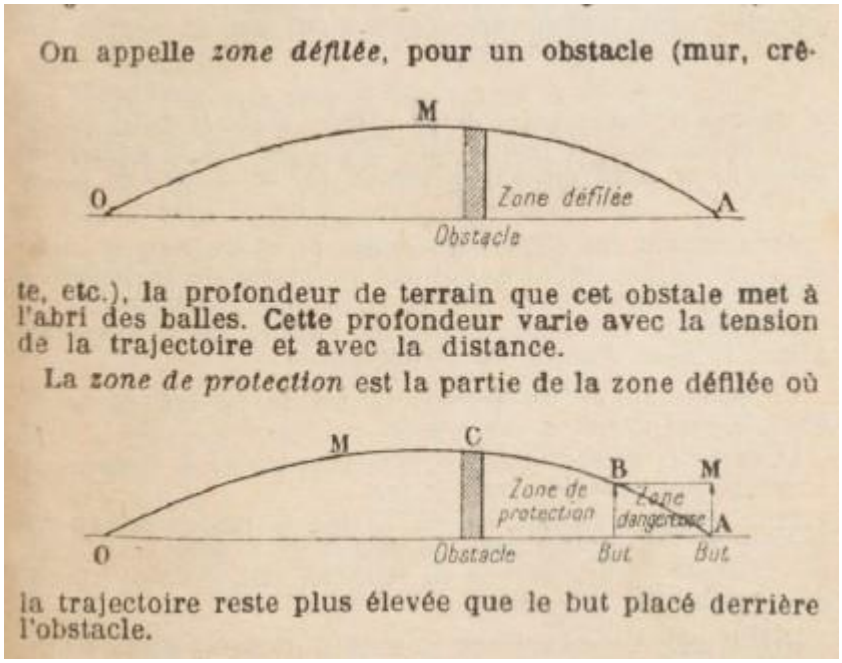
Pour rappeler le rôle prépondérant de l'artillerie durant la Première Guerre mondiale, un seul chiffre peut le résumer : 70 à 80 % des blessures sont infligées par les obus. Cette arme bénéficie des avancées techniques, réalisées avant le début du conflit, avec le développement du canon en acier à tube rayé, des freins hydrauliques et des nouvelles munitions. Il ne faut pas non oublier que, pour la France l'artillerie est considérée comme une arme moderne et technique qui peut directement influer sur le cours de la guerre avec le « légendaire » canon de 75. Elle prend aussi conscience durant les différentes manœuvres de tout le potentiel de l'aéronautique naissante. Pour avoir un tir d'artillerie efficace, il est nécessaire, dans la plupart des cas, d'avoir un observateur qui corrige et ajuste les réglages des pièces au fur et à mesure des tirs fin d'obtenir la meilleure précision possible. Or, l'avantage de l'aviation est ici prépondérant. Car l'observateur placé dans un avion « voit tout »[101].

Bien sûr, l'artillerie utilise déjà des moyens aériens pour régler ses tirs avec l'aérostation militaire. Elle est équipée de ballons captifs, reliés par téléphonie et par signaux optiques au commandement de la batterie afin d'effectuer des réglages précis. Cependant, pour prendre une analogie mathématique, ce ballon n'est qu'un segment placé dans un repère orthonormé par 2 axes alors que l'avion est un vecteur défini suivant 3 axes. L'aérostation possède cependant des avantages comme une liaison constante et réciproque entre le commandant de la batterie et l'observateur d'artillerie assurée par téléphone. Cependant, le ballon reste une cible facilement identifiable et peut être contrebattu car il est lié au sol. L'avion est plus difficile à atteindre et il possède une mobilité sans comparaison. C'est donc naturellement que le commandement de l'artillerie mais aussi la presse plus ou moins spécialisée[102] s'intéressent très tôt à ce nouveau moyen technique.

Pour les artilleurs, l'une des premières qualités de l'observation aérienne pour le réglage des tirs d'artillerie est de permettre d'augmenter leur efficacité. La prise de conscience réelle par l'infanterie et la cavalerie, lors des premiers mois de la guerre[103], de la puissance destructrice des canons oblige les troupes à se cacher du tir direct. Le matériel, que cela soit les 75 français ou les 77 allemands, sont conçus pour effectuer un tir rapide sur des objectifs

[101] CHARET, *L'aviation d'artillerie*, Revue d'artillerie, volume 79, mars 1912, p336.
[102] Voir dans l'Illustration n°3576, du 9 septembre1911, l'article intitulé l'Aéroplane et le tir de l'artillerie, et dans *la Technique moderne n° 12*, de décembre1911, l'article intitulé: Utilisation de l'aéroplane pour le réglage des tirs d'artillerie
[103] Même si cette puissance mortelle est déjà présente lors des combats de 1870 en particulier avec la charge de Reichshoffen lors de la bataille de Frœschwiller mais aussi avec les charges de cavalerie face à l'artillerie durant la guerre de Crimée.

directement visibles. Il leur faut donc s'adapter et effectuer des tirs à défilement, c'est-à-dire sans avoir une vue directe de la cible.



C'est là que l'avion apporte une plus-value importante pour le réglage des tirs car il s'affranchit plus facilement des obstacles naturels, en particulier du relief. Cependant, les informations doivent être transmises, ce qui nécessite évidemment la création d'un lien entre le sol et l'avion. Les solutions sont ainsi facilement trouvées lors de conférences[104] précédant la guerre :

- « la liaison de bas en haut, entre le commandant de la batterie et l'officier aviateur, est facile à établir par l'emploi de signaux optiques conventionnels ».p342
- « Quant à la liaison de haut en bas, elle est réalisée par l'envoi d'un bulletin que le pilote détache d'un bloc-notes placé près de lui, et auquel est attaché, par un fil métallique passant dans un œillet, un petit objet pesant : écrou, balle de plomb… » p343

Cependant, cette prise de conscience ne s'accompagne pas d'une véritable instruction codifiant de manière précise la mise en œuvre de ces liaisons, et n'envisage pas clairement les moyens techniques à développer pour les rendre efficaces. Il faut donc attendre les premiers mois de la guerre pour voir toutes les formations aériennes, en liaison directe avec les batteries, mettre en place les procédures et les moyens techniques pour répondre à ce

[104] CHARET, *L'aviation d'artillerie*, Revue d'artillerie, volume 79, mars 1912, p342 et p343.

challenge. Les opérations militaires sont caractérisées par une volonté de rapidité et d'efficacité. C'est ainsi que la mise en place de ces liens est surtout basée sur des expériences, des rapports[105] et un choix fait sur les méthodes qui obtiennent les meilleurs résultats. Il est assez simple de les évaluer par un résultat positif pour le tir par une destruction observée ou négatif pour la composante aérienne lors que celle-ci ne revient pas sur son terrain d'aviation à l'issue de sa mission. Les procédés choisis peuvent expliquer la perte de l'avion (altitude dangereuse, procédé trop long, manœuvres inappropriées…).

Ainsi, les instructions se succèdent :

- Instruction sur l'emploi de l'observation aérienne en liaison avec l'artillerie du 2 mai 1915
- Instruction sur l'emploi de l'observation aérienne en liaison avec l'artillerie du 12 aout 1915.
- Instruction sur l'emploi de l'observation aérienne en liaison avec l'artillerie du 19 janvier 1916.
- Instruction sur l'emploi de l'observation aérienne en liaison avec l'artillerie du 17 janvier 1917.
- Instruction sur l'emploi de l'observation aérienne en liaison avec l'artillerie 15 décembre 1917.

Par exemple, l'instruction de janvier 1917[106] a pour but de faire connaitre:

- Les conditions d'emploi de l'observation aérienne en liaison avec l'artillerie
- Les missions qu'elle peut remplir
- Les devoirs du personnel dans l'exécution de ces missions.
- L'Annexe 1 établit les règles relatives à la conduite à l'observation du tir par avion et par ballon, avec une note pour la désignation des objectifs.
- L'Annexe 2 donne les codes de transmissions des signaux.

[105] Questionnaire télégraphique du 7 septembre 1914 relatif aux procédés employés par les avions allemands et français au service de l'artillerie, du directeur de l'aéronautique au GQG envoyé à tous les directeurs d'aviation des armées, SHD, 1A301.

[106] -Instruction sur l'emploi de l'observation aérienne en liaison avec l'artillerie du 19 janvier 1917, SHD 1A301.

- L'Annexe 3 donne, à titre d'indication, des modèles d'ordres et de comptes rendus.

Les principales parties de ces instructions concernent le rôle de l'observateur et la façon doit il doit régler les différentes sortes de tir réalisables par les pièces d'artillerie :

- Tir de réglage
- Tir d'efficacité
- Tir de précision
- Tir sur zone

Il est aussi fait mention dans chaque instruction, et cela concerne plus directement notre recherche, des moyens employés pour la réalisation de ces différentes liaisons :

			Instruction provisoire		Instruction officielle			
			20 décembre 1914	2 mai 1915	12 août 1915	19 janvier 1916	17 janvier 1917	29 décembre 1917
MOYENS	liaison air-sol	TSF émetteur	X	X	X	X	X	X
		TSF récepteur					X	X
		Projecteurs de bord				X	X	X
		Mouvements avions	X					
		Message lestés				X	X	X

		Fusées	X			X	X	X
	liaison sol-air	TSF récepteur	X	X	X	X	X	X
		TSF émetteur					X	X
		Draps	X				X	
		Projecteurs			X	X	X	X
		Panneaux			X	X	X	X
		Panneau d'identification				X	X	X

L'une des premières remarques sur ce tableau concerne, dans les documents officiels, l'apparition seulement en janvier 1916 du message lesté. Il semble que l'avantage de la T.S.F est très tôt pris en compte, même si on le note avec l'augmentation des moyens disponibles, cette technique n'a pas toujours concrétisé les grands espoirs placés en elle. Il s'agit, en particulier pour les messages lestés, de moyens palliatifs à une panne des émetteurs ou des récepteurs.

D'autre part, l'apparition tardive de la réception de la T.S.F à bord des avions n'est pas encore une généralité : « Il existe en outre des appareils récepteurs de T.S.F à bord d'avions qui, dans certains cas, peuvent être employés pour correspondre avec des postes émetteurs terrestres installés près des postes de commandement. »[107]. Ainsi, les moyens visuels de communication entre le sol et l'avion sont conservés en cas de panne des moyens radios ou comme moyen premier de communication si l'escadrille n'est pas encore équipée de ces nouveaux matériels.

Afin de caractériser, même si cela est réducteur et facile, l'évolution de l'importance de ce rôle de l'aviation, il est facilement possible de comparer le nombre de pages de

[107] Instruction sur l'emploi de l'observation aérienne en liaison avec l'artillerie du 17 janvier 1917, p2.

l'instruction d'août 1915 et celle de décembre 1917. On passe ainsi, en ayant pratiquement la même typographie, de 25 pages à 105 pages.

Ces différentes instructions peuvent être recoupées par d'autres sources comme le livre du gradé d'artillerie de 1915-1916[108]. Il confirme la différence de moyens de communication entre le sol et l'avion.

sol-air	rectangle étoffe blanche
air-sol	bulletin lancé
	fusées

Ces solutions sont à mettre en relation avec le tableau précédent et peuvent s'inscrire dans l'évolution générale des liaisons. Cependant, ce document est publié par une librairie dont les ouvrages sont disponibles en rayon. Il n'y a pas mention d'une quelconque confidentialité de cet ouvrage. Il semble donc qu'il ne soit qu'un livre destiné, malgré la mention « à l'usage des élèves brigadiers, brigadiers et sous-officiers d'artillerie de campagne : contenant toutes les matières nécessaires à l'exercice de leurs fonctions et conforme à tous les règlements parus à ce jour », à donner aux différents lecteurs une information vague sur les moyens de l'artillerie française. En effet, il est difficilement imaginable, en période de guerre où la censure s'exerce partout, d'y retrouver immédiatement les instructions classées SECRET. En outre, l'absence de mention de la T.S.F, pourtant largement repandue en 1916, confirme l'importance de garder les progrès techniques cachés à la connaissance de l'ennemi.

En outre, ces moyens ne sont que le tuyau qu'empruntent les informations recueillies par l'observateur. Il faut qu'elles soient donc maintenant codées afin d'être transmises en toute sécurité mais surtout le plus rapidement possible afin d'augmenter l'efficacité des tirs d'artillerie.

[108] *Le livre du gradé d'artillerie, édition 1916*, Berger-Levrault, Paris, 1916,930p.

3) Les contraintes

a) Pour le « segment »[109] sol

A première vue, les contraintes liées à cet aspect de la liaison ne semblent pas très importantes. Néanmoins, les matériels, les options techniques et la particularité de cette guerre de position rendent cette étude nécessaire.

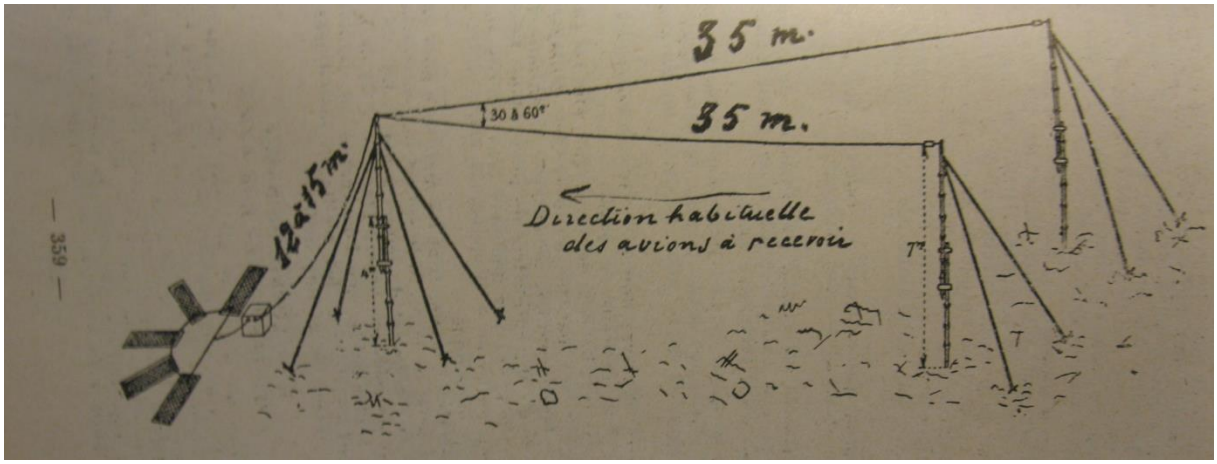
Tout d'abord, l'une des règles premières en matière militaire est de ne pas se faire repérer, d'autant plus dans les communications. En effet, les zones où transitent des messages, des ordres, des comptes rendus et surtout des décisions qui influencent les évènements sur le front sont particulièrement recherchées par l'ennemi comme objectifs à détruire ou à perturber. C'est pourquoi, l'implantation des différents moyens de liaisons entre le sol et l'avion doit dans les cas de recherche d'informations (réglage et position) être le moins possible visible pour l'ennemi. Il faut donc pour cela des endroits dégagés de la vue de l'ennemi mais aussi situés non loin de la ligne de front afin de pouvoir communiquer au plus vite et directement. Ces zones peuvent être assez rares et il faut alors composer. Ainsi, un véritable maillage téléphonique est organisé pour permettre aux stations réceptrices de transmettre les informations recueillies par les avions pour les transmettre le plus rapidement possible soit aux batteries d'artillerie soit aux postes de commandement.

En outre, avec l'utilisation croissante de la TSF, les moyens de communication s'élèvent. En effet, les panneaux ou draps restent de simples marquages au sol dont la hauteur visible est très limitée. Il n'en n'est pas de même avec la radio qui nécessite des moyens physiques de diffusion et de réception de l'onde créée (antennes, aériens) afin de mieux émettre et réceptionner. Le choix du site d'installation doit répondre, ainsi prioritairement, à des critères lui permettant de se cacher des regards ennemis. Les antennes, doivent donc être le moins visibles possible des observateurs ennemis qu'ils soient au sol ou en vol. Il ne faut pas oublier que ce n'est pas seulement l'antenne qui est visible mais bien plus le haubanage nécessaire à l'érection de celle-ci et qui peut se repérer de très loin[110].

[109] Par analogie avec les conventions des armées d'aujourd'hui, j'utilise le terme de segment pour caractériser tous les équipements qui ne sont pas embarqués à bord des avions mais qui sont absolument indispensables à l'établissement d'une liaison entre le sol et l'avion.

[110] Sur des photos aériennes, ces installations sont facilement repérables par leur ombre portée par le soleil, elle peut être confirmée par des prises de vues à des horaires différents qui confirment ainsi la position des antennes et par la même la position des émetteurs et ou des récepteurs.

Voici un schéma d'implantation[111] d'une boite de réception de type 3 (ondes amorties) qui nous montre bien l'espace nécessaire pour l'installation mais aussi des contraintes techniques particulières dûes à la spécificité du matériel :



Matériel d'antenne : antenne en V dont les deux brins forment un angle de 30 à 60°. Les brins sont portés par des supports en bambou de 4 mètres de haut couplés pour obtenir une hauteur finale de 7 mètres. Il est donc nécessaire d'obtenir une stabilité constante et importante du système (qualité du terrain et haubanage de qualité) mais aussi une directivité relative mentionnée sur le schéma par « direction habituelle des avions à recevoir ». Le choix du bambou pour les mats est intéressant car cette essence est relativement souple, en plus d'être légère, ce qui limite la fragilité du système en cas de vent. D'autre part, il n'y a pas, avec ces récepteurs radio, la nécessité d'avoir une grande directivité, à l'opposé de véritables liaisons hertziennes. Ainsi, le fait que ces installations puissent bouger légèrement ne dégrade pas la qualité de la liaison.

Câbles d'antenne : ils sont constitués par plusieurs brins de fil de cuivre étamés, tressés ou torsadés. Il faut ici supposer que les modes de fabrication de cet élément dépendent du constructeur ou de l'approvisionnement et ne sont pas encore bien définis.

Isolement et prise de terre : la valeur du poste récepteur dépend dans une large mesure du soin apporté à l'établissement de la prise de terre. Elle est constituée par un ou plusieurs grillages en cuivre à large maille développés et enfouis dans le sol à 20 ou 30 centimètres de profondeur. Elle est souvent complétée par quelques gros piquets en fer galvanisé, enfoncés à

[111] Manuel de radiotélégraphie aéronautique, ministère de la guerre, direction de l'aéronautique, 1924, K18569, SHD. Bien que ce document soit de 1924, il fait référence à du matériel utilisé au cours de la Première Guerre mondiale. En effet, il s'agit d'un manuel de formation et elle se base, et c'est encore le cas encore aujourd'hui dans les armées, sur du matériel qui est ou a été en dotation dans les armées.

la masse et reliés entre eux par un fil métallique. Cet aspect électrique est aussi une contrainte car il faut pouvoir s'adapter afin d'obtenir la meilleure « terre ». Ainsi pour un terrain sec, on arrose le sol afin de l'améliorer et s'il est sablonneux ou rocheux, on remplace la prise de terre par un contrepoids que l'on réalise en déroulant à la surface du sol des treillages métalliques à mailles serrées de grandes surface.

En outre cette spécification de l'emplacement des antennes de réception et d' émission croit tout au long de la guerre avec l'augmentation de l'utilisation mais aussi avec l'expérience des hommes chargés de leur installation[112] qui découvrent que la propagation des ondes hertziennes est sujettes à nombre de paramètres. Il ne s'agit pas pour moi d'expliquer les théories de Maxwell mais l'établissement d'une liaison opérationnelle est un long processus. Les opérateurs radio, au sol, s'installent sur une position choisie ou définie par le commandement. Ils doivent ensuite effectuer les différents essais avec leurs correspondants aériens afin de valider la position et donc la qualité des liaisons. Sur ce point, la longue période de stabilité du front a certainement rendu ces positions de plus en plus performantes par des retours d'expériences constants.

Enfin, une autre contrainte concerne principalement les troupes d'infanterie chargées de transmettre des informations aux avions chargés de surveiller leurs mouvements ou de répondre à leurs demandes particulières. Il s'agit de la contrainte première pour chaque soldat qui doit lutter pour sa survie au milieu d'un environnement hostile, à savoir le poids et son corollaire l'encombrement. Ces hommes doivent donc, en plus de leur arme, de leur barda, de leurs munitions, transporter les moyens physiques pour rentrer en communication avec l'observateur aérien. Ces moyens de communications doivent donc être d'un poids restreint et d'un encombrement limité afin de pas condamner, et c'est bien le terme, le soldat chargé de les transporter. Ainsi, les panneaux de signalisation sont de couleurs[113] différentes et de dimensions réduites[114]. Cependant, il est possible de les joindre afin d'augmenter la surface visible. Un autre avantage est de limiter le manque de signalisation du fait des pertes en

[112] Ainsi un guide technique de l'officier d'antenne et de l'observateur en avion est prévu en 1917 afin de « préciser de quelle façon doit être installé le poste récepteur du groupe pour fonctionner dans les conditions les plus favorables », SHD 1A,Conférence du Capitaine Verdurand : comment obtiendra t on le rendement maximum de l'observation aérienne d'artillerie ?

[113] « Ces marques d'indentification facilitent une communication très simple : blanc (progression), rouge (arrêt) », VILLATOUX Marie-Catherine, *Le renseignement photographique dans la manœuvre : l'exemple de la Grande Guerre*, Revue historique des Armées, 2010, p7.

[114] Ainsi, le 8 juillet 1916 le groupement B du secteur de Verdun organise un exercice qui « a pour but de se rendre compte si les avions et ballons peuvent sans difficulté repérer nos tranchées lorsque celles-ci sont jalonnées au moyen de petits panneaux de toile ou de drap très portatifs (0.50 * 0.50 ou 1m * 1m). », 1 A308, SHD, les Allemands utilisent un format de 0.8*1m pour les draps de première ligne.

soldat, porteur de cet équipement, lors de l'attaque par une multiplication et une dotation collective importante des hommes. Enfin, et cette contrainte n'est pas a priori facile à appréhender en début de guerre, la question de la couleur des moyens utilisés reste entière. La couleur blanche représente l'avantage de se voir parfaitement et permet, par la superposition de morceaux noirs, de multiplier facilement les combinaisons sans diminuer sa visibilité. Néanmoins, la guerre se déroule aussi durant les mois d'hiver où le sol enneigé se confond aisément avec ces étoffes de couleur blanche. C'est pourquoi, les troupes allemandes disposent d'un drap de signalisation biface : un côté blanc et un côté de teinte foncée[115]. Il ne semble pas que les forces françaises adoptent se principe de fonctionnement car il n'est pas fait état de ce type de matériel dans leur dotation[116].

En outre, la multiplication des éléments nécessitant de l'électricité pour fonctionner augmente le poids de l'équipement total de ces hommes. Il est bien sûr inconcevable de tirer une ligne électrique pour alimenter les vagues d'attaque comme il est tout aussi irréel de vouloir doter les hommes de groupes électrogènes. La seule et unique solution reste de transporter cette électricité au moyen de batteries. Or celles-ci, tout comme aujourd'hui, sont d'un point excessif pour une capacité assez faible. Il faut donc répartir les différentes batteries entre les hommes afin d'assurer le lien avec les avions d'infanterie.

Enfin, l'utilisation d'artifices (feux de Bengale, fusées, pot Ruggieri…) représente une contrainte difficilement compréhensible par le commandement qui n'a pas eu l'expérience de la première ligne et n'est pas au fait des conditions de combat en première ligne. Tout au long de la guerre, ces moyens sont recommandés mais ils peuvent représenter un danger mortel pour leur utilisateur. Ils sont bien évidemment très visibles pour l'observateur aérien mais pas seulement pour lui. L'ennemi détecte lui aussi très facilement le départ d'une fusée ou la mise à feux d'un fumigène et peut déclencher rapidement, avec une précision et un réglage facilité par la persistance de ce moyen, un tir d'artillerie sur la position de l'infanterie[117]. De plus, ces artifices représentant un danger physique pour leurs possesseurs puisqu'ils peuvent plus ou moins facilement exploser lorsqu'ils sont frappés par une balle. Là aussi, la question du poids

[115] Traduction d'un document allemand, Liaison de l'infanterie par avion et ballon captif du 1er Janvier 1917, p14, SHD, 1A88, p4.

[116] A noter que lors de l'intervention en Afghanistan, dans la dernière décennie, les sacs à dos des troupes déployées au sol, en cas de support aérien, avaient un plastron rouge vif permettant de les distinguer et ainsi d'éviter les tirs fratricides.

[117] Ainsi, Le Major Blake, commandant le Squadron n°3 de l'Australian Flying Corps lors des offensives britanniques de août 1918, constate « The Infantry objected to the flares that the lighting of them disclosed the position not only to our own airmen but to the enemy's also, and that the result was to hasten hostile artillery-fire on the new line », *History of the Australian Flying Corps*, p 318.

et de l'encombrement se pose puisque ces équipements sont transportés par les hommes qui montent au front lors des attaques. En cas d'action défensive, ces contraintes sont moindres puisque les artifices sont en dotation au sein des tranchées et peuvent être utilisés sans limitation ni ce n'est celle du ravitaillement.

Pour conclure, les principales contraintes du « segment sol » sont celles qui ont prévalu la majeure partie de la guerre, à savoir durant la guerre de position. Cependant il ne faut pas oublier que la guerre de mouvement en 1914[118] et surtout en fin 1918 fait apparaitre la nécessité de doter les escadrilles[119] ainsi que les unités de transmissions, travaillant de concert, de moyens de transmissions mobiles leur permettant de continuer à travailler derrière un front changeant rapidement . En effet, la liaison se doit d'être maintenue coûte que coûte malgré les difficultés inhérentes à celle-ci.

b) Pour la liaison

L'établissement du lien entre le sol et l'avion nécessite la création d'un « tuyau » de communication qui possède ses propres caractéristiques et donc ses propres contraintes selon le moyen utilisé pour sa création.

L'une des premières contraintes est la visibilité nécessaire à la reconnaissance mutuelle des deux acteurs de cette liaison. Les obstacles sont multiples :

Nuage : un temps dégagé est nécessaire pour permettre à l'avion chargé de communiquer avec le sol[120] de décoller ce qui interdit toute liaison dans les cas de fort brouillard, pluie, neige ou grand vent. En outre, une météo avec des nuages épars peut elle aussi interrompre la communication car pendant le laps de temps où l'avion se trouve derrière ou dans le nuage, il n'est pas possible avec des moyens visuels de correspondre.

Fumée : les fumigènes sont utilisés pour masquer les déplacements de troupes et interfèrent donc dans la communication. De la même manière, les feux provoqués par les tirs d'artillerie et la fumée qui s'en dégage limitent la visibilité.

[118] A cette époque la liaison entre le sol et l'avion est à ses débuts et n'a pas une aussi grande influence qu'à la fin du conflit.
[119] De la même manière les escadrilles et en particulier leur terrain d'aviation ont eux aussi leur propres contraintes voir AUBOUT Mickael, *L'émergence des premiers terrains d'aviation de l'aéronautique militaire française 1900-1914*, Revue historique des armées n°264, 2011, p 98-107.
[120] Les chasseurs, les bombardiers et les avions de reconnaissance n'ont pas les mêmes limitations car leur interaction avec les troupes amies au sol est très limitée.

Nuit : Les actions de nuit sont réservées au bombardement ou à des reconnaissances spécifiques qui ont lieu principalement lors des nuits claires ou à la tombée de la nuit afin de reconnaitre plus facilement les emplacements des batteries[121].Ainsi, des réglages d'artillerie de nuit sont possibles mais nécessitent des conditions strictes d'emploi[122] :

- Des nuits particulièrement claires
- Des objectifs très nets
- L'emploi d'avions de certains modèles
- Une connaissance complète du terrain de la part de l'aviateur
- Une discipline stricte de feu

Luminosité : Cet aspect n'est pas à négliger en particulier pour tous les moyens optiques de signalisation (projecteurs). Le faisceau lumineux artificiel peut ainsi se révéler peu visible face au soleil[123].

Encombrement : Il peut être difficile pour un opérateur au sol de bien distinguer l'avion avec lequel il doit entrer en communication. Cette contrainte apparait progressivement dans les instructions du fait de l'augmentation constante des avions en dotation dans les armées et « exige un personnel très exercé »[124].

Relief : Les éléments naturels du terrain peuvent aussi rendre impossible tout établissement d'une liaison. Cet aspect rend les points hauts particulièrement importants pour les communications et peut limiter l'action des avions de réglage en particulier dans les massifs montagneux.

Ces contraintes physiques concernent donc principalement un lien visuel entre le sol et l'avion. Avec le développement des moyens radios une autre contrainte à prendre en compte : la possibilité de subir des interférences. Elles peuvent provenir du fait d'une volonté de

[121] « Si le départ de ces vols a été exécuté à une heure où la clarté était encore largement suffisante, la volonté de se maintenir en l'air jusqu'au moment où le tir produit des lueurs très vives a conduit les pilotes à atterrir en pleine obscurité » Rapport du Capitaine Bellanger, chef du service aéronautique de la 6ème armée au chef du service aéronautique au GQG en date du 13 décembre 1914, SHD, 1A301.
[122] Instruction sur l'emploi de l'observation aérienne en liaison avec l'artillerie du 29 décembre 1917, p60.
[123] « Les difficultés de visibilité par les temps très lumineux », Instruction sur l'emploi de l'observation aérienne en liaison avec l'artillerie du 19 janvier 1916, p43.
[124] Instruction sur l'emploi de l'observation aérienne en liaison avec l'artillerie du 19 janvier 1916, p43.

l'ennemi de limiter l'efficacité des communications radio : on parle alors de brouillage ou de problèmes liés à l'usage de son propre matériel.

Tout d'abord, les émissions radio se déplacent à la vitesse de la lumière et se propagent dans les airs sans limites, si ce n 'est celle de la puissance avec laquelle elles ont été émises. Ainsi, une émission radio est définie par une fréquence qui lui est propre et qui est partagée avec la réception afin de créer une liaison. Il est donc possible de brouiller celle-ci si l'on se place à l'exacte fréquence et que l'on possède la puissance nécessaire. En effet, le récepteur choisit la fréquence avec la puissance la plus forte à chaque instant. Il est donc techniquement possible soit de brouiller, c'est-à-dire de rendre incompréhensibles les informations transmises, soit d'intercepter, c'est-à-dire d'écouter ces mêmes informations, soit de modifier, c'est-à-dire de se mettre à la place de l'émetteur et de transmettre des données erronées. Le brouillage reste la solution la plus simple à mettre en œuvre car elle ne nécessite que des moyens techniques. Ainsi, durant les opérations des Dardanelles, les opérateurs allemands, alliés des Turcs, arrivent à envoyer des « messages insultants »[125] sur les fréquences utilisées par les opérateurs radio anglais, rendant difficile voire impossible l'utilisation des moyens de réglage d'artillerie, en particulier pour la Royal Navy. La solution face à cette menace est de conserver le plus secret possible les fréquences utilisées par les opérateurs. Les documents mentionnant les différentes longueurs d'ondes de différentes opérations aériennes sont classifiés au plus au haut niveau avec la mention « secret » inscrite en rouge sur le document. Ces tableaux, véritable plan de fréquence, sont aussi limités dans leur diffusion. Les copies sont transmises pour action « aux généraux commandant les 3ème et 4ème D.I, au Colonel Cdt l'artillerie, aux chefs des Serv.Aéro et Télég »[126]. Il est d'ailleurs souvent mentionnés que ces documents ne doivent en aucun cas être emmenés en première ligne que cela soit dans une tranchée ou dans un avion afin d'éviter leur diffusion auprès de l'ennemi. Il est de même pour le matériel. Ainsi, il est « expressément recommandé de démonter les appareils, et surtout d'enlever tous les documents pouvant donner à l'ennemi des indications sur le procédé de réglage par T.S.F en cas d'atterrissage fortuit en dehors de nos lignes »[127]

[125] KENNETT Lee, *La Première Guerre aérienne 1914-1918*, Paris, Economica, 1997, p 214.
[126] Tableaux des longueurs d'ondes appliquées à la date du 18 novembre 1916, Note « SECRET » du 2ème Corps d'armée en date du 16 novembre 1916, SHD 1A308.
[127] *Instruction sur l'utilisation d'avions munis de T.S.F pour le réglage du tir (complément à l'instruction du 10 novembre 1914)*, GQG le 15 février 1915, SHD 1A88, p7.

Ainsi, la mise en place très rapide de moyens d'identification préalable à toutes transmissions semble avoir limité les actions de l'ennemi autres que le brouillage. Ainsi, dès les premières instructions, en particulier pour le réglage de l'artillerie, il est mentionné dans les règles d'emploi des signaux que « Toute communication est précédée d'un signal de reconnaissance répété deux fois »[128]. En effet, chaque avion possède son propre indicatif[129] qui lui permet de s'identifier auprès des opérateurs au sol. De la même manière, chaque poste radio au sol possède ses propres identifiants.

Ces signaux d'identification sont aussi utilisés lors d'une initialisation de la liaison avec l'infanterie pour la liaison par les avions, et ceci se fait par le biais de fusées[130].

Indicatifs à envoyer 2 ou 3 fois, à quelques minutes d'intervalle, avant tout signal	Je suis l'avion d'infanterie de la 1ère division	1 fusée de 1 feu
	Je suis l'avion d'infanterie de la 2ème division	1 fusée de 2 feux simultanés

On retrouve ce même mode de fonctionnement au sein de l'armée allemande[131] :

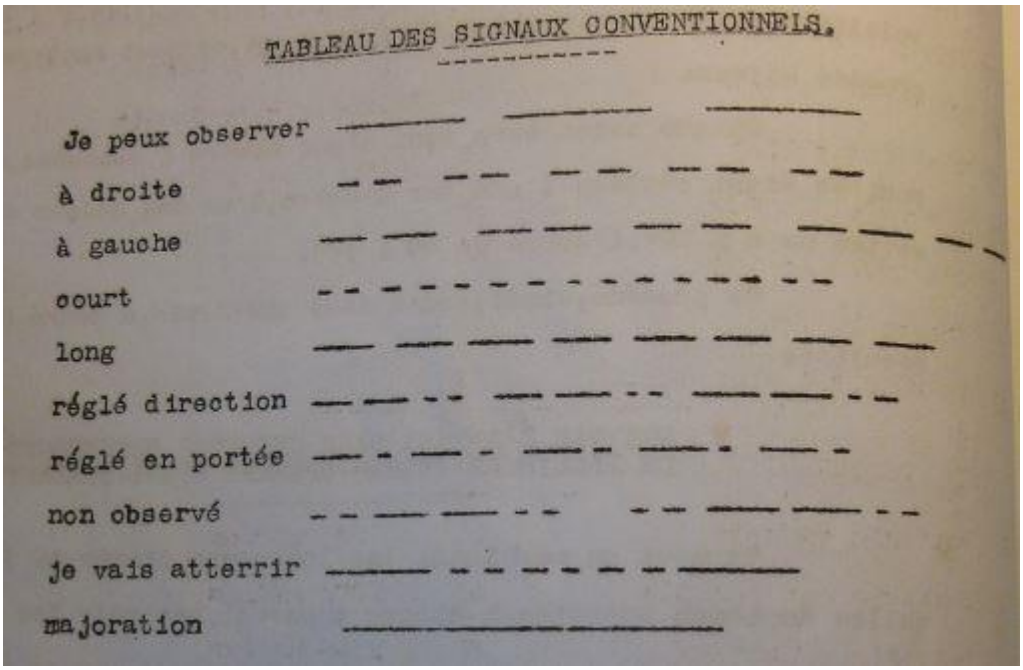
Je veux communiquer avec la 1ère division	Fusée blanche puis fusée rouge	
Je veux communiquer avec la 2ème division	Fusée à double étoile verte et rouge	Si les fusées à double étoile sont mauvaises one les remplace par une fusée verte et une fusée rouge
Je veux communiquer avec la 3ème division	2 fusées blanches puis une fusée rouge	
Je veux communiquer avec la 4ème division	2 fusées à double étoile verte et rouge	Si les fusées à double étoile sont mauvaises one les remplace par une fusée verte et une fusée rouge

[128] *Instruction sur l'emploi de l'observation aérienne en liaison avec l'artillerie du 12 août 1915*, p24.
[129] 1 lettre en 1915 puis 2 lettres par la suite.
[130] *Règlement provisoire sur la liaison d'infanterie par avion et par ballon captif du 17 avril 1916 du GQG, état-major, 3ème Bureau*, p8.
[131] Traduction d'un document allemand, *Liaison de l'infanterie par avion et ballon captif du 1er Janvier 1917*, p14, SHD, 1A88.

Cette utilisation de fusées permet d'identifier rapidement quel correspondant et n'est pas d'une grande contrainte pour les troupes au sol car la vue de ces artifices ne nécessite pas de sortir du couvert de la tranchée.

En outre, afin de protéger les informations transmises, le secret des communications est demandé car « l'ennemi pouvant intercepter les communications radioélectriques plus facilement encore que les communications téléphoniques, *il y a lieu de prendre pour en assurer le secret, les dispositions les plus rigoureuses : aucun message ne doit être transmis en clair par T.S.F* »[132]. C'est pourquoi la liaison entre le sol et l'avion est codée. Il n'existe pas à cette époque de moyen de chiffrement qui puisse coder techniquement la liaison de bout en bout[133] : il faut donc établir avant le décollage un code qui soit compris par les deux correspondants et par eux seuls. Ainsi, il s'établit un protocole de signaux spécifiques à chaque moyen utilisés. En outre, la codification des messages permet de répondre à une autre grande contrainte des liaisons, à savoir la rapidité. En effet, c'est d'autant plus vrai en temps de guerre où la nécessité d'avoir l'information juste le plus rapidement possible est primordiale, voir vitale. La codification des informations transmises répond donc parfaitement à ces deux contraintes. Il faut donc choisir un code qui soit capable de transmettre rapidement et simplement des lettres et des chiffres de façon aisée. Il est ainsi décidé d'utiliser, de façon naturelle car en service depuis longtemps dans la télégraphie filaire, le code Morse. Néanmoins, au cours des premiers mois de la guerre, le code utilisé, à base de traits et de points, ne correspond pas à l'alphabet Morse mais à une codification prédéfinie [134]:

[132] Instruction sur la liaison du 28 décembre 1917, p51.
[133] Il n'y pas d'équipement de chiffrement installée dans les avions.
[134] Instruction sur l'utilisation d'avions munis de T.S.F pour le réglage du tir (complément à l'instruction du 10 novembre 1914), GQG le 15 février 1915, SHD 1A88, p6.


TABLEAU DES SIGNAUX CONVENTIONNELS.

Je peux observer
à droite
à gauche
court
long
réglé direction
réglé en portée
non observé
je vais atterrir
majoration

Cependant, rapidement le besoin se fait sentir d'adjoindre aux instructions l'alphabet morse. Elles sont utilisées comme un outil de formation pour le personnel ayant à travailler dans les communications et donc ces hommes doivent connaitre cet alphabet afin d'être opérationnels en tous lieux.

Ainsi, la codification se base principalement sur des abréviations de 2 ou 3 lettres (Cf Annexe 4) qui évoluent tout au long de la guerre et qui doivent répondre à toutes les possibilités que l'observateur aérien peut avoir à rencontrer. Il faut donc « adapter les signaux qui alerteraient l'artillerie avec ces groupes de 3 lettres que l'on avait à notre disposition. On arrivait à un choix considérable pour faire entendre des messages qui signifiaient beaucoup de choses avec une artillerie ».[135]

En outre, une codification spécifique à chaque moyen de communication s'applique et évolue tout au long de la guerre : nous développerons cet aspect, lié directement à la technique employée, plus précisément dans le chapitre suivant.

Cependant, une contrainte supplémentaire apparait avec l'utilisation des postes T.S.F. Il s'agit des interférences dues à ses propres équipements et qui limitent le nombre d'avions, donc le nombre de liaisons disponibles. Il faut donc avant chaque mission réaliser une manœuvre considérée comme primordiale : établir l'accord avec le récepteur : « au début de chaque vol, l'observateur aussitôt arrivé dans sa zone d'émission transmet à plusieurs

[135] Témoignage oral n°8, Carayon.

reprises une série de signaux formés par l'indicatif du poste récepteur correspondant répété une quinzaine de fois pour permettre le réglage des appareils de réception. Aussitôt que la réception est bonne le poste à terre envoie « compris » par draps ou projecteur »[136]

Ainsi, cette opération technique est réalisée par les sapeurs télégraphistes spécialistes des communications. Ils doivent être capables de différencier précisément l'avion, par le biais de son émetteur, et donc d'établir la communication. Ces hommes sont aidés : [137]:

- Par l'indicatif affecté à chaque poste émetteur
- Par le son particulier de chaque appareil (ronflé, chantant grave, claironnant, chantant aigu, soufflé, etc.) (CF annexe 3)
- Par des différences de longueurs d'ondes
- Par l'emploi de chronographes à cadrans colorés, permettant à des avions voisins ayant les mêmes caractéristiques de ne pas faire chevaucher leurs émissions

En outre, l'intensité avec laquelle les signaux sont reçus est fonction de la distance du poste récepteur à l'avion. Elle décroit régulièrement à mesure que l'avion s'éloigne, ce qui peut être aussi une information pour différencier les émetteurs. L'utilisation de cadrans colorés ou chronogrammes réserve l'émission à certains moments à certains avions (de 1 à 30 secondes pour l'un et de 31 à 60 pour l'autre). Le but de ces manœuvres est d'augmenter le nombre d'avions opérationnels[138] pour les différentes opérations menées par les troupes.

A ce titre, le tableau suivant est une image de l'organisation de la T.S.F pour la VIème à la date du 16 juin 1916 [139]:

[136] Instruction sur l'emploi de l'observation aérienne en liaison avec l'artillerie du 19 janvier 1916, p42.
[137] Instruction sur l'emploi de l'observation aérienne en liaison avec l'artillerie, GQG des armées, Etat-major 3ème Bureau du 12 aout 1915.
[138] 4 à 6 avions au kilomètre en 1916, pour le réglage de l'artillerie.
[139] SHD, 1A275.

Corps d'armée	nombre d'avions pouvant fonctionner simultanément avec TSF	Caractéristiques des postes émetteurs			Premiere lettre d'indicatif des postes récepteurs
		Nom	Son	Longueurs d'ondes	
20è CA	4	Guerito	Ronflé	180	G
				220	K
				260	L
				300	
1er CAC	5	Magnétos SFR	Chantant aigu	160	A
				200	B
				240	C
				280	P
				320	N
35ème CA	4	Alternateurs H	Chantant grave	160	D
				220	E
				260	N
				300	A
30ème CA	5	Bobine SFR	Chantant aigu	160	R
				200	S
				240	V
				280	Y
				320	Z
ALGP	1 par secteur	Alternateur K	Chantant aigu	420	W
				570	J

On peut noter que le son produit par chaque appareil est, encore à cette époque, différent. On arrive ainsi à des nuances que seule une oreille exercée peut déceler. L'homogénéisation du parc des appareils n'est pas non plus réalisée car nous avons cinq appareils de fabricants et de technologies différents ce qui implique des composants et des schémas de fabrication différents. Il faut ajouter aux problèmes opérationnels que posent cette diversité d'appareils qui somme toute font la même chose, un facteur important quoique souvent oublié par les commandements : la logistique. Il est facile d'imaginer la complexité, pour les services et les hommes chargés de la mise en œuvre des appareils de communication, d'assurer le maintien en condition opérationnelle de tous ces types d'appareils. Heureusement, la concentration des spécialistes télégraphistes dans des unités spécifiques permet de répondre à ce problème par la qualité des compétences de ces hommes[140]. Ces limitations perdurent tout au long de la guerre mais sont atténuées par la mise en œuvre de nouveaux matériels radio qui permettent d'augmenter les capacités des émetteurs et des récepteurs.

Pour conclure, le lien invisible entre le sol et l'avion est complexe, qu'il soit directif ou non. Il doit cependant pouvoir être réceptionné et émis par l'observateur aérien placé dans cet objet volant où les contraintes sont tout aussi importantes.

[140] Pour la France, le 8ème Régiment du Génie regroupe les sapeurs télégraphistes et les anglais fondent en 1908 le Royal Engineer Signal Service qui est chargé de tous les types de communications.

c) Pour l'avion

Tout d'abord, l'une des premières contraintes dans un avion n'est pas d'ordre technique mais d'ordre humain. En effet, le personnel navigant doit faire face à des conditions climatiques, physiques et psychologiques qu'à cette époque on appréhende de façon empirique. Ainsi, ce que l'on appelle aujourd'hui le facteur humain, est absolument présent dans ces zones de combat. Le ciel est bel et bien un champ de bataille où l'on peut perdre la vie à chaque instant. Ce sont des situations très dégradées où le stress, la peur et l'adrénaline sont présents. La charge de travail, principalement pour les avions en relation avec le sol, est un problème qui est résolu par un équipage double : un pilote et un observateur. Cette solution ne s'impose pas facilement car nombre de pilotes estiment être capable de piloter, observer et transmettre les informations. L'ajout d'un membre d'équipage entraine naturellement une augmentation du poids et donc une diminution des capacités de vol des avions. Ce problème est résolu progressivement par l'apparition d'engins plus puissants qui permettent ainsi une répartition des tâches et une efficacité augmentée. Ce principe d'un équipage à deux n'est pas remis en cause de toute la guerre et il est aussi choisi par les Anglais et par les Allemands. Le rôle de l'observateur est aussi important car il participe directement à la défense de l'avion en utilisant une ou des mitrailleuses.

Ces hommes doivent faire face à un milieu qui est alors presque totalement inconnu en particulier les problèmes qu'engendre l'altitude. La raréfaction de l'oxygène, le froid[141] et les variations plus ou moins brutales d'altitude agissent sur les capacités physiques de l'équipage. Ces missions entrainent une fatigue que les conditions de vie[142] sur les terrains d'aviation de cette époque permettent le plus souvent d'effacer.

En outre, une autre contrainte tient au fait que l'espace disponible dans un avion est limité. Il faut faire cohabiter des hommes, de l'huile, de l'essence, des munitions, des artifices et avec l'apparition de la T.S.F, de l'électricité. Le commandement de l'aéronautique française a pris la décision de ne pas équiper ses équipages de parachutes[143] ce qui aurait encore plus restreint l'espace disponible. Ces ingrédients font des avions de véritables bombes volantes où le moindre impact, encore plus avec le développement des balles incendiaires, peut se révéler

[141] « Ces pauvres gars avaient froid », témoignage oral N°8 Carayon.

[142] Les terrains sont situés en arrière du front et ne sont que rarement attaqués. Les pilotes et observateurs sont logés dans des baraques Adrian ou des toiles de tente qu'ils aménagent à leur gout. Chaque homme possède ainsi son propre lit ce qui n'est absolument pas comparable avec la vie des fantassins dans les tranchées sur la ligne de front.

[143] Les Allemands font le choix inverse et l'on peut citer le cas de l'as Ernst Udet qui eut recours, au début de sa carrière, à ce moyen de sauvetage.

fatal. C'est pourquoi, lors de leurs missions, ils ne recherchent absolument pas le combat mais préfèrent rapidement fuir au-dessus des lignes amies. Cependant, l'avion en lien avec le sol ne doit pas être seulement un vecteur de moyen d'observation et de communication. Ses capacités spécifiques, de plus lourd que l'air, sont la base de sa réussite et de sa survie, bien avant les qualités du pilote.

Ainsi, l'équilibre général d'un avion est toujours recherché. Cette stabilité s'applique sur les trois plans de mouvement de l'avion. Elle est longitudinale, latérale et concerne aussi le roulis. A cette époque, les constructeurs d'avions agissent de manière empirique, améliorant continuellement leurs créations. L'usage de coefficients aérodynamiques, c'est-à-dire des nombres indépendants des corps et de leurs vitesses, n'est pas encore explicitement définie[144]. Des travaux sur l'aérodynamique sont menés à l'aide de souffleries[145] ce qui permet de développer des profils d'ailes de plus en plus performants. En outre, l'augmentation constante de la puissance des moteurs permet une vitesse ascensionnelle et relative plus importante. Il est possible de blinder les parties sensibles (sièges et poste de pilotage) améliorant ainsi la résistance et la capacité à encaisser des coups. Cet aspect est fondamental pour les avions volant au plus près du sol pour effectuer de l'appui direct[146] ou pour obtenir des renseignements précis sur les mouvements des troupes au sol. Cette augmentation de la puissance influe aussi directement la capacité d'emport de l'avion, c'est-à-dire sur sa charge utile. Par exemple, la capacité des réservoirs de carburant permet une amélioration du rayon d'action mais aussi, ce qui le plus important pour ces avions de liaison, de rallonger le temps disponible en vol pour réaliser les missions au-dessus du champ de bataille.

Enfin, l'apparition des moyens radios à bord des avions implique de nouvelles contraintes découvertes au fur et à mesure des progrès de ces matériels. Comme on l'a vu précédemment pour les équipements au sol, une liaison radio nécessite l'érection d'un mat d'antenne. La solution trouvée pour le matériel embarqué est d'enrouler cette antenne dans un rouet (cf annexe 2) que l'observateur déploie une fois en l'air. Elle est d'une longueur correspondant à la fréquence de travail et est maintenue loin de l'avion à l'aide de poids en son extrémité : «une antenne de 110m de fil de fer galvanisé, un petit câble avec 3 plombs de 8 qui venaient de la marine au bout pour la faire descendre un peu et un moulinet en ébonite , le bonhomme

[144] Il faudra attendre les travaux de l'aérodynamicien allemand Ludwig Prandtl, publiés en 1921, pour arriver à une définition qui est encore de nos jours appliquée.
[145] En particulier l'ingénieur civil Gustave Eiffel.
[146] Les Allemands développent, à partir de 1917, un avion dont les parties sensibles sont blindées par une épaisseur de 5 mm de plaques d'acier. Le Junker J.I permet ainsi de fournir un appui feu aux fantassins. Sa conception le rend pratiquement insensible aux tirs venant du sol.

démoulinait et remoulinait » [147]. Ce simple « fil » est un danger constant pour le pilote car il n'améliore en rien sa maniabilité et, en cas d'attaque, il faut soit le rembobiner soit et, c'est ce qui semble le plus pragmatique, le détacher et le perdre. De plus, ces matériels fonctionnent grâce à l'électricité. Il faut donc faire extrêmement attention à l'isolement électrique de l'appareil afin qu'elle ne représente pas un danger direct ou indirect pour le personnel. Il est ainsi fait d'observations très importantes lors de l'installation de matériel :

> « Disposer les appareils de connexion (rouet, antenne, bobine, etc …) de façon telle que le pilote ne soit pas amené à les toucher ou à en approcher de moins de dix centimètres, au cours de ses manœuvres (ou quand il se retourne pour parler au passager par exemple). Les secousses électriques que le pilote serait susceptible de recevoir, sans cette précaution, ne présente aucun danger en elles-mêmes, mais pourraient lui faire effectuer de faux mouvements. »[148]

Il est ainsi pris en compte le fait que le pilotage d'un avion nécessite une concentration de tous les instants. En outre, cette électricité doit être embarquée au moyen de batteries dont le poids (jusqu'à 40 kg) est un véritable point négatif pour les capacités de vol des avions[149]. En effet, ces batteries doivent être rassemblées à un même endroit, ce qui modifie la stabilité des avions et leurs caractéristiques de vol. En outre, ces batteries ne sont prévues pour subir les contraintes du vol (non étanches et vibrations importantes) et se détériorent donc rapidement. Leur recharge quotidienne est aussi un problème pour les mécaniciens car elle nécessite toute une infrastructure (bâtiment et groupe électrogène). Pour pallier à cette difficulté, il est monté des alternateurs à hélice, à partir de 1916, capables de fournir directement de l'électricité et donc de s'affranchir de ces batteries. Leur installation, à raison d'un par avion, s'effectue sur une aile. (CF annexe 5). Par exemple, l'alternateur K, développé par la S.F.R, fournit un courant alternatif de fréquence élevée (900hz à 4500 tr/mn) et peut fournir au maximum 120W[150]. Son poids est de 10.2 kg. On arrive ainsi pour un émetteur à un point d'environ 25 kg ce qui reste raisonnable.

Pour conclure, chaque élément constitutif de ce lien (sol, liaison et avion) possède ses propres contraintes. Ainsi, les techniciens, les ingénieurs, les mécaniciens et les utilisateurs recherchent tout au long de la guerre des moyens techniques nouveaux pour contre balancer ces difficultés dans le but d'augmenter la capacité de ce lien. Ils vont donc développer des

[147] Témoignage oral, Dupuich n°66.
[148] Notice concernant les postes de télégraphie sans fil pour avion, SHD, 1A275.
[149] « On m'a posé la T.S.F à bord. Cela m'ennuie un peu parce que cela alourdit l'appareil et puis je vais être obligé de faires réglages d'artillerie, ce qui n'a rien de folichon » Lettre de Jean Chaput, Mars 1915.
[150] BERNARD Marcel, *Les étapes de la radiotélégraphie dans l'aviation*, Revue radioélectricité, Tome 1 n°11,12 et 13 .1921.

solutions, temporaires ou promises à un bel avenir, afin de s'adapter aux évolutions de la guerre mais aussi de proposer des moyens nouveaux pour augmenter l'efficacité militaire des liens entre le sol et l'avion.

6. Moyens mis en place pour les liaisons

J'ai fait le choix de présenter les différents moyens techniques mis en place tout au long de ce conflit pour répondre à cette nouvelle façon de faire la guerre, non pas d'une manière chronologique mais de les regrouper selon leur technique, afin de mieux comprendre et ainsi expliciter leurs évolutions.

1) Moyens premiers

Les premiers moyens mettent en action les possibilités que les hommes de cette époque ont directement à leur disposition. Ils n'ont rien de spécifique à une liaison entre le sol et l'avion mais correspondent aux simples moyens de communication que nous avons tous à notre disposition quotidiennement. Ils ne nécessitent pas non plus forcément une codification particulière très élaborée. Ces moyens de communication sont basés sur le geste, le son et l'écrit.

a) Geste

L'avion reste ici, par le biais de manœuvres, le prolongement du corps du pilote, de sa vision pour indiquer selon des manœuvres particulières et compréhensibles par le sol, le moyen de transmettre les informations obtenues par son observation. Cette technique requiert une grande habilité de la part du pilote. Il doit essayer de transcrire une direction[151], composée des deux axes, par le seul mouvement de son avion. En outre, cette méthode nécessite une très grande préparation. L'observateur au sol doit être en mesure de comprendre exactement les informations relatives au tir observé que le pilote traduit par des variations de direction. Il est assez facilement imaginable que ce genre de procédé ne s'improvise absolument pas. C'est un procédé envisagé par certains mais qui n'est pas conservé par le grand commandement du fait de sa très grande complexité mais aussi par le fait que le rôle d'observateur embarqué est dévolu au pilote. La tâche de celui-ci n'est plus considérée comme un sport mais comme un véritable « métier qui nécessite des compétences particulières ».

[151] Note du 3 octobre 1914 du Grand Quartier Général, direction du service aéronautique, sur le réglage du tir de l'artillerie par les avions, SHD 1A.

Il est quand même intéressant d'essayer de décortiquer et de montrer pourquoi cette technique n'est pas conservée et ne concerne que le début des opérations. En effet, cette réponse face à un besoin opérationnel semble la plus simple. Le pilote par son avion transmet une indication de direction tout à fait visible par un homme au sol. Afin de préparer au mieux la mission, il est convenu avant le début des opérations de réglage d'un axe principal de direction afin de limiter en temps cette opération. La batterie d'artillerie désignée s'oriente de manière à être placée dans l'axe de la cible, or il est nécessaire de créer une ligne virtuelle entre un point situé en arrière de la batterie, la batterie elle-même et afin entre la cible. L'avion doit prendre les deux repères situés à l'intérieur de ses lignes et se diriger ensuite en ligne droite afin d'observer les impacts dans la zone de la cible. Il doit ensuite apercevoir les éclatements, les analyser et ensuite par un mouvement de droite ou de gauche transcrire ses observations en direction. Ce réglage cesse lorsque le pilote estime que l'objectif est atteint[152]. Cette façon de régler les tirs d'artillerie est aussi utilisée par les Allemands comme l'indique un rapport du chef d'escadron Faure : « Les aviateurs allemands paraissent participer parfois au contrôle du tir de leur artillerie en indiquant le sens des salves observées par des virages ou des voltes conventionnels »[153]. Cette méthode, qui ne nécessite pas d'instruments, mais juste une capacité technique de vol et une relation, une habitude de travail, un entrainement entre le pilote et l'observateur placé au sol est une réponse simple dans l'urgence mais à l'efficacité modérée. Elle est souvent complétée et remplacée par d'autres moyens.

b) Utilisation des moyens sonores

Lors de l'établissement d'une communication, la première chose à faire est d'établir le contact. Il a donc semblé naturel de retranscrire ce que l'homme fait pour prendre contact avec la personne avec laquelle il souhaite entrer en communication : il utilise sa voix pour attirer l'attention de son potentiel communiquant. Bien évidemment, les soldats de cette époque n'imaginent pas que le son humain, produit par la seule force des cordes vocales ou amplifié par des moyens techniques, puisse permettre ceci.

Cependant, ils ont en leur possession de fabuleux « générateurs de bruits » fournis par les différentes armées. Ainsi, l'une des premières solutions envisagée est d'attirer l'attention de l'équipage de l'avion par des tirs de mitrailleuses assez proches pour qu'il entende les

[152] Rapport du 28 octobre 1914 du Capitaine commandant l'escadrille BL10 sur la note concernant le réglage du tir par avions, SHD 1A 301.
[153] Lettre du directeur de l'aviation de la 3ème Armée en date du 10 septembre 1914 à Monsieur le colonel directeur de l'aéronautique au GQG, SHD 1A301.

sifflements des balles mais pas trop proche afin de ne pas risquer de blesser les hommes ou d'endommager l'avion : difficile équilibre. En outre, un pilote ou un observateur si il est armé peut facilement assimiler ce bruit à une menace et considérer l'émetteur de cette demande à entrer en communication comme un ennemi et donc répondre par les moyens à sa disposition. La réaction première est, pour le pilote, de s'éloigner rapidement de cette zone qui devient dangereuse et ainsi aller à l'opposé du but recherché. Ensuite, cas fort heureusement rare en début de guerre du fait du faible armement à bord, répondre par les armes embarquées sans un réel discernement et donc tirer sur ses propres troupes. Ce moyen technique est rapidement abandonné dans les premiers mois de la guerre du fait de son inefficacité, de sa dangerosité pour ses camarades, du gaspillage de munitions (autant utiliser ses cartouches pour tenter d'abattre un avion ennemi), par le bruit du champ de bataille et par le développement de moyens techniques beaucoup plus efficients. Il reste cependant encore présent dans les instructions allemandes pour provoquer l'attention de la troupe, donc dans le sens air-sol. Il est ainsi autorisé à l'avion de tirer de courtes rafales en direction d'unités au sol pour attirer leur attention. Ce moyen sonore est là aussi à utiliser avec discernement car « il peut se produire des confusions regrettables ; l'avion s'expose en outre, au danger de manquer de munitions en cas de lutte aérienne »[154].

Ensuite, les hommes au sol ne disposent pas seulement de mitrailleuses mais aussi de canons pouvant attirer l'attention des avions. Cette technique semble limitée aux pièces de DCA[155] qui indiquent ainsi la direction prise par un avion ennemi repéré. En effet, il ne s'agit pas seulement d'attirer l'attention mais aussi, et cela densifie l'information à transmettre, d'indiquer la direction prise par l'avion ennemi. En effet, à partir de 1916 et la bataille de Verdun des avions sont chargés de surveiller le front afin de poursuivre et d'abattre les avions ennemis. Ils ne doivent pas être en mesure de fournir des informations sur les positions ou mouvements des troupes et de permettre un réglage fin de l'artillerie ennemie. Pour cela, la DCA indique, en tirant des obus, la direction prise par la cible. En s'appuyant sur ces indications, le chasseur[156] se dirige dans cette direction. Cela peut permettre de gagner du

[154] Traduction d'un document allemand, Liaison de l'infanterie par avion du 1er janvier 1917, SHD, 1A301, p6.
[155] Défense contre avion : elle s'articule au point de vue matériel en un mélange de mitrailleuses montées sur affuts et sur des canons de 75 modifiés afin de pouvoir tirer en l'air. Ils sont soit placés fixes à des endroits stratégiques soit montés sur des camions et ainsi se déplacer au gré des offensives afin de protéger au mieux les opérations. Il existe aussi des camions équipés de puissants projecteurs pour tenter de repérer les avions et dirigeables opérant de nuit.
[156] Il est intéressant de noter que dans la désignation de leurs avions, les américains utilisent un P, pour ceux chargés de cette mission à savoir la « Pursuit », exemple le fameux P-51 Mustang de la Deuxième Guerre mondiale.

temps en facilitant le repérage par une limitation du secteur où chercher. Le pilote peut ainsi se concentrer pour trouver et rattraper sa cible. Dans ce cas, la liaison sol-avion est réduite à une simple prise de contact et à une simple donnée de direction. Il est possible de parler pour cette technique d'embryon de guidage par le sol des moyens aériens. Il ne faut pas oublier que l'avion de chasse pour pouvoir évoluer de manière optimale doit être le plus léger possible et donc ne possède pas de système de communication embarqué. Sa seule fonction est la suprématie aérienne qu'il doit obtenir par la suppression ou l'interdiction des forces aériennes ennemies afin d'assurer la sécurité de l'infanterie durant les phases de combat offensives et défensives.

En effet, les états-majors français et anglais ont besoin de connaitre les positions de leur infanterie principalement lors des grandes offensives planifiées. L'avance ou plus généralement l'absence de celle-ci requiert une réaction de plus en plus rapide des généraux en charge de ces attaques afin de tenter d'avoir une vision en temps réel de la situation sur le terrain. Ils doivent compenser leur absence de l'environnement proche de la bataille du fait de la difficulté de trouver un observatoire terrestre sécurisé et qui dispose de la vue d'ensemble du champ de bataille. Les avions chargés de cette tache doivent donc être capable de discerner les différentes positions des troupes amies. Il est donc décidé de les équiper de klaxon afin de permettre à l'observateur embarqué de signaler sa présence et de commencer à entrer en communication avec le sol. La propagation des signaux se fait dans de meilleures conditions qu'au sol car les obstacles ne la gênent pas et augmentent ainsi sa portée. Cette solution ne semble pas être reprise par les différentes instructions même si des propositions techniques sont élaborées et présentées afin d'équiper des avions d'un système de trompettes spéciales[157].

Pour conclure, la signalisation acoustique est ainsi l'objet de nombreuses expériences mais du fait des contraintes du champ de bataille, en particulier le bruit constant, elle n'est pas une technique pérenne au cours de cette guerre. Les observateurs aériens préfèrent un moyen mélangeant la balistique et l'écriture.

c) Jets de messages

[157] « Pour diminuer le poids de l'appareil, on a substitué aux bouteilles d'acide carbonique des compresseurs d'air de 7 kilogrammes, avec réservoirs. Ces compresseurs sont actionnés par une petite hélice. Il est possible, désormais, de faire des signaux en nombre indéfini. », La technique des liaisons dans la bataille, Capitaine CAPART de Février 1917, SHD, 1A 301, p15.

Cette technique est expérimentée très tôt et si elle semble être la plus pratique au premier abord, elle reste tout au long de la guerre une solution soit première soit palliative à l'absence d'autres moyens. En effet les manœuvres[158] françaises d'avant-guerre révèlent la nécessité de transmettre le plus rapidement possible les observations réalisées par les avions. La rapidité de transmission est un élément primordial et fondateur de l'aéronautique militaire. Les observations du pilote doivent être transmises plus rapidement qu'un autre moyen physique à la disposition des troupes au sol (cheval[159], vélo[160], pigeons[161] et coureur). Il faut donc que le croquis annoté, si le pilote embarque un plan de la région observée, ou les remarques écrites soient disponibles le plus rapidement possible au poste de commandement du général commandant la zone. Nous ne sommes pas ici en présence d'informations simples qui pourraient être transmise par de simples mouvements de l'avion. Il est nécessaire de transmettre un document précis et annoté, d'un nombre et qualité variables d'informations, qui se doivent d'être recoupées par les autres services.

La première solution qui semble la plus simple au premier abord, est tout simplement de faire atterrir l'avion à proximité du poste de commandement. Cette option est facilement réalisable pour ces exercices et permet au pilote de faire son compte rendu de vive voix au général. Cependant, les phases d'atterrissage et de décollage sont pour les avions les moments où le danger est le plus grand. Les avions sont fragiles (fabriqués en bois et entoilés) et peuvent être la proie d'un vent de travers qui ne pardonne pas. Le terrain n'est pas non plus toujours adéquat pour ces mouvements aériens. Le sol doit être plat, herbeux, drainé et sans trous. Il est à noter que les opérations se déroulent, au début de la guerre dans des régions qui possèdent ce type de sol et en outre les opérations sont menées par une météo favorable ce qui facilite encore cette solution. Cependant, ce moyen n'est pas encore assez rapide. En effet, les opérations françaises étant placées sous le signe de l'offensive, la grande doctrine de l'armée française à cette époque, est que le général qui possède et analyse le plus rapidement les observations aériennes a une possibilité de prendre l'avantage.

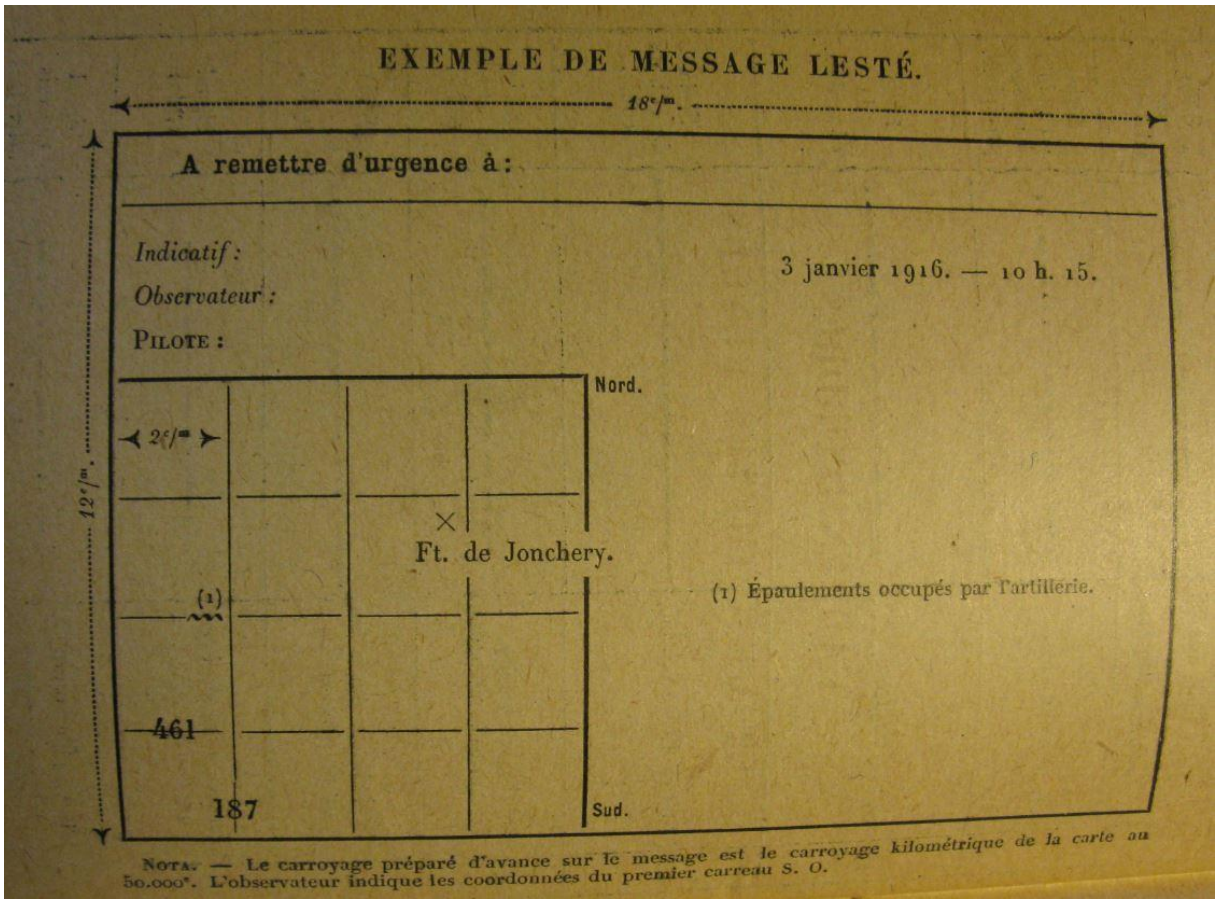
[158] Il s'agit de véritables jeux de guerre à l'échelle de la division où deux partis bleu et rouge s'affrontent. En particulier les grandes manœuvres de l'ouest en septembre 1912, dans le Poitou, qui opposent le Général Marion et le Général Gallieni et où l'aviation occupe une place de premier rang. Ainsi l'Aérophile du 1er octobre 1912 rend compte que « l'aéroplane tend à devenir le principal moyen de reconnaissance des armées modernes ».

[159] Pour les divisions de cavalerie.

[160] Les divisions d'infanterie ont dans leurs effectifs des agents de liaison dont l'équipement comprend des bicyclettes.

[161] Placés sous la direction des régiments du génie.

Ainsi, les aviateurs développent des moyens pour lâcher au-dessus du poste de commandement leurs informations et peuvent ainsi continuer à observer et découvrir les mouvements adverses. Il faut là aussi parvenirr à résoudre les problèmes simples qui se posent à ce simple lâcher. Tout d'abord, le message doit comporter les informations nécessaires soit au réglage soit à la reconnaissance de positions. Les observateurs doivent donc posséder en vol, un document qui corresponde aux mêmes coordonnées que celles des hommes restés au sol. Une préparation minutieuse de la zone à contrôler est donc nécessaire avant la mission. On arrive donc en 1916 à l'instauration, pour l'armée française d'un document unique pour toutes les escadrilles.



EXEMPLE DE MESSAGE LESTÉ.

18c/m.

12c/m.

A remettre d'urgence à :

Indicatif :

Observateur :

PILOTE :

3 janvier 1916. — 10 h. 15.

Nord.

2c/m

Ft. de Jonchery.

(1)

461

187

Sud.

(1) Épaulements occupés par l'artillerie.

NOTA. — Le carroyage préparé d'avance sur le message est le carroyage kilométrique de la carte au 50.000e. L'observateur indique les coordonnées du premier carreau S. O.

Il est intéressant de remarquer que ce document, tiré de l'instruction du 19 janvier 1916, n'est pas présent dans les instructions précédentes où chaque observateur peut s'organiser comme il lui semble avec la batterie d'artillerie avec laquelle il opère. Il est aussi intéressant de noter que le nom du pilote apparait alors qu'il s'agit d'un document réalisé par l'observateur. Cela peut vraisemblablement s'expliquer que les deux hommes travaillent ensemble à ce réglage et peuvent ainsi partager les responsabilités. Il s'agit donc bien d'un

équipage, d'un véritable travail d'équipe et non pas juste d'un « cocher » emmenant avec lui un officier observateur.

Il est nécessaire ensuite de lâcher ce message au-dessus des « commanditaires » de la mission. Il doit être lesté (plomb, écrous, tubes..) afin d'avoir une trajectoire la plus rectiligne et rapide possible ou bien « dans une gaine pourvue d'une bande-rolle, et d'une fusée percutante qui signale le point de chute »[162] et comme le signale Jules Abel :

> « Les observateurs transmettaient ces positions à l'Etat-major par le système de messages placés dans une petite boite à laquelle était fixée une banderole longue et colorée qu'on larguait au plus près des postes de commandement »

L'approche de l'avion est aussi importante car il ne doit pas se placer dans l'axe de tir des batteries et être attendu afin que son message soit bien réceptionné :

« L'avion qui va jeter un message appelle le P.C intéressé par un signal sonore (ou par une fusée) convenu d'avance :

- Le P.C fait apparaitre son panneau d'identification.
- L'avion descend en spirale jusqu'à 300 mètres de hauteur.
- Les batteries qui sont à moins de 500 mètres en arrière du P.C intéressé doivent *prendre toutes les précautions nécessaires pour éviter de tirer quand l'avion passe dans le plan de tir des pièces*.
- Le P.C accuse réception du message en faisant apparaitre le signal : « Message reçu ». [163]

Il est à remarquer que la mention en italique apparait ici pour la première fois et semble indiquer que ce type d'incident ou de danger a été pris en compte. La densité d'obus, au-dessus du champ de bataille est un danger mortel pour tous les avions, en particulier pour ceux ayant à entrer en communication avec le sol.

Enfin, le message lesté reste une pratique technique de liaison continue tout au long de la guerre. Il continue d'évoluer comme l'atteste le rectificatif N°2 du 25 août 1918, à l'instruction sur l'emploi de l'observation aérienne du 29 décembre 1917 :

> « Les renseignements sont autant que possible présentés dans les messages lestés sous forme de fragments de cartes annotés ou de croquis ».

Cette possibilité est aussi rendu possible par le développement de la photographie[164] qui offre de nombreuses photos de qualité aux équipages.

[162] Instruction du 19 janvier 1916.
[163] Instruction sur l'emploi de l'observation aérienne en liaison avec l'artillerie du GQG en date du 29 décembre 1917.

2) Des moyens visuels codifiés

L'une des caractéristiques des liaisons entre le sol et l'avion pendant la Première Guerre mondiale est le fait que l'avion, durant la quasi-totalité du conflit, reste sourd. Il n'est pas capable de recevoir de la part des hommes placés au sol des informations audibles. Il est donc nécessaire, comme dans le cas d'une communication simple avec une personne malentendante, de définir un langage des signes. Ce handicap ne touche que le sens « montant » de cette liaison, les équipes au sol s'équipent des moyens techniques de communications nécessaires à ce dialogue. Ils mettent ainsi en place, en profitant de leur espace disponible, des signaux visuels codés , plus ou moins compliqués, qui évoluent et répondent aux nouvelles pratiques et tactiques de cette guerre. Nous allons donc étudier les matériels techniques de communications qui équipent les troupes au sol, infanterie et artillerie et conçus pour répondre à ce problème.

a) Etablissement de la liaison : la phase d'identification

La première étape lors de toute communication est de s'assurer de la reconnaissance mutuelle. Ainsi, que cela soit dans la reconnaissance d'une troupe dans les tranchées ou dans le réglage d'artillerie où un avion travail avec une batterie, il est primordial d'identifier son correspondant. Il est rappelé dans toutes les instructions que « toute communication est précédée d'un signal de reconnaissance répété deux fois ». Il est donc nécessaire pour le sol de créer des moyens visuels facilement identifiables par un observateur aérien. Ces moyens doivent aussi, intrinsèquement, autoriser un certain nombre de combinaisons afin de répondre à la multiplication des correspondants. Il leur faut aussi permettre de différencier le type de pièces, l'unité des fantassins et la chaine hiérarchique correspondante.

[164] VILLATOUX Marie-Catherine, *Le renseignement photographique dans la manœuvre : l'exemple de la Grande Guerre*, Revue historique des Armées, 2010 pp3-13.

Ainsi, le choix français place dans chaque poste de commandement un panneau d'identification particulier[165]. Son positionnement répond à des contraintes spécifiques[166] :

- Hors de vue des avions ennemis évoluant dans leurs lignes en les plaçant à contre pente où derrière des haies
- Visible des observateurs français sans les masquer par des obstacles trop élevés tel que remblais, rideaux d'arbres
- Placé au voisinage des antennes réceptrices pendant les périodes de travail

Cependant, ces règles simples ne répondent pas encore entièrement aux difficultés de reconnaissance aériennes et doivent être améliorées par des dispositions de mise en œuvre supplémentaires[167] :

- Ne pas utiliser au voisinage immédiat des emplacements de batterie ou des postes de commandement mais à portée de voix du poste récepteur
- Le placer sur un sol de couleur foncée
- Au soleil si possible
- Sur la neige, on peut soit se servir de panneaux de couleur foncée, soit placer des panneaux ordinaires sur un fond sombre de forme géométrique, fond que l'on réalise en balayant la neige ou en étendant des claies sur le sol.

Il semble donc que toutes les problématiques de reconnaissance des panneaux d'identification soient prises en compte. Il est juste possible de rajouter le problème posé par les sols de Champagne, calcaire clair donc un sol blanc, qui nécessite une adaptation du personnel au sol pour augmenter la visibilité du panneau.

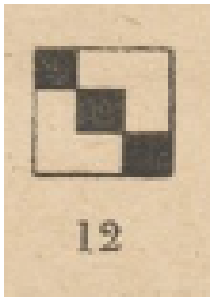
Ce panneau est différent pour l'artillerie divisionnaire et pour l'artillerie lourde mais il reprend cependant les mêmes caractéristiques en matière de matériaux, de dimensions et de codage[168].

---

[165] Ces panneaux sont utilisés seulement pour l'aviation car l'observateur en ballon « ne peut voir les panneaux d'identification et les panneaux rectangulaires de P.C que s'ils se présentent sous une inclinaison suffisante. », *Instruction du 28 décembre 1917 sur la liaison pour les troupes de toutes armes*, Lavauzelle Paris, 1922, p 25.
[166] Instruction sur l'emploi de l'observation aérienne en liaison avec l'artillerie du 19 janvier 1916.
[167] *Instruction sur l'emploi de l'observation aérienne en liaison avec l'artillerie du 29 décembre 1917.*
[168] *Instruction sur la liaison pour les troupes de toutes armes du 28 décembre 1917.*

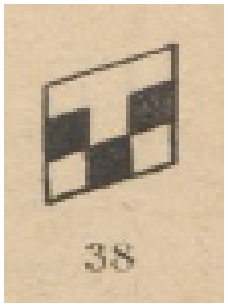
Pour l'artillerie divisionnaire :

- Carré de toile blanche de 4 mètres sur lequel peuvent être fixés un ou plusieurs carrés noirs mobiles de 1 m 33 x 1 m 33.



Pour l'artillerie lourde :

- Losange de toile blanche de 4 m x 4 m, dont les diagonales sont dans le rapport 2/3 et sur lequel peuvent être fixés un ou plusieurs losanges noirs mobiles de 1 m 33 x 1 m 33.

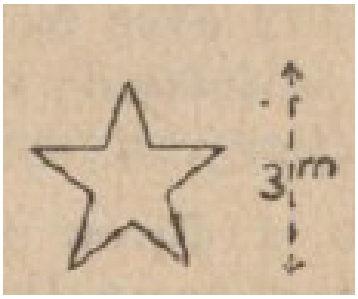


Ce système permet de placer un nombre important de combinaisons[169] et d'être, par sa taille relativement importante, vu et compris par l'observateur aérien. En outre, sa mise en place ne demande pas de personnel particulièrement qualifié et son encombrement, poids et volume, ne représente pas une gêne dans le déploiement d'une batterie d'artillerie, ce qui ne dégrade pas son efficacité.

Ce moyen rapide, sûr et peu encombrant est aussi utilisé par les différents échelons de l'infanterie pour se faire reconnaitre par l'aviation. Il ne s'agit pas ici pour les unités de combats, en particulier pour les sections, d'utiliser ces moyens mais il concerne les différents postes de commandements.

[169] 23 combinaisons sont données par les différentes instructions.

Tout d'abord, et c'est une exception qu'il ne faut pas ignorer, le P.C de corps d'armée et de corps de cavalerie est plus symbolisé que représenté par une étoile à 5 branches de 3 mètres de diamètre.



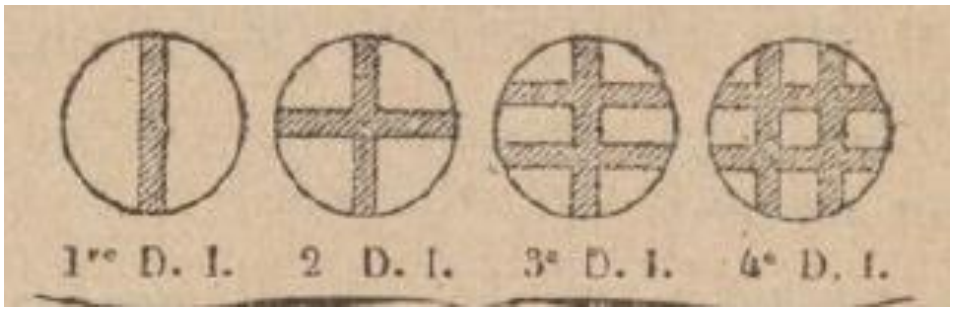
Le général qui porte ses étoiles sur son képi place aussi celles-ci dans le sol afin de bien montrer à l'observateur l'importance de son correspondant. Cependant, on ne va pas jusqu'à inscrire le nombre d'étoiles du général[170] . On peut s'interroger sur le manque de discrétion d'un tel panneau car dans toutes les armées cette étoile représente toujours un grand commandement. Il est donc surprenant d'utiliser un moyen si peu codifié pour signaler l'emplacement de ce qui doit être la position de commandement la plus importante lors de toute bataille. C'est à cet endroit, par cet homme que les décisions capitales doivent être prises. La prudence, l'humilité et la discrétion[171] sont des qualités nécessaires pour survivre dans une guerre.

Ensuite, les différents échelons reviennent à des principes plus codifiés :

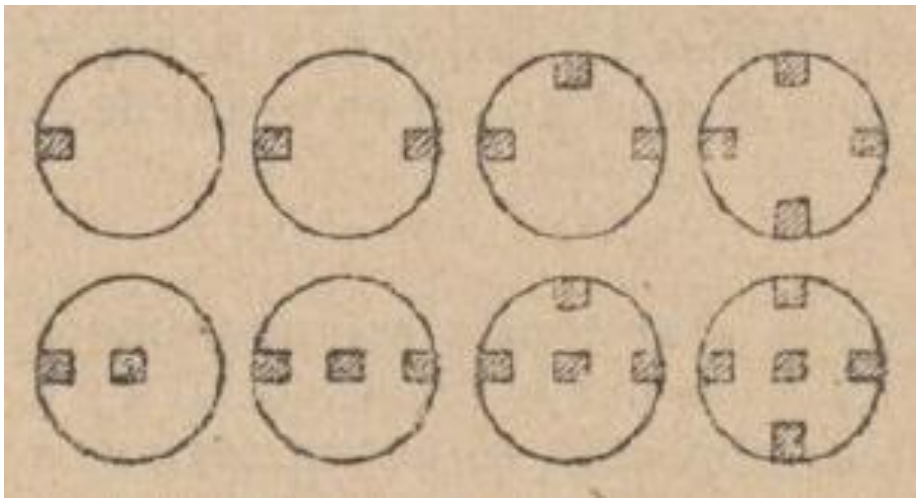
- P.C de la division : cercle de toile blanche de 3 mètres de diamètre où sont placés des bandes noires de 40 centimètres de larges pour différencier les divisions du corps d'armée.

[170] 2 pour un général de brigade, 3 pour un général de division, 4 pour un général de corps d'armée et 5 pour un général d'armée.

[171] La Première Guerre mondiale est aussi celle qui a vu la montée en puissance du camouflage, « né de la prise de conscience du pouvoir mortifère du champ de bataille que provoquent les offensives de la fin août 1914, et de l'extension aérienne de l'espace guerrier. » Danielle DELLOUCHE , Article sur le camouflage dans AUDOIN-ROUZEAU Stéphane et BECKER Jean-Jacques, *Encyclopédie de la Grande Guerre*, Paris, Bayard 2004, Edition revue et corrigée Perrin 2012.



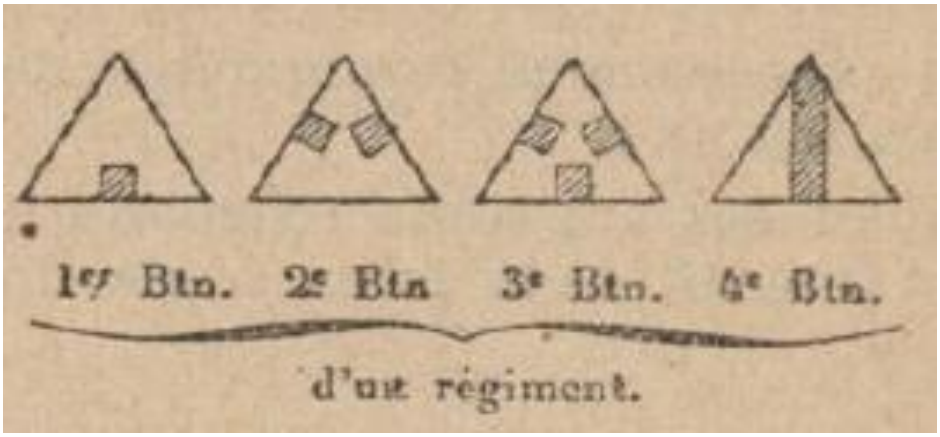
- P.C de la brigade : cercle de toile blanche de 3 mètres de diamètre où sont placés des points noirs de 45 centimètres de côté pour différencier les brigades de chaque division.



- P.C du régiment : demi-cercle de toile blanche de 3 mètres de diamètre où sont placés des points noirs de 45 centimètres de côté pour différencier les régiments de la division.



- P.C du bataillon : triangle équilatéral de 2 mètres de côté où sont placés des points noirs de 45 centimètres de côté pour différencier les bataillons du régiment.



Ces signalisations amènent différentes remarques :

- La hiérarchie militaire est inscrite directement dans la codification des postes de commandement. En effet, la chaine de commandement peut se définir comme une suite logique : cercle → demi-cercle →triangle. Elle est aussi présente dans la logique bande noire →point noir. Enfin, la taille la plus petite, triangle de 2 mètres, est réservée au plus petit échelon de commandement.

- La mise en œuvre de ces panneaux ne requiert pas non plus une grande technicité ni un temps d'installation prohibitif.

- Ils sont enlevés, limitant ainsi la vulnérabilité de la cible, une fois que la liaison est établie avec l'avion.

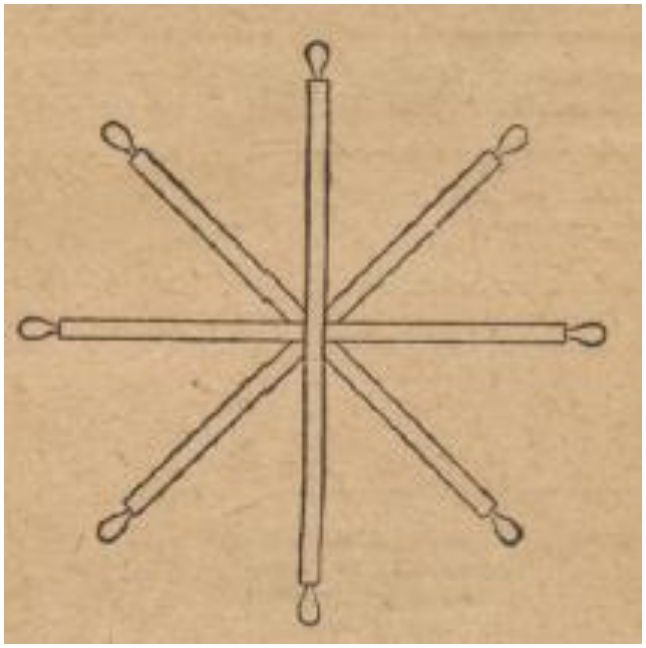
- Ils sont placés à heure fixe ou à la demande de l'avion

- Il est proposé une solution technique[172] pour réaliser par exemple le cercle ou le demi-cercle :

    - 4 lattes de 3 mètres de longueur superposées, réunies au milieu par un boulon et susceptibles de s'ouvrir au moment de l'emploi

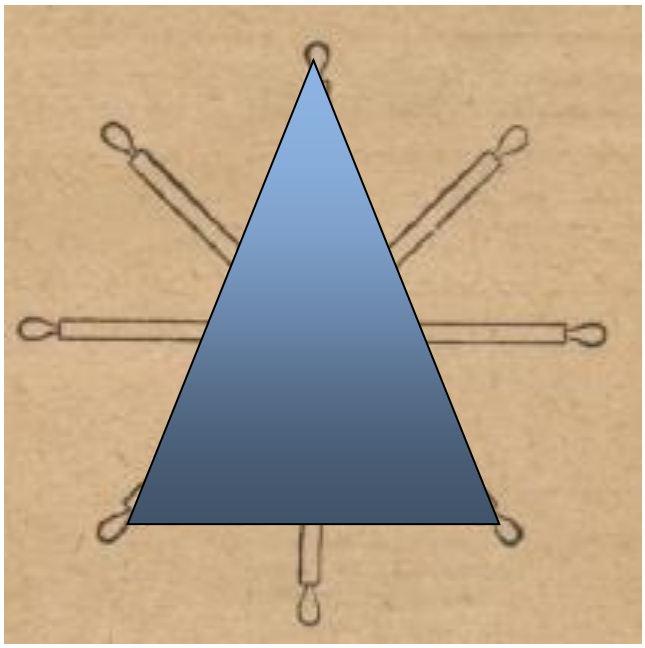
[172] *Règlement provisoire sur la liaison d'infanterie par avion et par ballon captif* (annexe V à l'instruction sur la liaison du 4 décembre 1915) en date du 17 avril 1916, GQG, 3ème bureau.

- Chaque latte est terminée, à ses extrémités, par un crochet ouvert
- Le panneau circulaire porte 8 anneaux ou boucles qui se fixent dans les crochets
- Permet de placer la signalisation sans qu'il se déforme sur n'importe quel terrain.



L'un des avantages de cet objet est de pouvoir être installé et replié rapidement. Il ne prend pas beaucoup de place lors des déplacements (caisse de 3 mètres de long) et a un poids peu élevé. Sa taille[173] semble un bon compromis entre visibilité et discrétion. Il est simple à fabriquer et en matière de dépannage sa construction simple avec des matériaux facilement disponibles, permet en cas de nécessité une remise en état rapide sans avoir besoin d'un personnel qualifié. Enfin, il est possible avec quelques notions de géométrie de concevoir facilement un triangle :

[173] Ainsi des demandes pour augmenter ces tailles apportent des réponses cinglantes « Il faut que le chef de bataillon Mauchand ne se fasse pas une idée bien exacte des conditions dans lesquelles combattent ses camarades de l'infanterie pour proposer de les doter d'un panneau de quatre mètres de côté », note du 6 mai 1918 du grand quartier général des armée du nord et du nord est au général commandant la IVème Armée, SHD, 1A307.



Ces différents panneaux d'identification initialisent une communication entre le sol et l'avion et en répondant à la question « Où êtes-vous de l'avion ? » par un codage visuel signifiant simplement « Je suis ici ». La communication ainsi clairement établie peut continuer par l'intermédiaire d'autres panneaux en certaines circonstances.

b) La phase de dialogue

La nécessité d'avoir des panneaux pour correspondre avec l'avion ne se traduit qu'à partir de l'instruction sur l'emploi de l'observation aérienne en liaison avec l'artillerie du 12 août 1915. Ainsi, la définition de signaux à partir de panneaux permet à la batterie d'artillerie d'indiquer de façon plus ou moins précise l'état de liaison entre l'avion et le sol. En effet, l'observateur qui utilise un émetteur radio ne peut vérifier la qualité de la réception effectuée par les hommes au sol. Il ne peut pas non plus connaitre la disponibilité des pièces d'artillerie. Ces différentes informations doivent donc lui parvenir visuellement. Les signaux peuvent être utilisés sans entente préalable car ils sont normalisés. Ils deviennent la manière la plus commune de communiquer avec l'avion depuis le sol.

Les batteries d'artillerie sont équipées, à cette époque, de deux panneaux rectangulaires en toile blanche de dimensions variables que les hommes au sol déploient pour certaines communications :

Nombre de panneaux	Positionnement	Signification
1	Indifférent	La batterie est prête
2	En T	La batterie est en action : les signaux de l'avion sont entendus
2	=	La batterie est en action : les signaux de l'avion ne sont pas entendus
2	En T avec un intervalle entre les panneaux	La batterie est obligée d'interrompre momentanément le tir
2	∧	Je n'ai plus besoin de vous

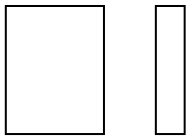
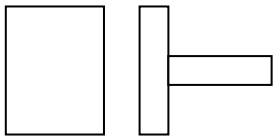
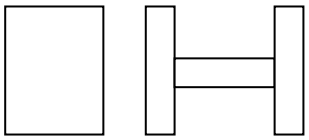
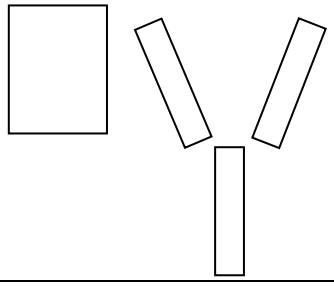
Ces communications rudimentaires répondent au principal problème lors de l'établissement de cette communication : la disponibilité des moyens d'émission radio de l'avion. Le code employé est simple et facilement visible d'avion. Il comporte cependant de graves lacunes :

- Une absence de code pour chiffrer les nombres
- Une absence de signaux complémentaires pour augmenter les possibilités de réglage
- Un faible nombre de combinaisons possible car seulement 2 panneaux
- Un code est en conflit avec la signalisation passive des aérodromes. En effet, la position T est déjà utilisée pour matérialiser un terrain d'atterrissage. Il semble donc que cette instruction soit le fait d'artilleurs qui n'aient pas connaissance des pratiques aéronautiques.

C’est pourquoi, l’instruction du 19 janvier 1916 complète la précédente sur ces différents aspects. Tout d’abord, elle augmente le nombre de panneaux disponibles en incluant le panneau de signalisation de 4 mètres de côté, débarrassé de ses marquages noirs et 3 panneaux de toiles blanches de 4 X 1 mètres. Ces derniers sont équipés à leur extrémité de baguettes de bois afin de faciliter les différentes manœuvres. Ces 4 panneaux permettent ainsi :

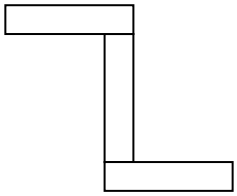
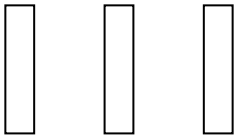
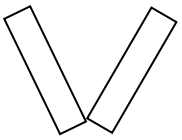
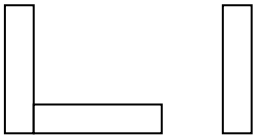
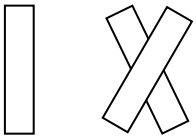
- D’augmenter le nombre de combinaisons et par conséquent de permettre à l’opérateur placé au sol d’émettre un plus grand nombre de messages. Il est ainsi possible de coder 16 signaux prédéfinis.

Exemples :

La batterie est prête	
Oui ou compris	
Non ou erreur	
Avion ennemi en vue	

- La création d'un codage des chiffres à l'aide des 3 panneaux de 4 mètres sur 1.

Exemples :

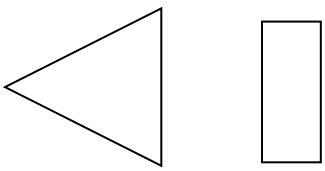
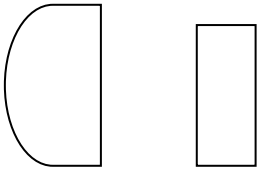
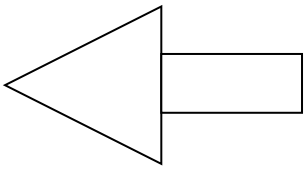
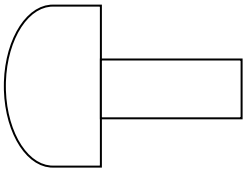
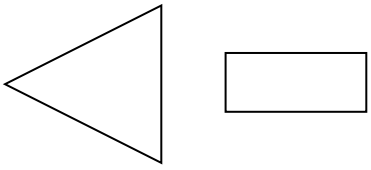
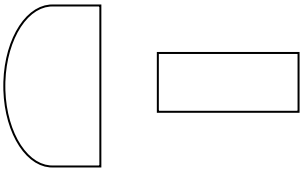
2	
3	
5	
8	
9	

La création de ce codage par panneaux répond aux problèmes soulevés par la précédente instruction et permet ainsi un échange beaucoup plus riche avec l'avion sans pour autant modifier le poids[174] et l'encombrement des batteries d'artillerie. La position T disparait ainsi du code. Cependant, ces moyens de transmissions nécessitent un personnel formé et ne

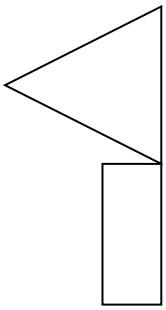
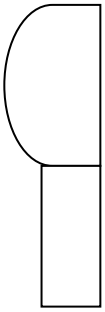
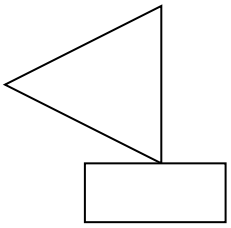
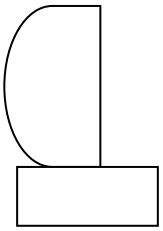
[174] Le panneau d'identification ainsi que les trois panneaux de signalisation pèsent environ 10 kg, *Instruction sur le transport du matériel de liaisons et de reconnaissance dans les formations d'artillerie de campagne du 2 février 1917, mise à jour le 15 septembre 1917*, Imprimerie nationale, Paris, p18.

peuvent être mis en œuvre par un homme seul. Ainsi, la manœuvre de ces panneaux est exécutée sous les ordres d'un officier, responsable des transmissions auprès de la batterie (officier d'antenne) par une équipe formée d'un brigadier et de 2 hommes. C'est donc 4 soldats, spécialistes des transmissions, qui gèrent la communication par panneaux entre le sol et l'avion pour le réglage d'artillerie. Ces messages s'enrichissent au fur et à mesure des instructions et des nouvelles possibilités offertes par l'aviation. La mise en place de récepteur dans les avions n'abroge absolument ce type de moyen de liaison car sa facilité de mise en œuvre et sa disponibilité pratiquement sans faille sont un atout non négligeable.

Enfin, l'évolution des combats implique une demande de supports de plus en plus importante de l'infanterie qui doit elle aussi entrer en communication avec l'aéronautique afin de transmettre ses demandes et son positionnement. Ainsi, reprenant la hiérarchie des symboles des panneaux d'identification (cercle, demi-cercle, triangle), l'infanterie peut communiquer des messages simples[175] à l'aide de panneaux. Ce mode de fonctionnement est réservé aux postes de commandement[176] car leur déploiement nécessite de la place et une zone dégagée.

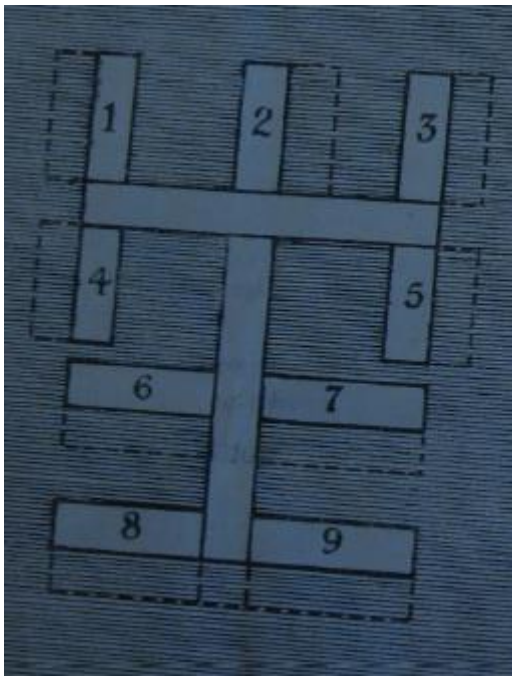
Signaux	**Bataillon**	**Régiment**
Demande de tir de l'artillerie		
Allons progresser allongez le tir		
Artillerie tire trop court		

[175] Extrait de *l'instruction sur la liaison annexe 2, signaux pour la liaison par avions et ballons du GQG en date du 12 décembre 1916*.
[176] Dotation d'un panneau d'identification et de 2 panneaux rectangulaires par régiment et par bataillon, *Manuel du chef de section d'infanterie, édition de 1918*, Imprimerie Nationale, Paris, p183.

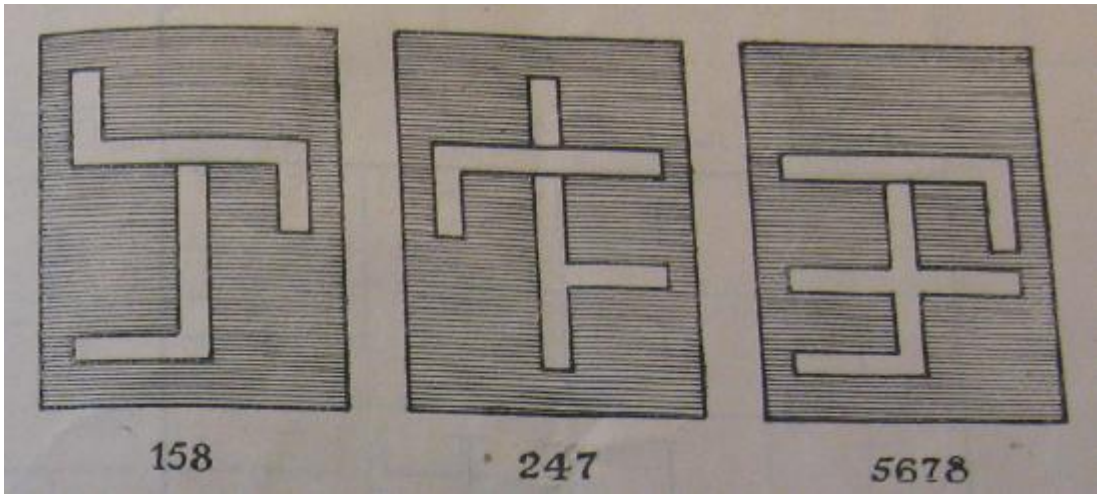
Ravitaillement en munitions		
Compris ou message reçu		

Ces différents messages correspondent à des demandes vitales (tir trop court et demande de munitions) et à des renseignements de positionnement.

Une autre solution est apportée par les troupes anglaises qui utilisent leur propre système de codage entre l'infanterie et l'avion. Ce système est léger, aérotransportable et possède un impressionnant nombre de combinaisons. Il s'agit du système « T » Popham. Il est composé d'un drap de couleur sombre sur lequel sont placés des bandes blanches. Certaines de façon à représenter un T et 9 autres, de dimensions plus réduites, amovibles permettant ainsi de créer une multitude de formes à partir du T.

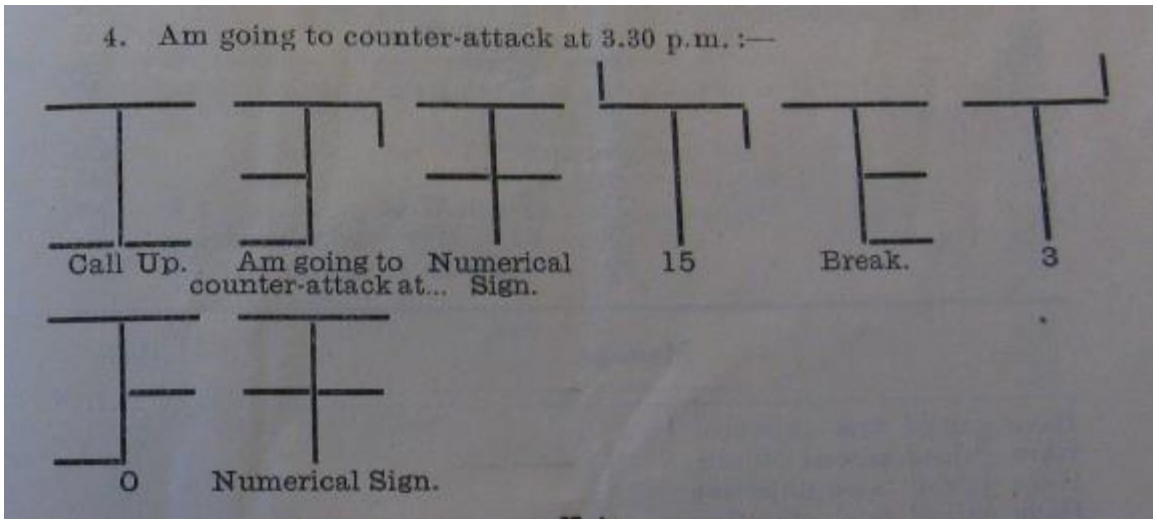


Il est ainsi facilement réalisable des combinaisons différentes :

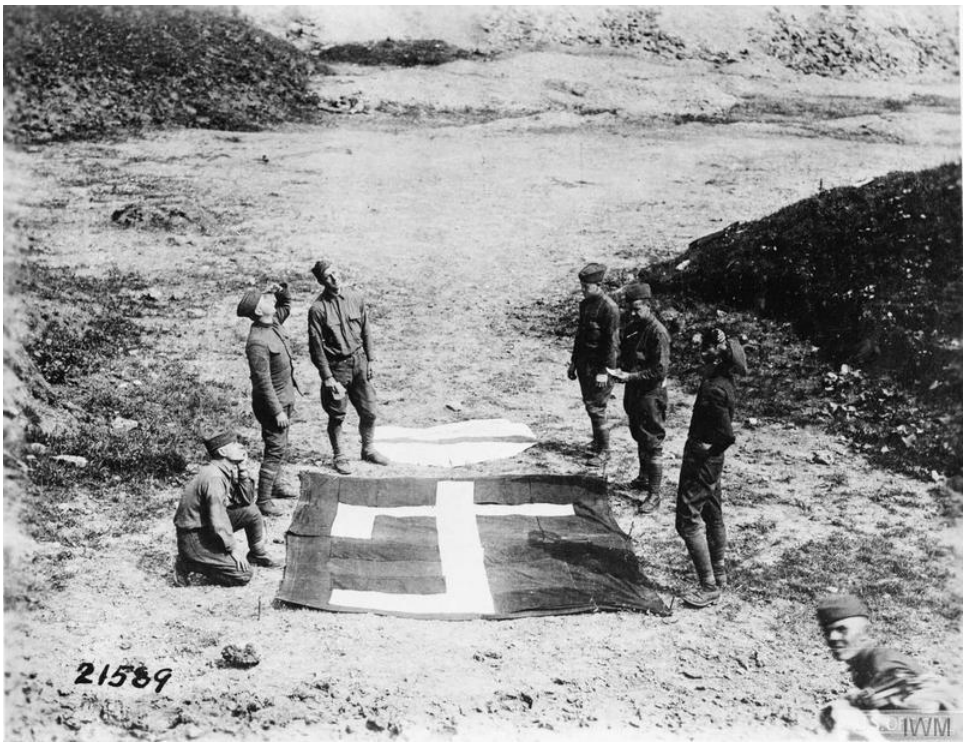


Chaque combinaison à une correspondance dans ce que l'on pourrait appeler un dictionnaire. Il est donc possible de transmettre de véritable phrase grâce à une procédure qui reste simple. Chaque phrase débute par un signal 'callup', celui-ci ainsi que les suivants nécessitent en retour, de la part de l'observateur aérien, un acquittement avant de poursuivre.

Exemple de message : « Je vais contre attaquer à 15h30. »



Sur cette photo[177], on peut voir des soldats américains s'entrainant avec ce dispositif :



Cette codification de la liaison est aussi réalisée par des moyens lumineux artificiels à savoir les fusées et les projecteurs.

Les unités terrestres sont dotées pour leur liaison avec les troupes au sol et leur méthode de combat de fusées et de projecteurs. Ces moyens reposent une technique éprouvée et ne nécessite qu'une adaptation pour être utilisés comme moyen de communication avec les avions.

[177] Site internet IWM.

Tout d'abord, lors des premiers réglages d'artillerie, au début de la guerre, les pilotes utilisent des fusées embarquées pour correspondre avec le sol :

« L'objectif trouvé, le pilote se place au-dessus et lance une fusée incendiaire. Cette fusée trace dans le ciel une raie lumineuse et permet au capitaine commandant la batterie de dégrossir la direction de son faisceau » [178]

Ce rapport fait aussi mention de différents types de fusées utilisées ainsi que de leurs propriétés :

- Fusée globe : éclat plus jaune
- Fusée trainée : peu visible et subit l'influence du vent
- Fusée incendiaire : massive et lueur éclatante

Cependant, l'utilisation de ces fusées pour le réglage d'artillerie n'est pas reprise dans l'instruction du 12 août 1915 et n'apparait que dans celle du 19 janvier 1916 avec des restrictions : « En principe, les fusées sont réservées pour les signaux à faire pour l'infanterie ».

Ainsi, les fusées, de manière générale, ne sont plus qu'utilisées comme moyen de communication que par l'avion pour rentrer en contact avec l'infanterie : « L'avion correspond avec les éléments d'infanterie au moyen d'un très petit nombre de signaux faits par fusées et précédés toujours de la fusée indicatif »[179]. Cet emploi nécessite aussi des précautions d'emploi afin de se démarquer au mieux des autres fusées présentes durant la bataille : « L'emploi des fusées lancées d'avion doit être réservé aux communications faites par l'avion d'infanterie aux éléments d'infanterie. Les fusées doivent toujours être lancées d'une hauteur supérieure à 300 mètres ».

Ce type de procédé implique la mise en place d'un code :

- Indicatif « Je suis l'avion d'infanterie de la ère division » : 1 fusée de 1 feu
- « Ou êtes-vous ? » 1 fusée de 6 feux simultanés
- « Compris » : 1 fusée de 3 feux simultanés

[178] Rapport du capitaine commandant l'escadrille BL10 sur la note concernant le réglage du tir de l'artillerie par avions du 28 octobre 1914, SHD, 1A301.
[179] Règlement provisoire sur la liaison d'infanterie par avion du 17 avril 1916, p4.

Le matériel technique pour effectuer ces tirs est spécifique à l'aviation avec des pistolets signaleurs de 35 millimètres de calibre. Les différentes cartouches employées à cette époque sont exclusivement de couleur blanche, ce qui représente une limitation importante quant à leur utilisation pour coder plus d'informations. Ce problème dû au manque de couleur est progressivement résorbé pour arriver en fin d'année 1917 à cette situation[180] :

a. FUSÉES ET CARTOUCHES-SIGNAUX.

FUSÉES.	CARTOUCHES V. B.	CARTOUCHES pour PISTOLET DE 25.	CARTOUCHES pour PISTOLET DE 35. (Aviation.)
A grosses étoiles blanches.....	Blanche parachute.....	.....	.....
A grosses étoiles rouges.....	Rouge parachute	Rouge	.....
A grosses étoiles vertes.....	Verte parachute	Verte.....	.....
.....	Une étoile.....	Eclairante sans parachute....	Une étoile.
.....	.....	.....	Deux étoiles.
.....	Trois étoiles....	Trois étoiles....	Trois étoiles.
.....	Six étoiles.....	Six étoiles.....	Six étoiles.
Chenille.....	Chenille.	.....	Chenille.
Fumée jaune...	Fumée jaune...	Fumée jaune...	Fumée jaune.
Drapeau.....	.....	.....	.....

De la même manière, les Allemands équipent leurs avions de fusées de couleurs différentes (blanche, rouge et verte) pour entrer en communications avec l'infanterie. Il faut aussi noter que le pistolet est spécifique à l'aviation (pistolet de 35) car il doit avoir un poids limité et des dimensions réduites afin de trouver facilement sa place dans l'habitacle[181].

L'utilisation de fusées ne peut pas mettre en relation durable le sol et l'avion du fait du nombre limité de cartouches embarquées. Il n'est pas non plus possible de transmettre des informations complexes. C'est pourquoi un autre moyen lumineux est mis en œuvre pour établir et utiliser cette liaison.

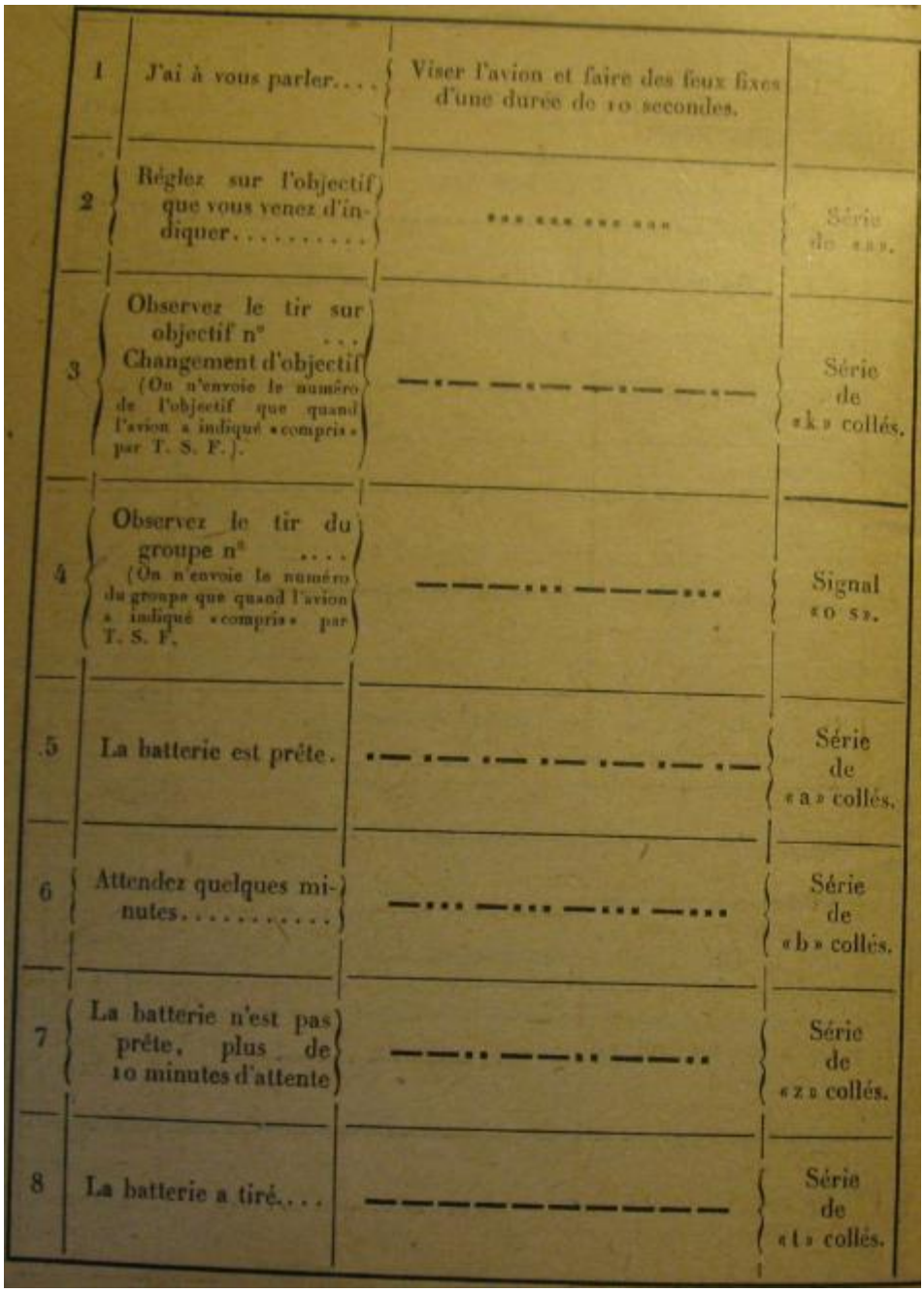
[180] *Instruction du 28 décembre 1917 sur la liaison pour les troupes de toutes armes*, Lavauzelle, Paris, 1922, p 97

[181] Sur le site http://humanbonb.free.fr/indexPlf.html, il est possible de voir de nombreuses photos de pistolets signaleurs allemands. En outre, il montre une solution apportée pour réduire l'encombrement de la carlingue par les différentes cartouches. L'observateur place celles-ci à l'extérieur du fuselage près à l'emploi, dans une sorte de cartouchière fixée sur le côté de l'avion.

Avant la guerre, l'armée de terre est équipée de projecteurs qui permettent en certaines occasions d'établir une liaison. C'est donc naturellement que ce moyen est proposé à l'aéronautique. En effet, la liaison lumineuse se fait naturellement dans les deux sens de communications de manière alternative. A l'inverse du sol où plusieurs sapeurs peuvent travailler ensemble, l'observateur ne peut pas émettre et recevoir le message venu du sol. Un autre avantage est la possibilité de coder facilement les informations pour les rendre plus rapides par l'utilisation du morse. En outre, cette liaison optique est difficilement interceptable par l'ennemi car le faisceau lumineux créé est très directif.

Cependant, ces belles qualités se heurtent rapidement à la réalité de la 3ème dimension et du combat. Le projecteur est capable de remplacer un poste T.S.F de cas de panne du fait de sa capacité à utiliser le code morse et le grand commandement met en place un code signaux à utiliser lors de réglage d'artillerie[182] :

[182] *Instruction sur l'emploi de l'observation aérienne en liaison avec l'artillerie* du 29 décembre 1917, p103.



1	J'ai à vous parler....	Viser l'avion et faire des feux fixes d'une durée de 10 secondes.	
2	Réglez sur l'objectif que vous venez d'indiquer.....	*** *** *** ***	Série de «s».
3	Observez le tir sur objectif n° ... Changement d'objectif (On n'envoie le numéro de l'objectif que quand l'avion a indiqué «compris» par T. S. F.).	—·— —·— —·— —·—	Série de «k» collés.
4	Observez le tir du groupe n° .... (On n'envoie le numéro du groupe que quand l'avion a indiqué «compris» par T. S. F.	——··· ——···	Signal «o s».
5	La batterie est prête.	—·—·—·—·—·—·—	Série de «a» collés.
6	Attendez quelques minutes.....	—··· —··· —··· —···	Série de «b» collés.
7	La batterie n'est pas prête, plus de 10 minutes d'attente	——·· ——·· ——··	Série de «z» collés.
8	La batterie a tiré....	————————	Série de «t» collés.

Cependant ce système requiert des conditions d'emploi assez restrictives qui limitent son emploi opérationnel :

- Une cadence assez lente
- Les traits et points bien distincts
- Les lettres successives soient bien séparées

- Manipulation sans précipitation

- L'intervalle entre deux signaux d'une même lettre aura une demi-seconde de durée, et l'intervalle entre deux lettres ou deux chiffres, sera de quatre secondes afin de permettre au signaleur récepteur de dicter chaque lettre après l'avoir lue.

- Le point sera représenté par une émission d'une demi-seconde, le trait par une émission de trois secondes.

Ainsi, la transmission d'un couple de lettre peut prendre plus de vingt secondes, temps durant lequel la liaison doit être maintenue. Elle ne doit pas être interrompue à cause d'un nuage ou d'un mouvement de l'avion, sous peine de devoir recommencer le message. Ce type de liaison est ainsi, dès 1915, admise comme complexe et peu efficace :

> « Malgré une instruction des observateurs poussée autant qu'il a été possible pendant un mois dans l'emploi du projecteur, les résultats obtenus par ce mode de signalisation furent peu satisfaisant

Les difficultés rencontrées étaient de divers ordres :

- Erreur possible sur l'avion auquel il faut envoyer les signaux malgré la convention d'un plan du projecteur, et la précaution de n'émettre que des signaux que sur la demande de l'observateur qui envoyait « prêt à observer »

- Dressage insuffisant des sapeurs manipulant le projecteur, manipulation incorrecte, lecture très difficile

- Compréhension insuffisante des signaux par presque tous les observateurs

> Aussi, devant l'impossibilité de compléter en quelques jours le dressage des manipulants et des observateurs, fallut-il renoncer à l'emploi des projecteurs. »[183]

Pour faire face à ces difficultés techniques, un « plan de projecteur » est défini. L'avion doit se placer à l'intérieur de celui-ci pour communiquer. Ce mode de fonctionnement demande à l'observateur aérien de revenir non loin de la batterie et donc d'interrompre son réglage.

Ce type de signalisation entre le sol et l'avion reste en dotation mais il n'est pas une manière de communiquer de façon performante .Ainsi, de nombreux rapports[184] s'étonnent de

[183] Rapport d'ensemble sur le fonctionnement du service aéronautique au cours de la période des opérations récentes sur le front de la IVème Armée du 22 octobre 1915,SHD, 1A301.

la présence de ces projecteurs, dans les avions, à l'heure où de nouvelles techniques font leur apparition.

Pour conclure, ces différents moyens de liaisons entre le sol et l'avion ne peuvent répondre entièrement au développement de la liaison d'infanterie. Ils sont principalement réservés à l'artillerie et aux différents postes de commandement. Ces moyens de liaisons doivent donc être adaptés à la spécificité du combat que mène l'infanterie en première ligne.

c) Les moyens de jalonnement

La nécessité de signaler sa position à son commandement est une obligation première pour les troupes au sol. Cette découverte[185] tactique de la Grande Guerre nécessite, du fait de l'éloignement des postes de commandement et des conditions particulières du combat de tranchées, la mise en place de moyen de reconnaissance que l'observateur aérien puisse voir, analyser et transmettre. La situation des fantassins dans les tranchées permet de diriger les tirs d'artillerie sur les zones occupées par l'ennemi et de pouvoir faire évoluer rapidement l'organisation des troupes. Il est donc nécessaire d'équiper ces hommes d'un moyen passif, afin qu'il ne les détourne pas de leur objectif premier : combattre l'ennemi et prendre possession des tranchées adverses. Il ne doit pas non plus requérir une trop grande formation pour le rendre utilisable par le plus grand nombre.

Pour réaliser ces objectifs les troupes d'infanterie s'équipent progressivement[186] de panneaux transportables afin de pouvoir jalonner le terrain qu'elles occupent. Ces panneaux doivent être portés par les fantassins lors des attaques. La problématique de ces panneaux est de savoir s'il faut privilégier la taille ou le nombre afin d'augmenter leur rendement.

Une première approche, en 1915, privilégie la taille. Ainsi, les troupes françaises sont équipées de panneaux rectangulaires de 2 m X 1 mètre, pour une dotation limitée de 4 par compagnie (un par section). Un homme est chargé de prendre ce panneau lors de l'attaque. Il

---

[184] Note de renseignement pour le 3ème bureau du 20 octobre 1917 : « les projecteurs de 120 ne semblent pas indispensables … il sera très difficile au projecteur de suivre un avion déterminé parmi les avions de plus en plus nombreux qui tiennent l'air », SHD, 1A88.

[185] Ainsi le terme jalonnement n'apparait pas dans les différents manuels d'infanterie d'avant-guerre, la remontée d'informations de position n'est pas prévu d'être faite par l'aviation.

[186] *Le règlement provisoire sur la liaison d'infanterie par avion et par ballon captif du 17 avril 1916* ne fait pas mention de l'utilisation de panneaux de jalonnement.

est pour cela enroulé autour d'un piquet afin de permettre au Poilu de le porter sur le côté du sac. Il est aussi préconisé, si ce porteur est touché, de faire prendre cet équipement par d'autres soldats. D'autres solutions sont testées, en particulier pendant la bataille de Verdun, avec des formats différents : « cet exercice a pour but de se rendre compte si les avions peuvent sans difficultés repérer nos tranchées lorsque celles-ci sont jalonnées au moyen de petits panneaux de toile ou drap très portatifs (0,5 X 0,5 ou 1 m X 1m). »[187]

Ces différentes expériences permettent ainsi d'arriver à un compromis satisfaisant :

- panneau en toile cirée, blanc sur une face, de couleur neutre sur l'autre de dimension : 0,5m x 0.4mètres.[188]
- dotation de 1 pour 2 hommes[189].

De l'autre côté des tranchées, ce principe de jalonnement est aussi recherché pour une solution légèrement différente :

- Petits draps 0,8m x 1 mètre avec des liteaux de bois cloués sur les petits côtés des draps pour les rendre rigides. Il est nécessaire de les placer dans des gaines pour les préserver de la boue. Les draps sont blanc d'un côté et de teinte foncée de l'autre coté en prévision de l'emploi par temps de neige.[190]

Enfin, les Anglais équipent chacun de leurs hommes de disque d'étain afin de réfléchir les rayons du soleil vers l'avion et ainsi d'indiquer, les jours où le soleil brille, la position des unités anglaises[191].

Le déploiement de ces moyens nécessite certaines précautions dues à l'extrême complexité du champ de bataille de la Première Guerre mondiale. Les réseaux de tranchées et de barbelés ainsi que les innombrables trous d'obus ne facilitent pas l'installation de panneaux visible du ciel. Il est donc nécessaire de respecter des règles simples pour ces moyens :

- Laisser déployés jusqu'à ce que l'avion ait signalé compris.
- Placer sur le rebord de la tranchée.

[187] Note de service n°6588 de l'état-major du Groupement B du 9 juillet 1916, SHD 1A 308.
[188] *Instruction sur la liaison pour les troupes de toutes armes du 28 décembre 1917*, Lavauzelle, Paris, 1922, p96.
[189] *Manuel du chef de section d'infanterie, édition de janvier 1918*, Paris, imprimerie nationale, p183.
[190] Traduction d'un document allemand, *Liaison de l'infanterie par avion du 1er janvier 1917*, SHD, 1A301.
[191] « Attacking infantry signal to the aeroplane by means of tin discs 4" to 6" in diameter flashed in the sun », *S.S 135 Appendix "B", Co-operation between aircraft and infantry*, SHD, 1A181.

- Ne déployer qu'en première ligne.
- Placer la face dont la couleur se détache le mieux sur le sol environnant.
- Orienter face à l'avion.
- Ne pas les oublier lors des mouvements ultérieurs.

En outre, ces moyens passifs de jalonnement ne sont pas toujours suffisants pour rendre compte de la situation du fait de la faible visibilité ou de l'impossibilité de déployer ces panneaux. Il est donc fourni des artifices afin d'augmenter la probabilité pour les observateurs aériens de déterminer précisément la position de l'infanterie.

Les troupes françaises sont équipées de feux de Bengale[192] ou de pots Ruggieri. Ces artifices produisent une lumière particulièrement vive pendant un temps variable de 1 à 5 minutes. Leur couleur peut varier ce qui permet de limiter la possibilité pour le camp adverse d'envoyer de fausses informations. Ainsi, la couleur, le nombre et le type d'artifice est définie avant chaque offensive afin d'augmenter le nombre de possibilités pour codifier un emplacement. De plus, ces artifices particulièrement efficaces doivent être, autant que possible, placés de façon correcte. « Il importe de les dérober autant que l'on peut aux vues de l'ennemi en les plaçant derrière un masque, au fond ou sur la face avant d'un trou, tout en veillant à ce qu'ils soient visibles pour les observateurs. »[193]. Néanmoins, ils ne font pas seulement que dégager une forte lumière. En effet, ils dégagent un panache de fumée[194] particulièrement visible pour les deux camps ce qui est un risque important d'être la cible d'un barrage d'artillerie ennemie particulièrement précis et meurtrier. Ces artifices ne permettent pas, de par leur conception, d'offrir un large choix de possibilités aux fantassins, il en existe un nombre limité :

[192] Torches au magnésium pour les Allemands.
[193] *Manuel du chef de section d'infanterie, édition de janvier 1918*, Imprimerie nationale, Paris, 1918, p327.
[194] « S'ils développent une fumée épaisse, ils ne manquent pas d'attirer l'attention de l'adversaire ; aussi la troupe ne les utilisera-t-elle, qu'à titre exceptionnel et dans des cas bien déterminés (dans l'attaque) », Traduction d'un document allemand, *Liaison de l'infanterie par avion du 1er janvier 1917*, SHD, 1A301, p5.

	Couleur	Durée
Feux de Bengale	Blanc	15 secondes
	Rouge	30 secondes

Cependant leur faible poids[195] permet d'équiper un grand nombre de fantassins de ces artifices et ainsi de compenser cette durée limitée. Il semble donc que ce système soit assez souvent employé en première intention comme le remarque Jules Abel :

> « C'est alors qu'intervinrent les fameuses escadrilles d'accompagnement d'infanterie, qui, volant très bas, toujours entre 200 et 300 mètres, signalaient à chaque instant les positions de nos unités jalonnées par des pots Ruggieri, des feux de Bengale. »

Pour conclure, les moyens de jalonnement sont absolument nécessaires pour l'observateur aérien. Ils permettent de repérer de façon certaine et précise la position de l'infanterie, en particulier celle de première ligne. Il est ainsi possible de transmettre ces informations rapidement aux différents postes de commandement. Ces moyens évoluent tout au long de la guerre par une diminution des dimensions afin de rendre possible une diffusion à tous les fantassins. Le soldat de première ligne est ainsi devenu un acteur de sa propre liaison avec l'avion. Il peut ainsi indiquer, du fond de sa tranchée ou dans un trou d'obus au milieu du fracas de la bataille, sa position exacte à un autre soldat, placé dans les airs. Cette possibilité, individuelle, doit aussi avoir un impact non négligeable sur le sentiment d'abandon qu'il aurait pût ressentir. Il n'est pas seul et l'avion est alors considéré comme un soutien indispensable au fantassin. A contrario, son absence ou pire la vision d'avion ennemi au-dessus de ses positions amène immédiatement une impression de solitude et de fragilité. L'avion ennemi en situation est capable de discerner les positions. Il peut donc diriger un tir meurtrier sur les tranchées où se terrent ces hommes. En effet, « l'aéroplane, véritable projectile pensant, frère privilégié de ses ainés les obus »[196] est souvent annonciateur d'un avenir moins calme et plus dangereux. Il est ainsi facile de comprendre, au-delà du spectacle, l'attrait que portent les poilus aux combats aériens. Cette recherche de la suprématie aérienne au-dessus du champ de bataille n'est pas une fin en soi mais est devenue une priorité de l'aéronautique militaire afin de permettre aux autres armes de mener à bien des actions au sol

[195]Une caisse de 200 feux de Bengale assortis pèse 50 kg soit un poids de 250g par artifices, *Manuel du chef de section d'infanterie, édition de 1918*, Paris Imprimerie nationale, 1918, p353.
[196] CHARET, *L'aviation d'artillerie*, Revue d'artillerie, volume 79, mars 1912, p337.

efficaces. Cette problématique est encore accentuée avec le développement de nouveaux moyens de communication qui permettent une réactivité plus importante encore par l'augmentation de leur vitesse de transmission.

3) Les moyens radios

Comme nous l'avons vu précédemment, les qualités demandées à une liaison entre le ciel et le sol au cours de cette guerre sont d'être rapide, codifiée et sûre. Les années qui précèdent la guerre, ont vu le développement d'un nouveau moyen de communication : la Télégraphie Sans Fil, la fameuse T.S.F. Des ingénieurs et des scientifiques cherchent à en augmenter les capacités. Leur but est tout d'abord d'augmenter la portée des liaisons afin de pouvoir s'absoudre des câbles télégraphiques terrestres ou océaniques. Leur autre objectif est de pouvoir transmettre de manière sure et le plus rapidement possible un nombre important de messages. Enfin, des essais sont réalisés, principalement par un usage maritime[197], où au moins l'un des deux émetteurs – récepteurs est en mouvement.

Ainsi, ce développement constant par des recherches ininterrompues amène naturellement la T.S.F à s'inviter dans les cockpits des avions de cette époque. Il ne s'agit pas ici pour nous de faire une histoire de la T.S.F, sujet vaste et formidablement intéressant, ce que nous laissons à d'autres, mais d'étudier comment cette technique évolue pour satisfaire les besoins des armées et ce qu'elle apporte à la liaison entre le sol et l'avion au cours de la Première Guerre mondiale.

a) Les premiers pas

Notons tout d'abord que la réalisation de ce lien est déjà possible avec les différents dirigeables qui équipent les armées européennes. Cette liaison est assez facilement réalisée avec ces engins volants car ils peuvent être facilement équipés d'émetteurs de T.S.F. En effet, le poids de ceux-ci n'est absolument pas un obstacle pour ces appareils volants dont la charge utile et l'espace disponible sont très importants. Il n'en est absolument pas de même avec les frêles aéroplanes de ces années d'avant-guerre.

[197] On pourra noter que le développement des télécommunications spatiales a connu les mêmes objectifs maritimes avec la création du système INMARSAT (INternational MARitime SATellite) qui permet de pouvoir joindre, bien avant les téléphones satellites d'aujourd'hui, n'importe quel bateau sur tous les océans du globe.

La première communication entre le sol et l'avion, au moyen d'un émetteur radio, a lieu le 27 août 1910 près de New-York[198]. D'autres expériences se déroulent durant ces années et d'autres hommes et pays revendiquent cette primauté. Ainsi, « Dès le début de 1911, la Russie achetait quelques biplans Farman. La même année, pour la première fois au monde, on réussissait à communiquer par radiotélégraphie entre un avion et la terre. »[199] Ces premières expériences ne restent pas sans lendemain car de nombreuses pays, à travers leur aviation, cherchent à mettre en place ce système à bord de leurs moyens aériens malgré les difficultés inhérentes à ces premiers avions.

En effet, la principale préoccupation des vols de ces années, est d'abord de rester en l'air le plus longtemps possible, d'aller le plus loin et le plus vite possible. Cependant il est difficilement envisageable d'augmenter le poids de l'avion par du matériel inutile au vol. Cependant, les formidables reconnaissances effectuées lors des grandes manœuvres par l'aviation de reconnaissance naissante à fait prendre conscience de la nécessité de pouvoir équiper ces avions d'un moyen de transmission le plus rapide possible. Les premières expériences françaises ont lieu au printemps 1911, menées par le Capitaine Brénot, et permettent des émissions de près de 50 kilomètres autour de Paris. La Tour Eiffel est en particulier utilisée comme une formidable antenne de réception. Ces expériences sont relatées et partagées car les autorités militaires ne montrent pas un intérêt important pour ces tentatives comme, il faut bien le noter, pour le reste de l'aviation[200].L'absence de réponse des militaires n'arrête cependant pas les expériences et les progrès de ce nouveau type de communication. En effet, le « secret défense » ne s'appliquant pas à ces recherches, cette absence de classification permet une diffusion rapide et partagée des avancées techniques qu'il est possible de retrouver au travers de quelques périodiques[201] de cette époque.

Ainsi, à la veille de la guerre, la technique, aussi rudimentaire soit elle, pour transmettre des messages d'un avion au sol existe bel et bien. Elle s'appuie sur des émetteurs ayant fait leurs preuves au sol et adapté, en particulier pour leur poids, à l'avion. Le principal changement vient de l'antenne qui lors des phases de décollage et d'atterrissage doit être enroulée autour d'un rouet et déployée lors de la phase de transmission.

[198] Elle est réalisée par un canadien John A. D. MCCURDY, à Sheepshead Bay.
[199] LAFON, *Les armées aériennes modernes*, 1916, p169.
[200] « L'aviation c'est du sport, pour l'armée c'est zéro », Général Foch, 1912.
[201] *La télégraphie sans fil à bord des aéroplanes*, L'aérophile du 1 octobre 1913, p437

Ces innovations techniques ne se transforment pas en une nouvelle doctrine d'emploi pour les armées françaises. Le grand commandement des armées françaises ne saisit absolument pas ce qu'implique cette nouvelle possibilité offerte aux armées. Ainsi, lorsque la guerre éclate, aucun avion militaire français n'est équipé de poste T.S.F. Seuls les Britanniques équipent ainsi leurs « Seaplanes »[202], opérant pour la Royal Navy, au sein du Royal Navy Air Service, de postes de réception leur permettant ainsi de recevoir, au-dessus des flots des télégrammes. Les moyens techniques sont disponibles, il ne reste plus qu'aux militaires à en prendre pleinement possession pour changer de façon irréversible le visage de cette guerre.

b) Un nouveau moyen pour l'artillerie

Lorsque le front se stabilise après la course la mer, le rôle de l'aviation est pris en compte de manière plus importante par le grand commandement. La reconnaissance a fait ses preuves et plus encore, l'avion est devenu un élément indispensable pour le réglage de l'artillerie. Ce moyen, encore à ses balbutiements est laissé à l'initiative des hommes qui en connaissent l'existence et sont capables de l'utiliser. Enfin, les opérations de préparation d'attaque avec leurs bombardements préparatoires et les tirs de contre-batterie augmentent encore le rôle de l'artillerie. La T.S.F devient le moyen de transmission « miracle ».

Ainsi le 24 septembre 1914, les Anglais[203] sont les premiers à opérer de cette façon. Leur avion est équipé d'un simple émetteur qu'ils utilisent pour régler un tir de barrage pendant la première bataille de l'Aisne. Il est intéressant de comprendre, à partir de cet exemple comment est régler un tir d'artillerie sur un objectif par un moyen radio :

Heure	Action	
4.02 PM	A very little short	Un peu trop court
4.04 PM	Fire again. Fire again	Tire encore
4.12 PM	A little short; line OK	Un peu court, ligne ok
4.15 PM	Short. Over, Over and a little left.	Court, plus à gauche
4.20 PM	You were just between two batteries.	Vous êtes entre 2 batteries. Cherche autour du dernier tir

[202] CREOUVEZIER, *L'aviation pendant la guerre*, p22.
[203] Il s'agit des llieutenants D.S. Lewis et B.T. James du Squadron No.4 du Royal Flying Corps, http://marconiheritage.org/ww1-air.html

	Search 200 yards each side of your least shot. Range OK	à 200 yards
4.22 PM	You have them	Vous les avez
4.26 PM	About 50 yards short and to the right.	Court de 50 yards et à droite
4.27 PM	Your last shot in the middle of three batteries in action; search all round within 300 yards of your last shot and you have them.	Votre dernier tir au milieu des trois batteries en action ; chercher dans un rayon de 300 yards de votre dernier tir, vous les avez.
4.42 PM	I am coming home now	Je rentre maintenant.

Cet exemple nous permet de comprendre les principales actions d'un réglage d'artillerie et les avantages de la liaison radio :

- Le réglage proprement dit ne dure que 25 minutes pour 8 ajustements
- Les indications de réglage sont extrêmement précises : 50 yards

L'utilisation de la radio n'oblige pas l'avion à retourner au-dessus de sa batterie pour transmettre les informations : il rend compte en temps réel de la situation des tirs alors que la batterie ne voit absolument pas sa cible. L'artillerie peut continuellement tirer et ajuster ses tirs de façon extrêmement précise.

La façon inédite de faire la guerre se repend rapidement dans les unités avoisinantes et les escadrilles françaises ne mettent pas longtemps à tester et mettre en œuvre ces nouvelles pratiques. L'aéronautique française effectue son premier réglage[204] le 25 octobre 1914 à l'aide d'un Voisin, appareil biplace piloté par le caporal Laporte et dont l'observateur est le capitaine Morisson[205] et à une altitude de 950m. Les expériences se développent et, devant les résultats probants, il est demandé d'établir une instruction pour mettre en place de manière pérenne et transmissible cette façon de travailler.

Ainsi une note du GQG en date du 10 novembre 1914 indique clairement le rôle qu'à partir de cette date doit jouer l'aviation. Elle est signée du général Joffre est fait mention de la

[204] Ve armée : journal des marches et opérations, Avril 1914-mars 1916, SHD 1A 271.
[205] SALLES Aimé *T.S.F et aviation militaire*, , Radiofil magazine n° 57, p19.

spécialité des escadrilles, en particulier pour le réglage : « On peut concevoir : pour chaque corps d'armée, une escadrille consacrée spécialement à la reconnaissance des objectifs, au réglage des tirs, à la photographie du terrain ». Le même jour, une première instruction[206] sur l'utilisation d'avions munis de T.S.F pour le réglage du tir est signée par le G.QG, et elle est la mise en application des leçons des premiers mois de la guerre. Elle est régulièrement mise à jour pour tenir compte des résultats, des problèmes et des remontées d'informations du terrain.

Elle regroupe ainsi, en janvier 1916, les différentes missions dévolues à l'observateur embarqué et, ce qui nous concerne le plus, indique les signaux qu'il doit transmettre en T.S.F à la batterie :

- Les groupes de deux lettres formant indicatif
- Les signaux conventionnels de réglage[207]
- Les groupes de deux chiffres pour les signaux complémentaires relatifs au tir ou pour la désignation de certains points topographiques importants
- Les groupes de trois lettres pour la désignation des objectifs et pour les indications relatives aux troupes amies ou ennemies
- Les groupes de trois chiffres pour les indications quantitatives en mètres
- Les nombres de quatre à six chiffres pour les coordonnées d'objectifs
- Certains groupes de deux chiffres et des signaux d'une lettre laissés à la disposition des groupements d'artillerie[208]
- Exceptionnellement des mots en langage clair.

La plus grande avancée en matière de transmission de ces signaux est l'utilisation irréversible de l'alphabet Morse pour transmettre les chiffres et les lettres. Il n'est plus question d'un quelconque langage codé laissé à l'initiative des hommes sur le terrain. La codification se doit être uniforme sur l'ensemble du front. Cet aspect peut ainsi permettre à tous les intervenants d'être immédiatement opérationnels tout endroit du front.

[206] *Instruction sur l'utilisation d'avions munis de T.S.F pour le réglage du tir*, G.Q.G Etat-Major, 3ème bureau, le 10 novembre 1914, SHD, 1A275.
[207] Il est rajouté dans l'instruction de 1917, « et de liaison entre l'infanterie et l'artillerie ».
[208] Cet item disparait dans l'instruction de 1917.

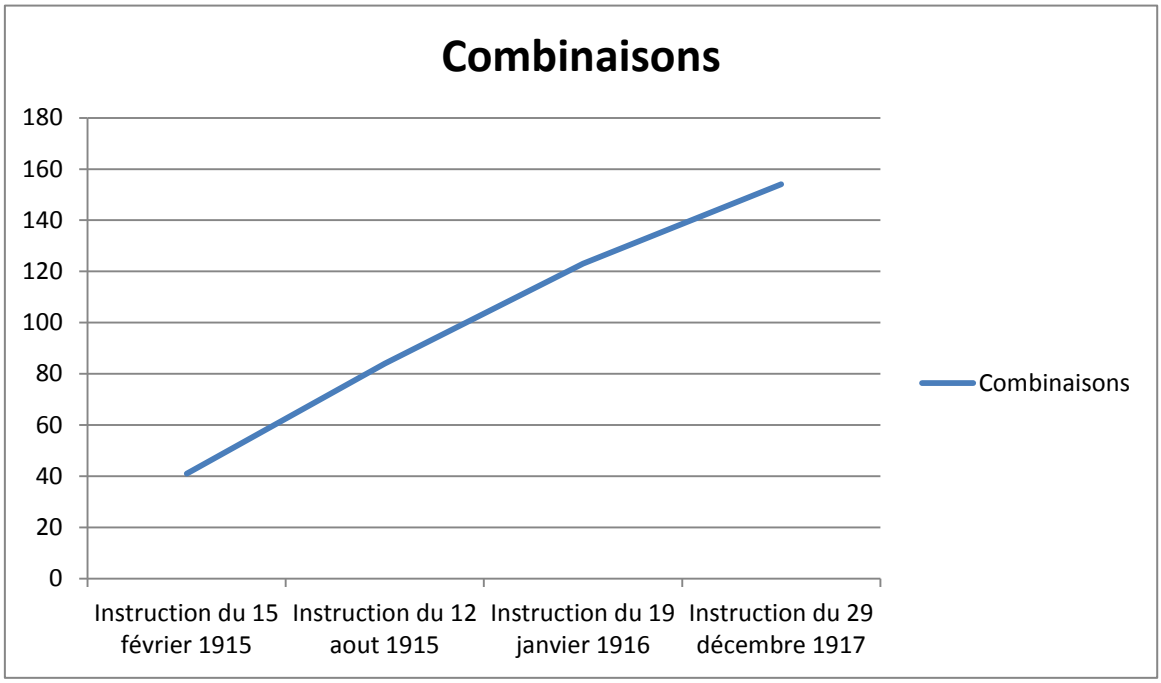
La transmission est encore plus accélérée par la mise en œuvre de code comprenant un nombre restreint de signes. Le plus important est celui des coordonnées avec six chiffres.

Ainsi ces instructions évoluent en particulier sur le nombre et la qualité de la codification des informations transmises :

	Instruction du 15 février 1915	Instruction du 12 aout 1915	Instruction du 19 janvier 1916	Instruction du 29 décembre 1917
Indicatif	1 lettre	1 lettre	2 lettres	2 lettres
signaux conventionnels de réglage	10 combinaisons[209]	12	13	12
signaux complémentaires	13	21	27	36
Désignation des objectifs	18 à deux chiffres	22 à deux chiffres	27 à 3 lettres	30 et 20 autres disponibles à trois lettres
Noms de localité		29 à deux chiffres	51 à deux chiffres	51 à deux chiffres
Signaux complémentaires			5 de 2 chiffres	5 de 2 chiffres
Total	41	84	123	154

[209] Pour faciliter la lecture du tableau les nombres donnés correspondent au nombre de combinaisons.

Tout d'abord, même si le codage se limite à deux chiffres et trois lettres, l'augmentation du nombre de combinaisons est remarquable.



On a ainsi une augmentation de près de 380 % du nombre de signaux possibles à transmettre. Il est ainsi plus facile de comprendre les témoignages de ces observateurs : «on arrivait à un choix considérable pour faire entendre des messages qui signifiaient beaucoup de choses avec une artillerie [la batterie] que l'on avait l'habitude de travailler. » [210]

Cette augmentation des signaux se caractérise par une volonté de transcrire avec le maximum de détails la réalité du terrain au travers des cibles (mitrailleuses, chars, artillerie, infanterie), des mouvements de celles-ci (arrêtées, en retraite, progressant) et du type de tir à réaliser (contrôle, salves, par deux, rafale, sur zone …). Le revers de cette nouvelle façon de travailler est que les observateurs aériens doivent décoller avec toutes ces informations, regroupées sur un document. Il est difficilement envisageable à part pour les principales et les plus utilisées de pouvoir connaitre l'ensemble des combinaisons en particulier en ce qui concerne les noms de localité. Enfin, les informations transmises ne sauraient être complétées sans une indication chiffrée et précise des distances. Il semble que la manière de transmettre les valeurs numériques n'ait pas beaucoup changé au cours de la guerre. Ainsi, les distances des objectifs sont données en mètres par des nombres à trois chiffres. Les distances inférieures à 100 mètres sont précédées d'un zéro et lorsque le nombre à envoyer se termine par un zéro,

[210] Témoignage oral, n°8, Carayon.

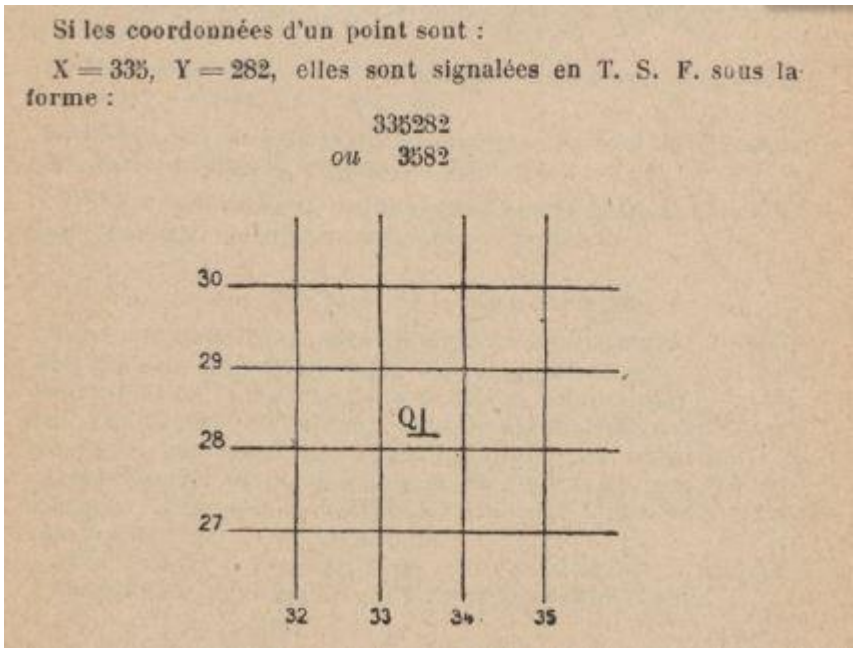
au lieu d'envoyer le zéro terminant le nombre, on répète le premier chiffre[211] . Les distances supérieures à 1000 mètres sont données en décamètres et suivi du groupe DCM[212] :

- Un écart de 50 mètres est signalé : 055
- Un écart de 100 mètres est signalé : 101
- Un écart de 300 mètres est signalé : 303
- Une distance de 2500 mètres est signalée : 252 DCM

Exemple de message transmis :

COL VOI ENI AET 5380 correspond à colonne de voitures ennemies arrêtées en 5380.

Les dernières informations que l'observateur peut transmettre sont les coordonnées de l'objectif en utilisant les règles suivantes :



La possibilité de transmettre 335282 ou 3582 se comprend par le fait que l'on supprime le premier chiffre, ici les dizaines, du repère de coordonnées. Cette façon de faire augmente la rapidité de transmission, en particulier lorsqu'il s'agit de réglages successifs. Sont ainsi toujours recherchées la rapidité et la simplicité maximale pour la transmission des informations. Si l'observateur ne dispose pas de carte quadrillée, il signale l'emplacement par rapport à un point connu :

[211] *Instruction sur l'emploi de l'observation aérienne en liaison avec l'artillerie* du 29 décembre 1917, p86.
[212] *Instruction sur la liaison pour la liaison de toutes armes* du 28 décembre 1917, p113.

- Bouchoir 505 NOR 404 OUS correspond à 500 mètres nord 400 mètres Ouest de Bouchoir.

Pour conclure, ces instructions codifient clairement les informations que l'observateur doit transmettre à la batterie pour régler le plus rapidement et le plus efficacement possible les tirs des canons. Il doit pour cela utiliser au mieux son émetteur radio installé dans sa carlingue.

Les matériels utilisés pour ces premiers réglages font appel à des procédés techniques maitrisés. Ces émetteurs sont basés sur le principe des ondes amorties. Il ne s'agit de d'expliquer en profondeur cette technologie mais de comprendre comment est construit cet émetteur afin d'en dégager les capacités.

Ainsi un émetteur ondes amorties est composée :

- Un circuit de charge qui va porter la tension aux bornes du condensateur à une valeur très élevée
- Un circuit oscillant au travers duquel le condensateur va pouvoir se décharger
- Un interrupteur qui provoque cycliquement la décharge du condensateur
- Un circuit d'antenne dont le but est de rayonner une partie de l'énergie haute fréquence (HF) produite dans le circuit oscillant.

L'alimentation électrique se fait soit en alternatif par un alternateur soit en continu par des batteries.

Ces émetteurs sont composés :

- D'une batterie d'accumulateurs
- D'un ensemble émission composé de :
    - La bobine d'induction R
    - Le vibrateur musical V
    - Le condensateur C
    - Le rhéostat Rh
    - L'ampèremètre I
- D'un manipulateur
- D'un éclateur E
- D'un rouet d'antenne Ro avec son antenne

Les appareils de l’ensemble émission sont montés sur un bâti entôle et enfermés sous un capot en aluminium transparent.

Exemple du modèle 1915 de SFR :

Il a une autonomie de huit heures et une portée de 8 kilomètres. Son encombrement est conséquent :

- Batterie : 400*120*170 mm et 11 kg.
- Poste : 280*230*210 mm et 10 kg.
- Ensemble (câbles électriques, visserie, antenne) : environ 30 kg.

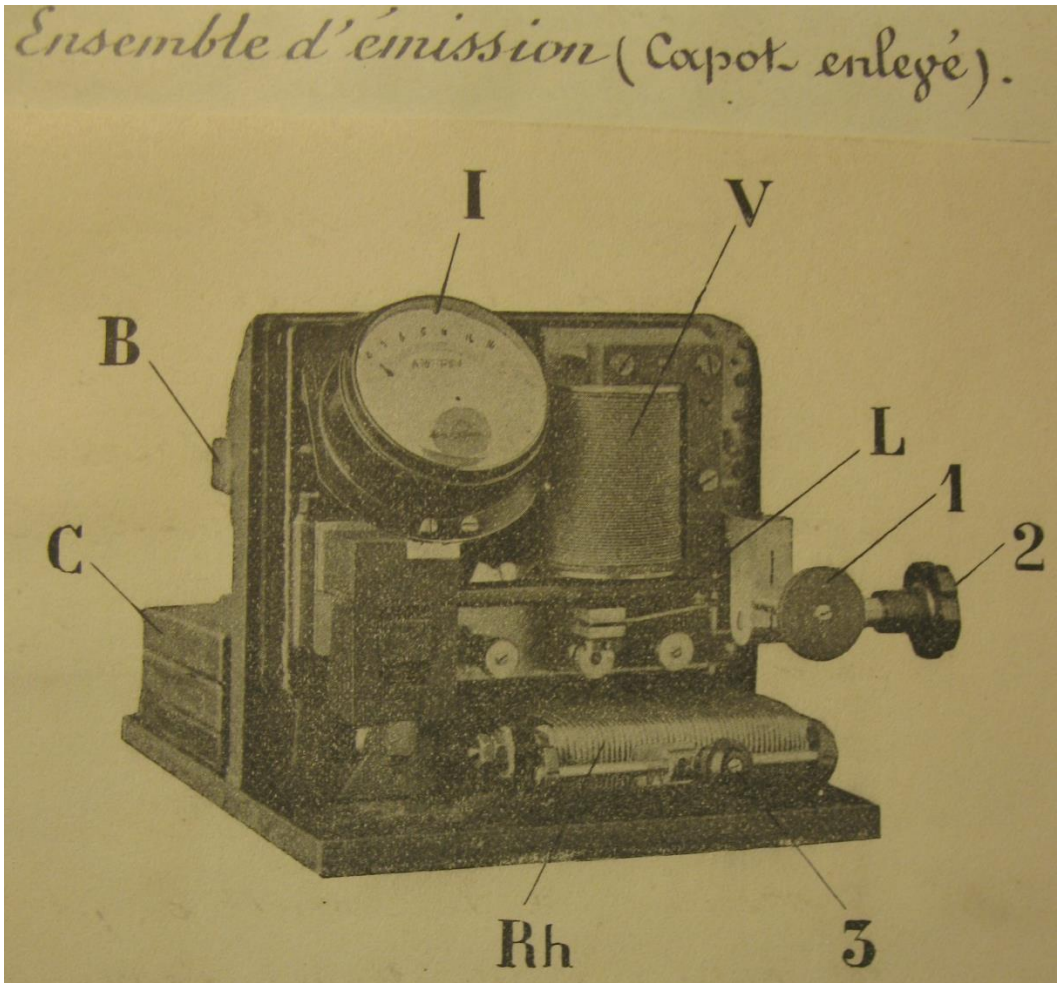


FIG. 2.

Ensemble d'émission (capot enlevé).

B	Bobine d'induction.
C	Condensateur.
I	Ampèremètre.
L	Lame vibrante.
Rh	Rhéostat.
V	Vibrateur.
1	Bouton moletté pour réglage des vibrateurs.
2	Vis de blocage.
3	Curseur du rhéostat.

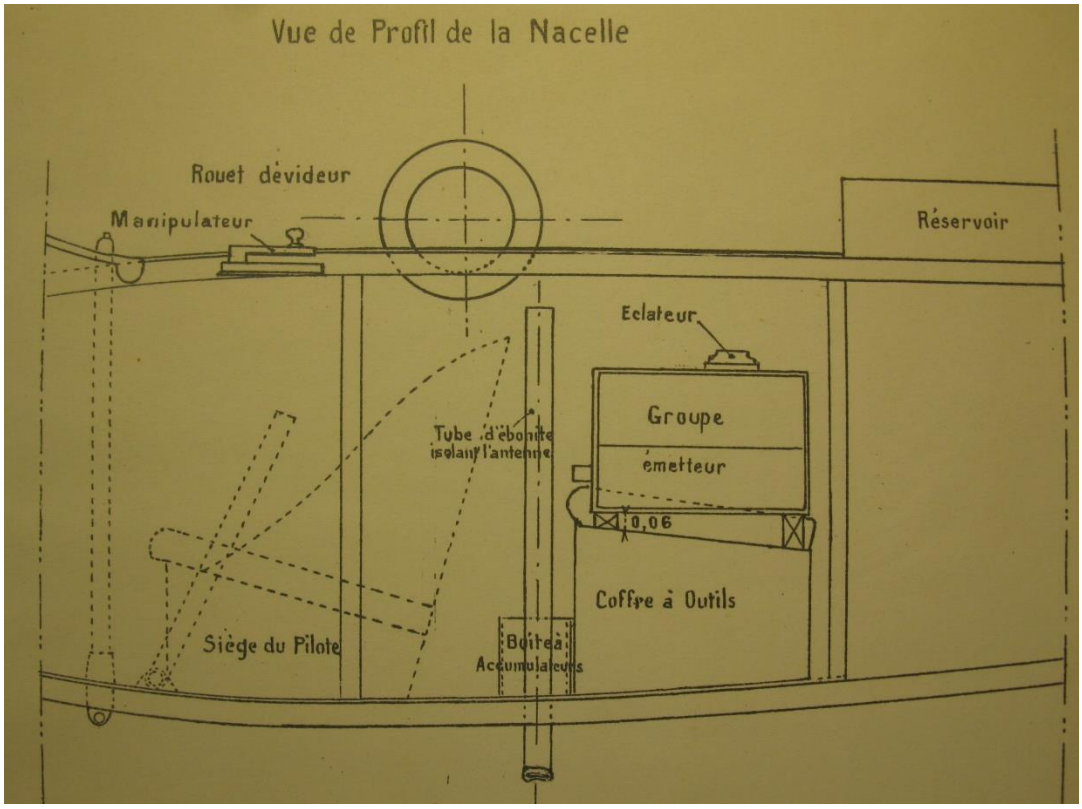
Il faut maintenant installer cet appareil à l'intérieur d'un avion de combat. Cela nécessite de résoudre des problèmes, d'espace, de poids et de mise à la masse. Les commodités d'utilisation, ce que nous appellerions aujourd'hui l'ergonomie, ne sont pas la priorité des mécaniciens, des techniciens et des ingénieurs. Ils doivent aussi tenir compte des

caractéristiques des avions équipés. En effet, la flotte aérienne française n'est pas du tout homogène et des appareils de conceptions différentes se côtoient, en particulier en ce qui concerne les avions chargés du réglage :

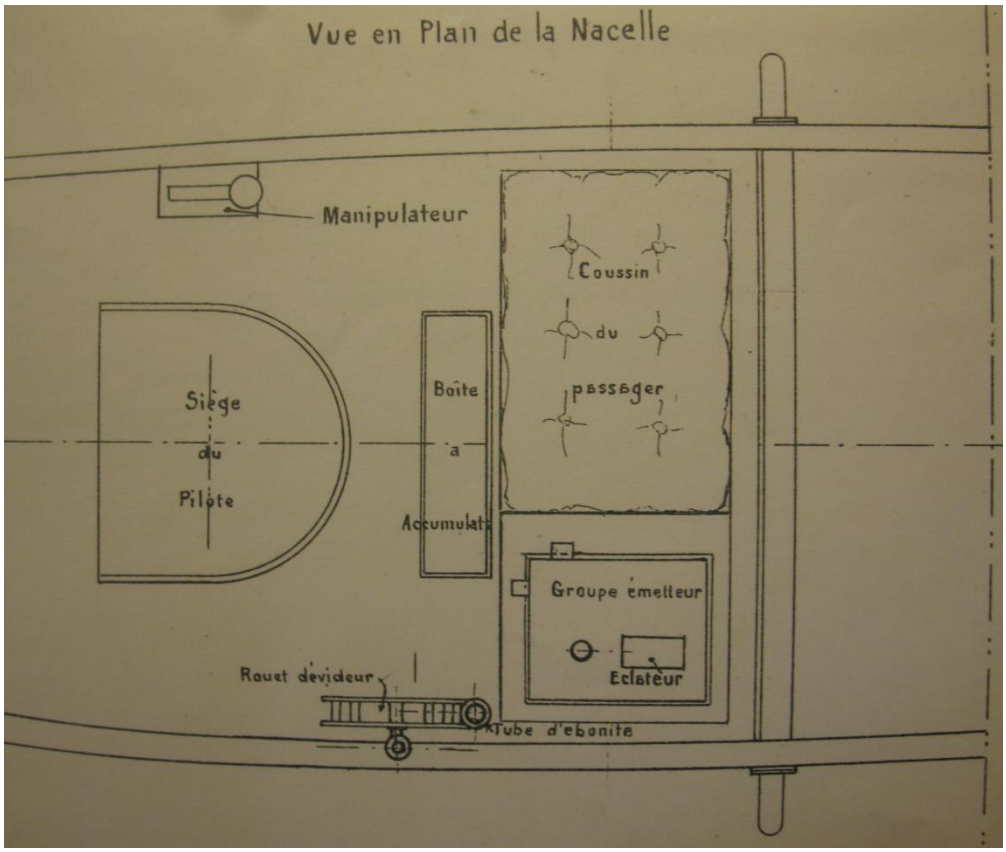
- Caudron
- Voisin, type blindé
- Farman, type MF
- Voisin, type L

IL est donc nécessaire d'avoir recours à des schémas d'implantation précis, élaborés en collaboration avec les constructeurs pour adapter ces émetteurs aux aéroplanes. Ces documents nous permettent de mieux comprendre toute la difficulté d'implanter un nouveau système, on parle aujourd'hui de verrue, dans un engin aéronautique déjà complexe.

Exemple pour un Voisin[213] :



[213] Notice concernant les poste de télégraphie sans fil pour avion, noté 1, sans date, mais au vue des avions concernés, il est possible de la situer dans les années 1915-1916, SHD, 1A275.



Au-delà de leur qualité, ces dessins techniques, nous renseignent précisément sur la complexité de cette opération. On devine assez bien le peu de place disponible que ces hommes ont pour remplir leur mission. La proximité des batteries, du câble[214] d'antenne et du réservoir laisse songeur quant aux dangers inhérents à ce type de montage. Ainsi pour le Caudron :

> « Le réservoir à essence étant en avant de l'observateur, et dans le sens de la marche, l'essence et les vapeurs d'essence, entrainées pour diverses raisons en dehors de ce réservoir, sont rejetés à l'intérieur du fuselage ; En conséquence, ne pas placer l'éclateur à l'intérieur du fuselage, le disposer en dehors, à droite, sur une petite planchette fixée contre le longeron qui forme le bord supérieur du fuselage. »[215]

La préparation de cette installation a lieu dans les ateliers de la réserve générale de l'aviation (R.G.A) au Bourget. Le service aéronautique du G.Q.G demande à ce que les constructeurs prennent en charge « les travaux de menuiserie nécessaires »[216] à cette installation.

[214] En cas d'orage, il est évident que celui-ci doit être remonté ou coupé rapidement pour éviter de se comporter comme un véritable parafoudre.
[215] Notice concernant les poste de télégraphie sans fil pour avion, noté 1, SHD, 1A275.
[216] Lettre du 30 mars 1915 du général commandant en chef l'aéronautique au ministre de la guerre (12ème direction), SHD, 1A 52.

Ces émetteurs sont ainsi adaptés à leur environnement. En particulier en ce qui concerne la prise de terre. Elle est remplacée par un « contrepoids » qui est formée par les masses métalliques de l'avion. Il est nécessaire de le composer en reliant toutes les parties métalliques de l'avion ensemble (moteur, réservoir, radiateur) au moyen de câble de cuivre formant ainsi une masse commune pour l'avion. Cette absence ou la détérioration de cette masse électrique entraine un dysfonctionnement majeur de l'émetteur. C'est encore aujourd'hui une source de panne pour tous les matériels radios.

En outre, il s'agit à l'opposé des messages lestés ou de fusées, de véritables ensemble technique qui nécessite un réglage et un entretien constant à la charge des mécaniciens spécialistes en radio. Ils ont à leur disposition une trousse de poste léger d'avions contenant :

- 2 notices
- 3 jeux de contacts platinés
- 6 contacts de manipulateurs
- 2 pointes d'éclateurs
- 1 élément de condensateur
- 3 feuilles de papier émeri
- 3 tournevis
- 1 clef à molette
- 1 pince universelle
- 3 crayons
- 1 bloc-notes.

Cet inventaire permet de constater que l'on a faire à de véritables techniciens capables d'entretenir un matériel, de le dépanner en recherchant et en isolant les problèmes. Ils peuvent aussi remplacer les éléments défectueux sans avoir recours à l'industriel, ce qui augmente considérablement la disponibilité, diminue les coûts et facilite la logistique. De la même manière que les mécaniciens qui s'occupent des moteurs et des cellules des avions, ils participent pleinement à la disponibilité de l'escadrille dont ils dépendent.

Enfin, cette liaison sans fil ne saurait exister sans la présence des récepteurs au sol. Ces matériels demandent un réglage précis et extrêmement fin afin de capter les milliwatts rayonnées à l'antenne. Les opérateurs, des sapeurs télégraphistes du 8ème régiment du

Génie[217], doivent donc être capables de se placer à l'exacte fréquence de travail entre l'avion et son récepteur. En effet, l'antenne réceptrice capte toutes les fréquences[218] porteuses d'une information. Il faut que l'opérateur réalise l'accord sur sa longueur d'onde de travail pour recevoir clairement les traits et points envoyés par l'observateur. Il est installé soit dans des camions spécifiques soit dans des abris souterrains. La réception se fait à l'aide d'écouteurs qui permettent la transcription du message. Il est ensuite transmis le plus rapidement possible, par le réseau téléphonique mis en place dans chaque secteur d'armée, à la batterie qui ajuste son tir.

Cependant, ces différentes techniques ne peuvent à elles seules répondre aux multiples sollicitations de l'artillerie et au développement de ce mode de transmission. En effet, les preuves d'efficacité se succèdent et il n'est plus ni possible, ni envisageable de programmer une quelconque offensive sans avoir recours à l'aide de l'artillerie, et donc à l'aide de l'aviation de réglage. La première limitation tient au poids et à l'entretien des batteries qui influent directement sur la disponibilité du matériel mais aussi sur les capacités aériennes de l'avion. Une autre restriction d'emploi est le chevauchement des longueurs d'onde du fait de la conception même des émetteurs qui limite le choix des fréquences. C'est pourquoi de nombreuses façons de travailler essayent d'augmenter le nombre d'avions pouvant travailler ensemble. Ces techniques ne donnent pas entièrement satisfaction du fait de leur trop grande complexité, pour ne pas dire lourdeur. Enfin, la faible portée effective de ces émetteurs pose problème. Ils conviennent très bien pour régler des tirs de faible distance sans avoir à se rendre derrière des lignes ennemies où leur durée de vie est très limité. Ces avions ne sont absolument pas ni équipés ni conçus pour se défendre contre la chasse ennemie. Ils ne doivent leur salut qu'à une observation constante du ciel pour déceler le funeste « point noir » qui les menace. Ils peuvent alors regagner la relative sureté du ciel au-dessus des lignes amies. Ainsi, le développement de l'artillerie lourde et à grande portée influe directement sur les caractéristiques de la liaison T.S.F entre l'avion et le sol. En effet, ces canons à longue portée sont capables de toucher des cibles plus de 10 kilomètres à l'intérieur des terres mais ils nécessitent un réglage long et précis. Il n'est pas en effet concevable de gaspiller des obus

[217] Les pertes de ce régiment (sapeurs-télégraphistes, tireurs de lignes, radio ou chiffreurs) sont de 1500 tués à l'ennemi et de 6000 blessés, 1500 citations individuelles ont été décernées.

[218] « Les ondes émises par un poste de transmission se propagent de tous côtés, de sorte qu'un poste de réception peut entendre non seulement les signaux du poste correspondant, mais encore tous ceux des postes qui travaillent autour de lui à grande distance. », *Notice sommaire sur la télégraphie sans fil et les appareils de communication électrique sans fil en service dans l'aviation et l'infanterie*, Paris, Imprimerie Nationale, 1918, p47.

dont le coût est très important .L'équation de la liaison du réglage d'artillerie est renouvelée par ces nouveaux et différents paramètres. Il y a donc nécessité de faire évoluer les émetteurs.

c) Les alternateurs

Tout d'abord, le problème de la génération électrique à bord de l'avion est pris en compte rapidement car la solution des batteries n'est absolument pas satisfaisante. Ainsi, la construction de nouveaux modèles de poste T.S.F pour avion est demandé par une lettre du 9 juillet 1915 de l'état-major du G.Q.G auprès du ministre de la guerre. La demande est de deux postes dont les portées seraient de 70 et 150 kilomètres et pour des poids de 45 et 100kilogrammes. La réponse à cette demande, exprimée sans connaitre le type d'avion sur lequel ce système est installé, émane du Lieutenant-Colonel Ferrié, directeur technique de la radiotélégraphie militaire au sujet des postes de T.S.F sur avions.

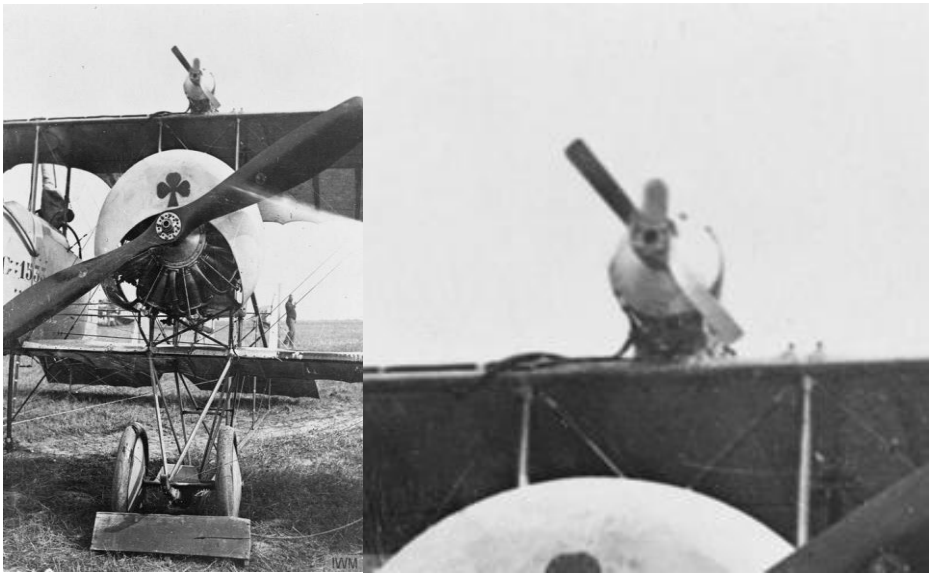
Sa principale remarque[219] est au sujet de l'emploi d'une hélice pour actionner les alternateurs. Le problème de la « marche en avant de l'avion », que pourrait gêner une hélice supplémentaire, est mentionné ainsi que le risque d'emballement de celle-ci. L'une des premières solutions envisagée est d'utiliser la rotation de l'hélice du moteur pour générer un courant électrique. Mais cela nécessite des recherches et des essais. Il préconise : « il y aurait tout intérêt à tâcher d'utiliser les modèles déjà existants et à faire un choix entre ceux dont il est possible de disposer tout de suite. »

Cependant, cette voie n'est pas abandonnée et dès la fin de l'année 1915, un système à base d'alternateurs est utilisé par les armées. Il s'agit de l'émetteur à excitation directe type I, que l'on peut voir sur la photo[220] suivante :

Elle est particulièrement intéressante car elle permet de bien voir la présence assez incongrue de cette petite hélice, sur le dessus du plan supérieur de cet avion. Il est aussi possible de distinguer, les câbles électriques qui longent le bord d'attaque de l'aile et qui sont connectés à l'émetteur placé dans le fuselage. L'une des innovations techniques est la modification possible de l'éclateur modifiant le son à l'écoute (grave ou aigu) permettant ainsi de mieux discriminer les postes émetteurs et donc d'augmenter le nombre d'avions équipés en vol pour effectuer des réglages simultanés et ceci sans interférences. Enfin, l'utilisation d'un

[219] Rapport du Lieutenant-Colonel Ferrié du 12 juillet 1915, 1A52, SHD.
[220] Wireless apparatus on a French Caudron G IV bomber-reconnaissance biplane (serial number C 1533) at the Sailly-Laurette aerodrome, 30 Août 1916 , IWM.

courant alternatif grâce à un transformateur permet d'augmenter la puissance transmise à l'antenne[221] et donc la portée utile de cet émetteur.



Néanmoins, le poids reste important et son hélice ne garantit pas une tension constante car elle dépend de la vitesse de l'avion.

C'est ainsi que la S.F.R développe l'alternateur K qui couplé à une hélice, résout ces problèmes. Le poids total de cet émetteur atteint seulement les 25 kilogrammes et surtout la génératrice est découplée de l'émetteur permettant ainsi de repartir le poids entre l'aile et l'habitacle. L'éclateur est amélioré et perfectionné et peut produire selon, sa configuration des sons différents, augmentant ainsi les combinaisons et évitant les interférences.

[221] « Dans un émetteur à étincelles à excitation directe, l'énergie transmise dans l'antenne est égale à $1/2CV^2$, C étant la capacité entre le fil d'antenne et la terre et V la tension aux bornes de l'éclateur » Radio Fil Magazine n°58, Aimé Salles, septembre-octobre 2013, p28.

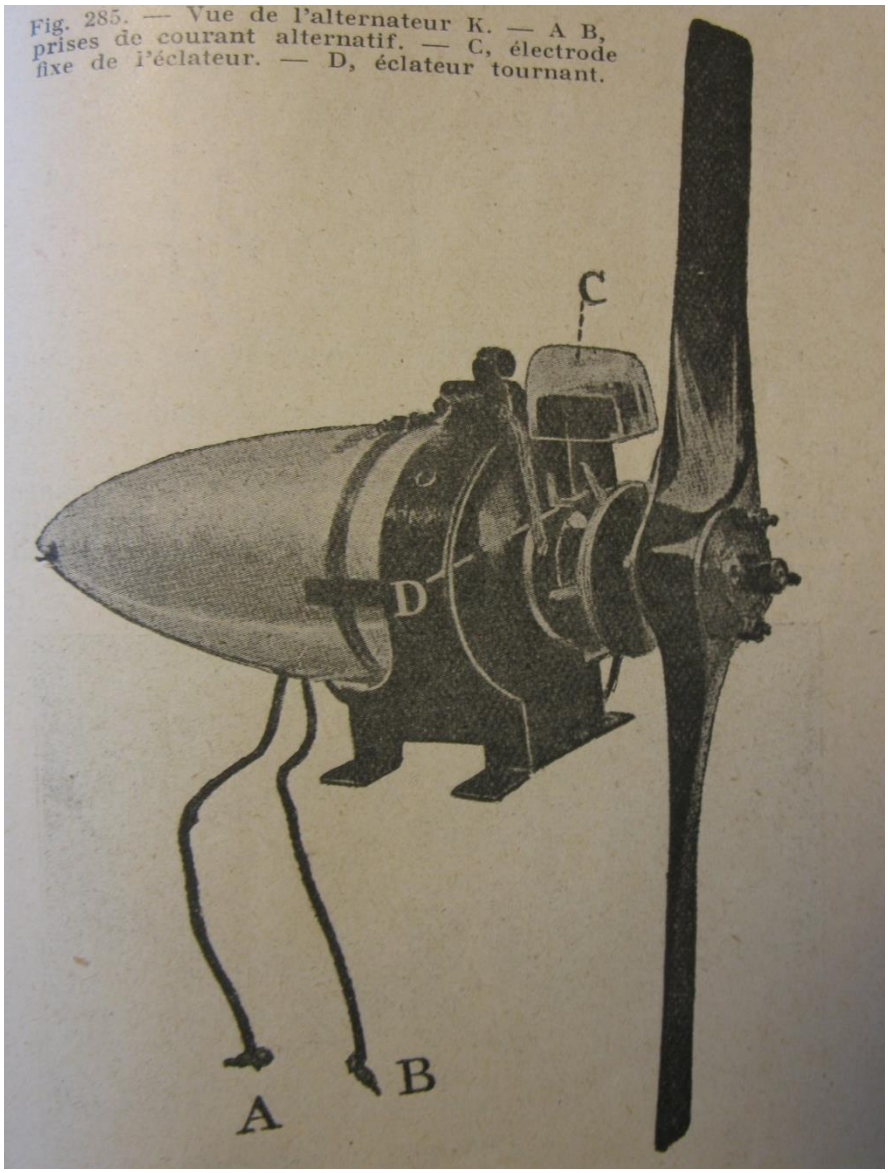


Fig. 285. — Vue de l'alternateur K. — A B, prises de courant alternatif. — C, électrode fixe de l'éclateur. — D, éclateur tournant.

Les caractéristiques des hélices équipant ce modèle d'alternateur varient en fonction du type d'avion et de sa vitesse :

Vitesse de l'avion en km/h	Diamètre	Largeur de pales	Pas
80	520 mm	74 mm	27
100	480	69	42
120	430	64	49
150	420	60	28
200	400	58	86
220	400	58	95

Heureusement, la vitesse des avions de nouvelle génération augmente et cela permet d'avoir des diamètres d'hélice plus petits et dépendant moins de ce facteur.

Néanmoins, cette solution n'est pas parfaite du fait d'un réglage pouvant être approximatif. C'est pourquoi des recherches sont lancées pour trouver une alternative. C'est ainsi que le moulinet à vitesse constante, moulinet Drzewiecki, permet par le réglage automatique de l'inclinaison de la pale d'obtenir une vitesse de rotation sensiblement constante pour des vitesses très variables de l'avion.

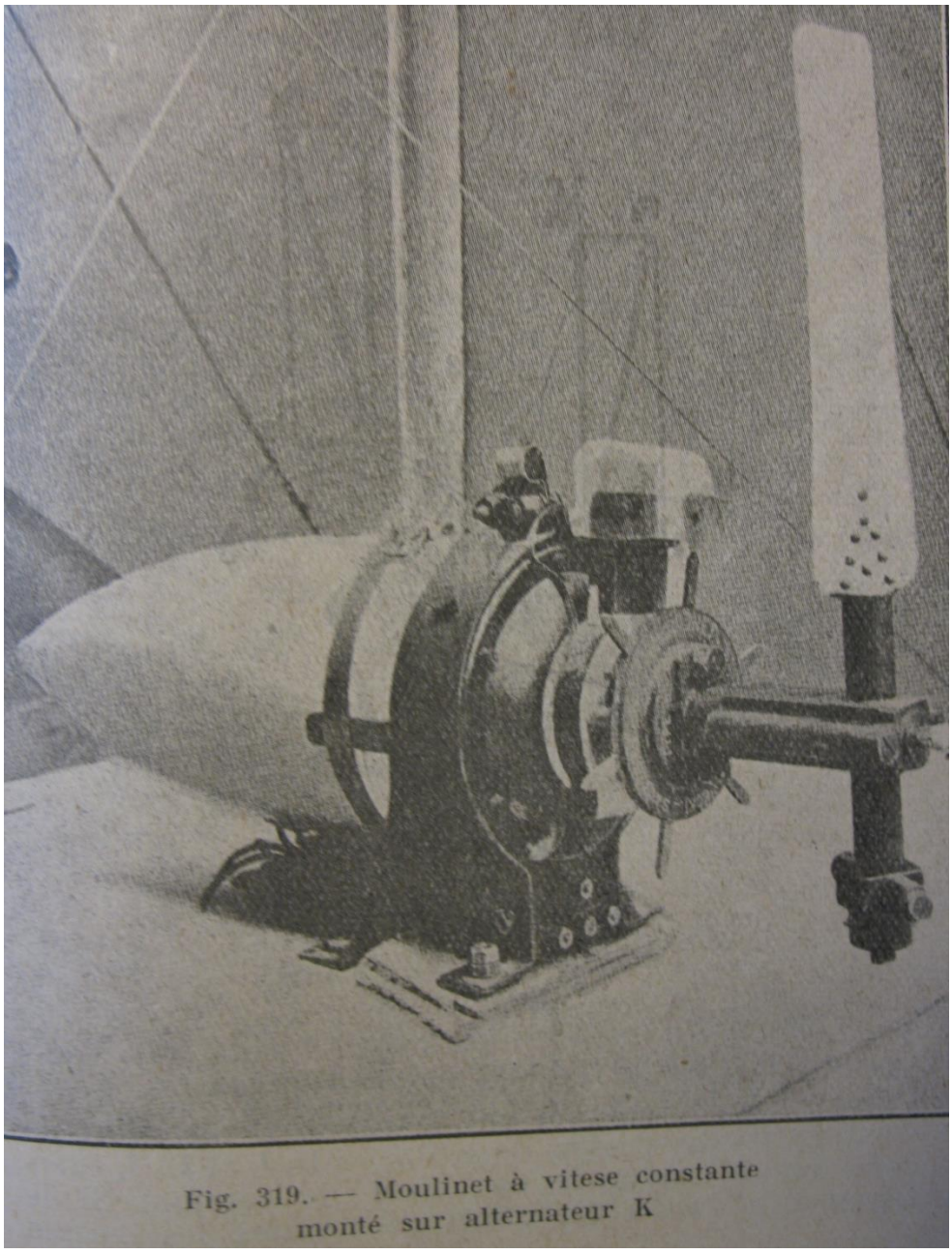


Fig. 319. — Moulinet à vitese constante monté sur alternateur K

Ainsi le développement constant de ces émetteurs permet de répondre à certaines sollicitations de l'artillerie comme le résume Jules Abel [222]:

> «« Avec le renforcement des barrages offensifs à 15 appareils, l'escadrille devient ALVF (artillerie lourde sur voies ferrées) en charge du réglage du tir des pièces d'artillerie. Ce sont des canons de 320 ou 340 mm, auxquels viennent s'ajouter des obusiers de 400mm. Tous les appareils étaient munis de poste de T.SF émetteurs, car la réception était encore impossible. Le poste émetteur était actionné par une petite dynamo mue par une hélice entrainée par le vent relatif. L'antenne était enroulée sur une bobine de 25 cm de diamètre actionnée par une manivelle. Le fil de l'antenne passait par des conduits isolants et portait en son bout un plomb afin de la maintenir autant que possible à la verticale lorsqu'elle était déroulée. Ce poste émetteur était à l'avant dans la carlingue de l'observateur. »

Cependant des nouveaux canons à très longue portée arrivent en dotation dans les unités d'artillerie spécialisées. Il est maintenant possible[223] de tirer à plus de trente kilomètres. En outre, l'infanterie veut, elle aussi, établir une liaison avec l'aéronautique, les fantassins ont évidemment compris tout ce que cet œil dans le ciel pouvait lui apporter. Cependant, il n'est pas possible de multiplier indéfiniment les fréquences de travail avec cette technique de transmission et ses limites semblant atteintes, il faut innover.

d) Le début de l'électronique

La solution « miracle » doit être capable d'augmenter la puissance des émetteurs mais aussi de permettre à un plus grand nombre d' entre eux de travailler dans la même gamme de fréquence. Le principe est découvert en 1905 par Lee de Forest grâce à l'ajout d'une troisième électrode. Il permet de générer des ondes entretenues, par opposition avec les ondes amorties, beaucoup plus puissantes et occupant une place moindre dans le spectre des fréquences. Cet « Audion » ne connait pas le succès et il faut attendre les travaux du Lieutenant-colonel Ferrié et de son équipe, à partir de 1915, pour mettre en application et adapter cette découverte fondamentale à la télégraphie militaire sans fil.

En effet, cette triode peut de par ses caractéristiques physiques être utilisée en générateur, en amplificateur et en détecteur. Elle permet donc de répondre à toutes les nouvelles missions dépendantes maintenant de la T.S.F.

---

[222] *Journal de Jules Abel, 1ère partie pilote de reconnaissance Icare n°*, p76.
[223] Au début de l'année 1917.

Ainsi, la lampe « TM » pour télégraphie militaire commence à être produite en série en 1916. Il a fallu résoudre des problèmes de :

- Fragilité
- Vide à l'intérieur de la lampe[224]
- Production de masse
- Vibration

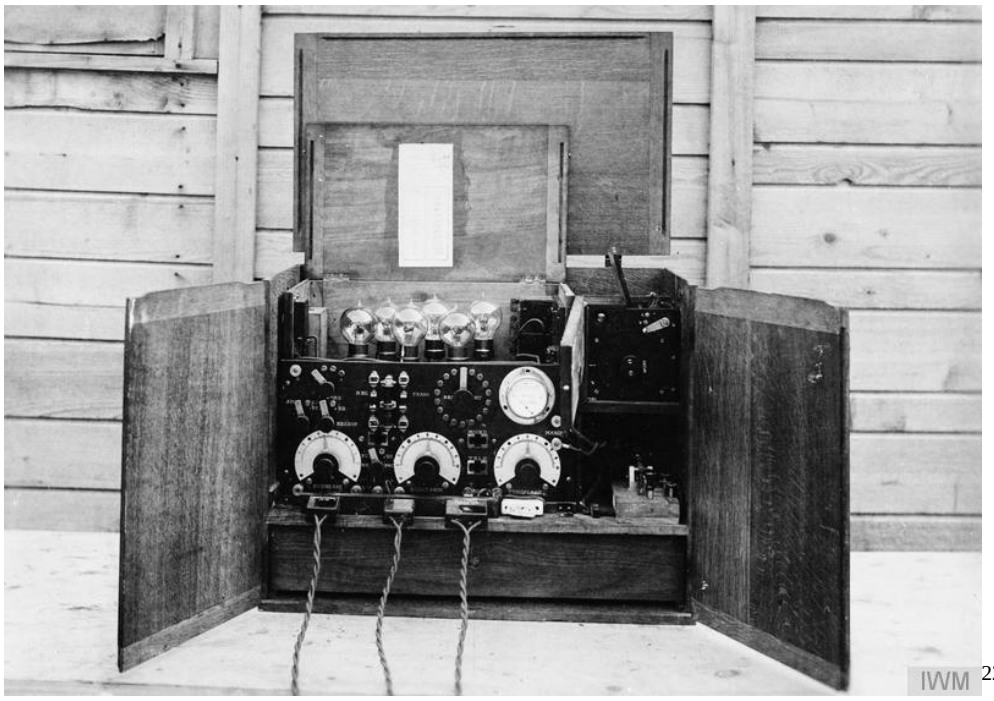
La production de masse est réalisée par deux entreprises civiles sous la tutelle de l'établissement télégraphique des armées. L'entreprise Grammont à Lyon, sous la marque FOTOS et la Compagnie de Lampes à Paris, sous la marque METAL, produisent ces lampes. A l'armistice, la production est de 1000 lampes par jour. Elles permettent la création du premier émetteur/récepteur pour avion. Il est intéressant d'analyser ce nouveau moyen car il sera encore en service de longues années après la guerre.

L'une de ces premières caractéristiques[225] est de regrouper dans le même boitier l'émetteur et le récepteur dans un format (400 X 230 X 300 mm) compatible à son installation à bord. Il est décliné en différentes versions afin d'équiper principalement[226] l'artillerie et l'aviation :

- E-10 Avion : étudié pour donner sur une antenne d'avion, des longueurs d'ondes comprises entre 550 et 750 mètres
- E-10 d'artillerie : établi pour donner les mêmes longueurs d'ondes que le précèdent sur l'antenne des unités d'ALGP

Il est équipé pour l'émission de trois lampes montées en parallèle, et pour la réception de trois autres lampes (deux dans le rôle d'amplificateur et une en tant que détecteur). Il n'est cependant pas encore capable d'émettre et de recevoir en même temps. Il faut donc utiliser un commutateur pour choisir son mode de fonctionnement. Ce changement ne provoque pas de déréglage de l'émission ou de la réception. Cette amélioration permet donc une augmentation de la vitesse de transmission et une disponibilité quasi parfaite. Le chauffage des lampes est assuré par une batterie d'accumulateurs de 6 volts et la tension nécessaire est obtenue sur avion par une génératrice à courant continu donnant 320 volts à 4500 tours

[224] PAILLARD Claude, *Le vide dans les lampes TM*, Radiofil magazine n°59 novembre-décembre 2013, 3p.
[225] *Cours technique du centre d'instruction pour élèves-officiers radiotélégraphistes*, troisième partie description des appareils de T.S.F, Imprimerie Nationale, Paris, p122.
[226] Un E-10 Bis est destinée aux communications à l'intérieur des divisions d'infanterie et un E-10 ter est réservé à l'équipement des chars d'assaut avec la même gamme que le précédent.



[227]

Son installation ne révolutionne pas les avions car ses trois composantes prennent la place occupée par les appareils précédents :

- L'émetteur–récepteur se monte dans la carlingue à un endroit où les organes de réglage sont facilement accessibles à l'observateur.
- La génératrice s'installe comme les alternateurs sur un plan de l'aile.
- Les batteries se disposent sur une planchette et sont maintenues par une courroie.

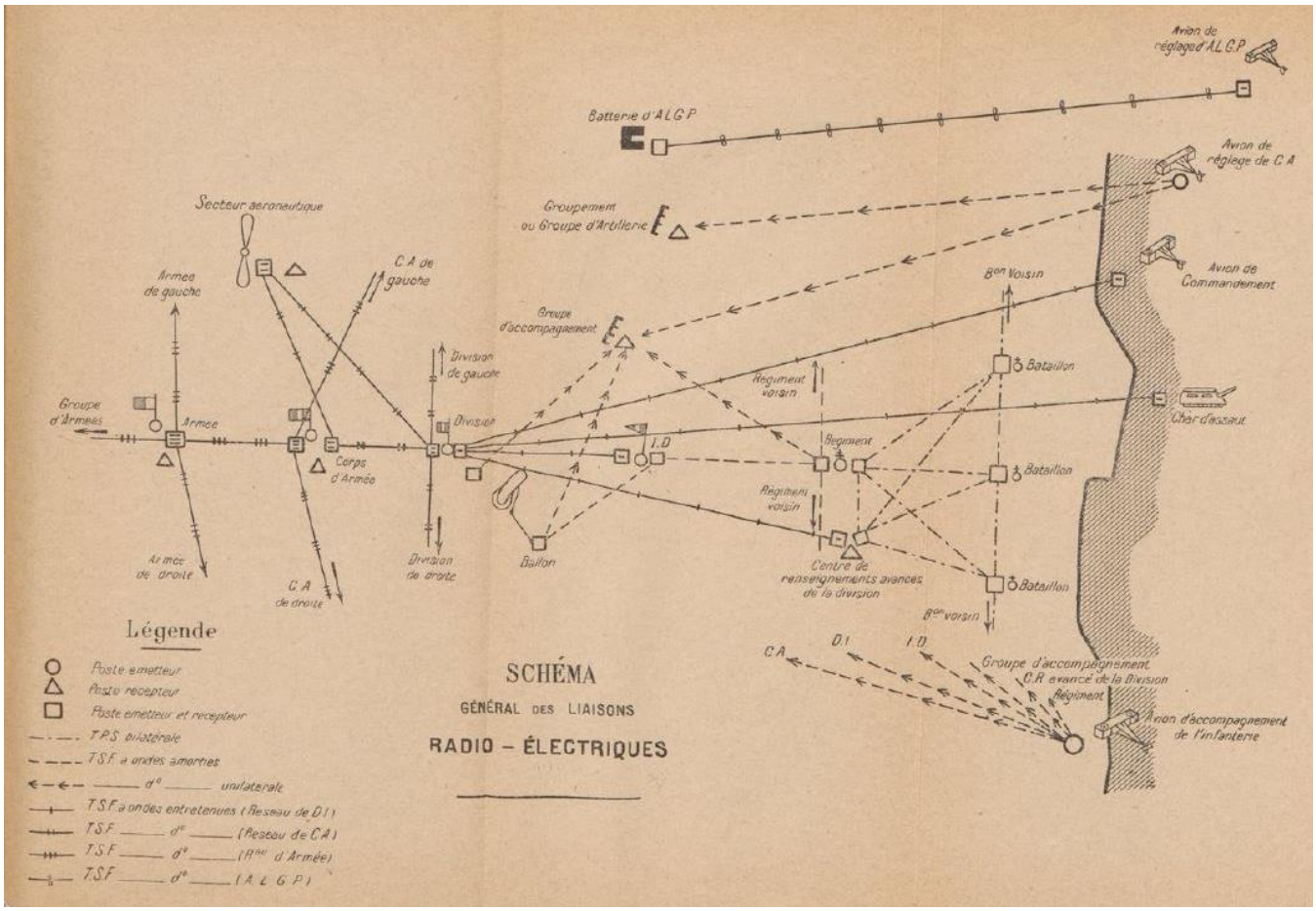
Cependant avec le retour des batteries, son entretien demande une attention particulière :

> « Cet équipement demandait alors un service technique plus important [] il y avait toute une baraque Adrian occupé par ce service où abondaient de nombreuses batteries d'accumulateurs, des appareils radio et des cartons contenant ces fameuses loupiotes qui, comme le disait Calame, vous bouffent des batteries qu'on arrivait à peine à recharger »[228].

Ces appareils sont néanmoins réservés à l'ALGP de par la distance d'émission mais aussi de l'énorme avantage que procure la possibilité d'une liaison dans les deux sens de communication. L'avion peut rester au-dessus de son objectif et il n'est pas nécessaire de faire de multiples allers-retours pour se tenir informé des ordres et directives de la batterie. La phonie est aussi possible mais les problèmes, principalement dus au bruit de l'avion ne semble pas un mode de fonctionnement premier pour le réglage.

[227] Radio set, type E 10-bis (French), at the 2nd Corps Signal School at Chatillon-sur-Seine, 19 May 1919,IWM.
[228] Journal de Jules Abel, 1ère partie pilote de reconnaissance Icare n°, p82.

Pour conclure, les liaisons radioélectriques prennent toute leur place dans la champ de bataille et leur diversité leur permet de répondre à toutes les nouveautés du combat. Elles deviennent un élément incontournable de la conduite de la guerre dans les dernières années de la guerre comme le montre ce schéma général des liaisons radioélectriques en décembre 1917[229] :



Derrière la complexité d'un tel schéma, qui nous montre à quel point les interférences provenant de ses propres équipements est une réalité, il est possible d'extraire des informations concernant la liaison entre le sol et l'avion.

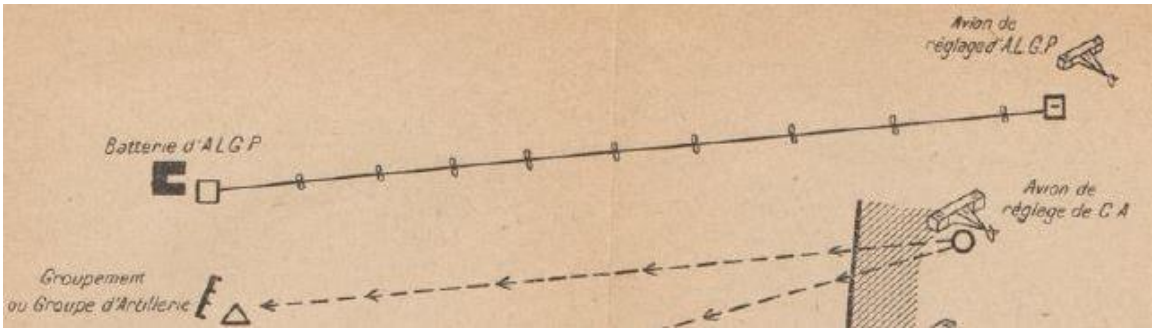
Ainsi l'avion d'infanterie utilise des ondes amorties pour remplir son rôle, il n'est qu'émetteur et reste sourd aux troupes au sol.

[229] *Instruction du 28 décembre 1917 sur la liaison pour les troupes de toutes armes*, mise à jour le 5 juillet 1919, Lavauzelle, Paris, p 124.



Les avions de réglage d'artillerie quant à eux sont répartis en deux groupes bien distincts :

- Les avions de réglage de CA qui sont équipés de moyens d'émission mais pas de réception et dont le lien montant est assuré par les combinaisons de panneaux et de signaux visuels
- Les avions de réglage d'ALGP qui possèdent des moyens de TSF à ondes entretenues qui permettent une émission et une réception pour l'échange des informations de réglage.



Ainsi, une véritable liaison est maintenant possible entre les différents intervenants au sol et les avions spécialisés qui leur sont attribués. Elle s'appuie sur des techniques différentes, des façons de travailler tout aussi différentes afin de répondre aux contraintes du champ de bataille. Cependant ces évolutions ne sont pas seulement techniques. Elles se basent sur des hommes qui n'ont de cesse de trouver des solutions, à tous les niveaux, afin de permettre à cette liaison d'être, tout simplement, la meilleur possible.

7. Les moyens humains et intellectuels

1) Les hommes

a) Les hommes au front.

Cette liaison est ainsi établie à l'aide de moyens techniques et de procédures afin de transmettre des informations. Or, cette relation est réalisée entre des hommes, des militaires qui combattent sur le front et dans la zone immédiate de celui-ci : l'observateur embarqué et des sapeurs au sol.

Les sapeurs télégraphistes sont issus principalement d'un régiment chargé des transmissions au cours de cette guerre. C'est le 8ème régiment du Génie[230] stationné au Mont-Valérien près de Paris. En effet, le service de la télégraphie militaire est depuis le décret du 29 avril 1890 rattaché à l'arme du Génie et il a dans ses attributions :

- La télégraphie militaire électrique et optique
- La télégraphie de campagne
- La télégraphie de forteresse
- Les réseaux militaires d'intérêt général
- La télégraphie légère
- Les colombiers militaires

A l'arrière du front, le service de radiotélégraphie de deuxième ligne est un service militarisé formé d'agents des P.T.T, baptisé « La Bleue ». Il assure le service téléphonique et télégraphique de l'arrière et maintient la liaison entre le front et le reste du pays.

[230] « A la fin de la guerre, près de 50000 hommes portaient l'uniforme du 8ème Génie » Les transmissions, Général Férrié, Center d'étude tactiques d'artillerie de Metz, 1922, p 17

Les soldats affectés au front sont répartis au sein des différentes unités (corps d'armée, divisions et régiments) de l'armée française afin de mettre en œuvre les moyens de communications disponibles. Ils ne se déplacent donc pas en unité constituée mais en sections ou groupes limités afin de répondre aux besoins des unités.

Ainsi, dans le cas de la liaison entre le sol et l'avion, ils sont responsables de la réception et du transfert des informations des observateurs, en particulier lors des réglages d'artillerie à l'aide des liaisons T.S.F. Ils installent donc leur poste récepteur[231]:

- A proximité de la batterie
- Au poste de commandant du groupe ou du secteur
- A un central téléphonique d'artillerie

Les messages doivent donc être transmis grâce à des moyens téléphoniques au commandant de la batterie le plus rapidement et le plus surement possible. Pour cela, il est nécessaire que le sapeur télégraphiste soit au plus près des moyens téléphoniques. Le service télégraphique est aussi responsable de la réalisation du plan de fréquences afin d'éviter le brouillage entre les différents postes de T.S.F. Il est ainsi créer, devant la complexité des moyens disponibles mais aussi devant l'importance croissante de cette liaison, un poste d'Officier d'antenne, responsable du transfert des communications envoyées par l'avion[232] et du bon le fonctionnement de ces moyens[233]. De la même manière, il est ainsi créé assez rapidement un « service radio télégraphique aérien chargé de l'installation et de la mise en œuvre des appareils de T.S.F destinés à établir la liaison entre les avions et la terre. »[234]:

Il est composé d'un chef principal, officier spécialiste, qui traite toutes les questions techniques relatives à la TSF (installation et réparation des matériel placés à bord), de détachements spécifiques :

Unité	Chef	Composition	Dotation
Corps d'armée	1 sous-officier	9 sapeurs ;	5 postes émetteurs

[231] « Ils sont exploités par des sapeurs radiotélégraphistes, aidés, s'il y a lieu, par des auxiliaires d'artillerie », [231] *Instruction sur l'utilisation d'avions munis de TSF pour le réglage du tir* du 15 février 1915
[232] *Instruction sur l'emploi de l'observation aérienne en liaison avec l'artillerie* du 12 août 1915.
[233] *Instruction sur l'emploi de l'observation aérienne en liaison avec l'artillerie* du 29 décembre 1917.
[234] *Instruction sur le service radiotélégraphique aérien*, GQG, du 3 mai 1915, SHD, 1A275.

		- 7 lecteurs au son - 2 électriciens	7 postes récepteurs
Armée	1 sous-officier	4 sapeurs : - 4 électriciens	4 postes émetteurs 8 postes récepteurs

Ces hommes sont rattachés pour subsistance dans les unités où ils travaillent mais ils ne font pas partie, par exemple, de l'effectif d'une escadrille. Il n'est pas prévu de place pour ces spécialistes dans l'organigramme de celles-ci qu'elles soient de corps d'armée ou d'armée.

Ces soldats sont de vrais spécialistes électriciens pour l'installation des postes T.S.F dans l'avion ou « radio » en ce qui concerne les réparations des postes. Ils sont aussi des combattants qui vivent sur les terrains d'aviation avec les dangers inhérents à la guerre, en particulier lors des bombardements aériens ennemis. Je reprendrai ici le témoignage du Sergent-Radio Boureau[235], qui après la guerre présente ses armes (CF annexe 6) :

- Hélice en bois pour alternateur : 4500 tours minute quand l'avion vole à 130 km/h.
- Deux éclateurs : l'un à 24, l'autre à 16 dents.
- Milliampèremètre thermique : il mesure l'énergie transmise à l'antenne. Ils se montent l'un ou l'autre sur l'arbre de l'alternateur. La différence des fréquences permet, à l'écoute, de différencier les émissions.
- Une des premières lampes triode : amplificatrice et détectrice
- Détecteur à galène
- Milliampèremètre d'antenne allemand à 2 sensibilités.

Cette liste nous permet, derrière l'aspect personnel et sensible de ces matériels techniques, de bien nous rendre compte de l'extrême technicité de ces mécaniciens en communications. Ils doivent aussi évoluer et s'adapter, tout au long de la guerre, aux évolutions constantes des moyens. Enfin, ces hommes participent de manière quotidienne à la disponibilité technique des escadrilles car un avion de réglage dont le poste de T.S.F est hors service est déclaré non-opérationnel. C'est donc un élément primordial, ce qui confirme bien que l'aéronautique est

[235] Témoignage recueilli au musée du 8ème régiment du génie sous la forme de notes manuscrites personnelles.

avant tout une armée technique. Cependant, ces moyens techniques doivent être mise en œuvre, au-dessus des lignes ennemies, par du personnel qualifié dans leur utilisation mais aussi qualifié dans la détection des informations nécessaires aux divers organes de commandement, c'est le rôle de l'observateur.

Au début du conflit, la nécessité de placer un observateur à bord des avions n'est pas particulièrement ressentie. En effet, le pilotage d'un avion n'est pas considéré comme particulièrement difficile et une fois le décollage effectué le pilote a tout le temps d'observer. En outre, les faibles capacités de vol de ces premiers avions, en particulier en ce qui concerne la charge utile embarquée mais aussi la capacité à grimper en altitude rapidement, limitent la possibilité d'un équipage double.

Cependant, la précision demandée est de plus en plus grande et seul un observateur qualifié peut répondre aux attentes des commandements. Ainsi, des officiers d'état-major sont placés à bord des avions. Leur rôle est de rendre compte des mouvements et des positions précises des troupes ennemies. De la même manière, lorsque le réglage des tirs par l'aviation devient une nécessité, l'observateur est choisi au sein des régiments d'artillerie. Cette évolution se déroule lorsque les troupes commencent à s'enterrer et demande de plus en plus des reconnaissances d'artillerie pour régler les tirs :

	Durée des vols.	Reconnaissances effectuées.		
		Artillerie	Armée	Total.
Du 6 Août au 1er Octobre	1250H 48'	"	632	632
du 1er au 31 Octobre.	805. 43'	286	177	463
du 1er au 30 Novembre	537. 7'	159	148	307
Total Général	2593H. 38'	445	957	1402

Au Quartier Général le 16 Décembre 1914.
Le Directeur de l'Aéronautique de la 2e Armée.

Ce document[236], récapitulatif des heures de vol des escadrilles de la IIème Armée nous montre le basculement, au cours du mois d'octobre, des missions de reconnaissance au profit de l'armée, c'est-à-dire des reconnaissances des positions et des mouvements vers des missions de réglage de l'artillerie qui nécessite de nouvelles compétences pour les observateurs.

Il doit cependant posséder des capacités et des qualités spécifiques à travailler dans la troisième dimension comme le souligne un document allemand[237] :

- Acuité visuelle suffisante pour l'observation verticale
- Grande faculté d'orientation
- Education tactique développée
- Connaissance de la fortification et de l'artillerie
- Grande habitude des procédés de tir d'artillerie
- Connaissance approfondie des moteurs d'avions
- Vigueur corporelle
- Système nerveux bien équilibré
- Cœur sain
- Caractère trempé
- Force de volonté
- Maitrise de soi-même
- Sobriété
- Poids inférieur à 75 kilos
- Connaissance photographiques
- Connaissance météorologiques

[236] Du chef du Service de l'aéronautique de la IIème Armée, du 16 décembre 1914 au QGQ concernant le récapitulatif des réglages et reconnaissances, SHD, 1A301.
[237] Traduction d'un document allemand « l'observateur en aéroplane » en date du 3 mars 1915, SHD, 1A91.

- Connaissance de la TSF et du système Morse
- Capacité pour l'observation astronomique

Le choix de ces critères révèle bien ce que l'on attend d'un bon officier observateur, des :

- Qualités physiques
- Qualités techniques
- Qualités morales

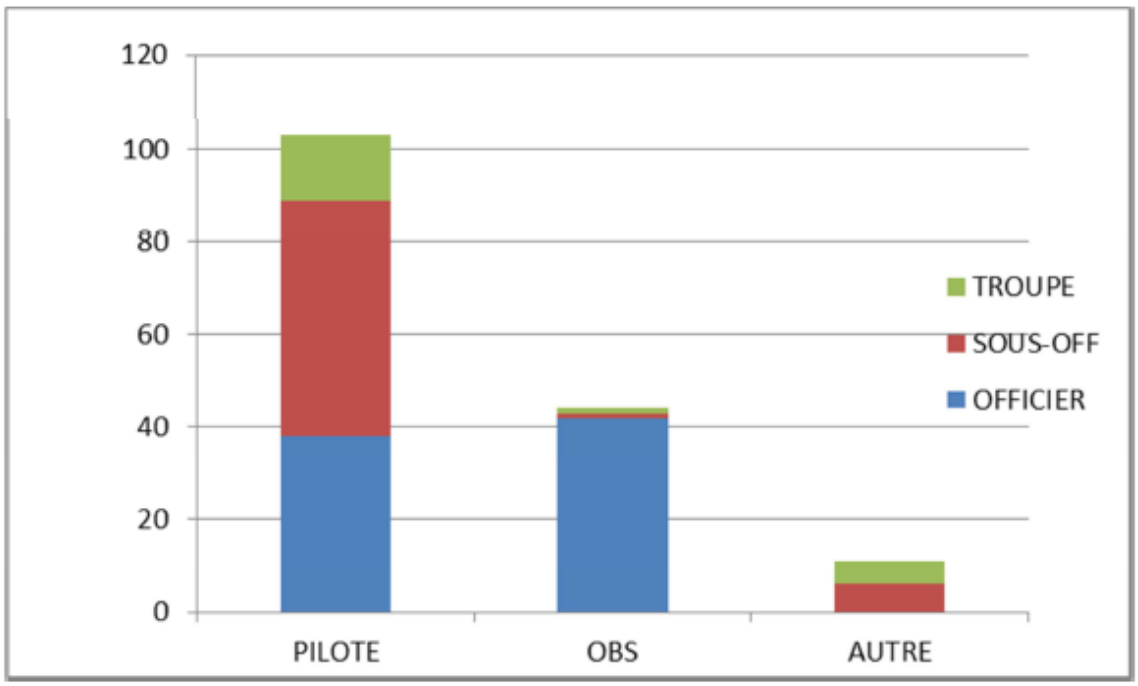
Le choix du statut d'officier, à contrario du pilote qui est recruté sans discrimination de grade, s'explique par le rôle dans la liaison qu'occupe l'observateur. Il est l'homme qui voit la situation et qui rend compte uniquement à d'autres officiers. Il doit être cru. Or, dans cette armée de terre, l'observation aérienne n'est pas du tout encore reconnue à sa juste valeur principalement par un manque de connaissance des capacités de cette nouvelle façon de faire la guerre. Ainsi, le manuel d'instruction militaire de l'infanterie[238] de 1912 nous éclaire comment est considérée l'aviation à l'aube de la guerre :

> « Les observateurs aériens reconnaissent les gros. Mais on ne peut compter d'une manière absolue sur leurs informations, en raison de la délicatesse des appareils et des circonstances atmosphériques qui peuvent rendre ces appareils inutilisables (Article 28 du règlement sur la conduite des grandes unités). »

Ainsi, l'observateur embarqué doit absolument faire ses preuves au début de cette guerre où les nouvelles techniques ne sont pas encore bien assimilées par certains commandements de l'infanterie ou de l'artillerie. C'est pourquoi tout au long de la guerre, cette fonction à bord est réservée aux officiers. En effet, ces hommes doivent régulièrement à la hiérarchie rendre compte de visu de leurs observations. Un lieutenant ou un capitaine ont plus de chance d'être crus qu'un simple caporal. Il est possible de confirmer cette primauté de l'officier dans ce poste par une étude des pertes. Il n'est pas possible lors des combats aériens, par opposition aux combats au sol, de choisir le rang de sa cible. L'étude[239] se porte sur les pertes au combat de l'aviation française au cours de la bataille de Verdun (21 février 1916 – 12 décembre 1916) pour les escadrilles basées en Meuse.

<u>Répartition des pertes durant la bataille de Verdun selon la fonction à bord et le grade :</u>

[238] Le manuel d'instruction militaire à l'usage des élèves-caporaux, sous-officiers, officiers de réserve candidats aux écoles de Saint-Maixent ou de Saint-Cyr, Librairie Chapelot, Paris, 1915, p529.
[239] L'aviation pendant la bataille de Verdun : Etude de la vie des aviateurs sur les terrains d'aviation français situés en Meuse. Mémoire de Master 1, Université de Franche-Comté, Hédin Arnaud, 2013.



Ce graphique nous permet de bien mettre en évidence la prédominance des officiers dans ce rôle. Il est possible de le confirmer par les tableaux d'effectifs des escadrilles ou des groupes de combat[240] :

	Officiers	Sous-Officiers	Soldats
Capitaine commandant	1		
Pilotes	5	6	
Observateurs	6		
Mitrailleurs		10	
Mécanicien en premier			12

Ces observateurs continuent d'être rattachés à leur arme d'origine et sont affectés de façon temporaire au sein de l'escadrille « unité fondamentale de l'Aviation correspondant à la compagnie d'infanterie ou à la batterie d'artillerie »[241]. Cette situation pose rapidement le problème de savoir s'ils doivent faire corps avec cette entité ou alors revenir régulièrement au

[240] Instruction sur les Groupes de Combat du 10 octobre 1916, SHD, 1A22.
[241] L'escadrille, Ses caractéristiques, note de synthèse de Mai 1916 (secret défense), SHD, 1A25.

sein de leur arme d'origine. Cependant, cette petite communauté d'hommes, de 50 à 150 suivant les misions[242], développe rapidement une identité propre fondée sur ses missions, son chef[243] et surtout son insigne. On peut bien sur parler des fameuses Cigognes[244], symbole de l'Alsace, des oiseaux nocturnes pour les bombardements de nuit[245], les diverses croix ou encore des qualités de l'avion[246].

Ainsi, il est nécessaire à ces observateurs de faire partie à part entière de ces unités. En effet, au-delà de leurs caractéristiques sociales, ces soldats partagent le danger dans le ciel et la complémentarité d'un équipage est le plus souvent source de réussite et de survie. La détection du danger s'effectue à deux et l'observateur est aussi en cas d'attaque responsable de la mitrailleuse, seule capable de tenir à distance l'avion ennemi. De la même manière, le pilote est responsable d'amener l'avion au bon endroit et il doit être capable par ses manœuvres de pouvoir s'échapper le plus rapidement possible. En effet, un bon avion d'observation est un avion capable de ramener et de transmettre les renseignements, mais aussi de pouvoir repartir au combat dès que possible.

En outre ces hommes n'ont pas aussi souvent les honneurs du communiqué officiel récompensant les soldats ayant fait preuve de bravoure. En effet, un pilote ayant abattu cinq avions se voit attribuer le titre d'as quel que soit son grade. C'est ainsi que des journalistes, à travers le périodique la Guerre Aérienne, militent pour que ces hommes obtiennent le titre d' « As du réglage » ou d' « As du bombardement » lorsqu'ils atteignent 100 et 200 missions. Cette option n'est pas reprise et le prestige de l'aéronautique militaire est symbolisée par la chasse et les pilotes aux multiples victoires : les As[247]. Cependant, d'autres sources mettent en avant, brièvement il est vrai, cet officier-observateur : « Il commande le navire, a la responsabilité de la mission, le choix des moyens. Aussi est-il toujours officier, alors que le pilote, qu'il dirige(!) et qui le mène, ne l'est que rarement. »[248].

[242] Carnets de Comptabilité des Escadrilles, Service Historique de la Défense, 2A.
[243] L'escadrille n°33 est représentée par une hache rouge car le Capitaine, commandement l'escadrille, s'appelle Alfred Bordage (A. Bordage = la hache d'abordage).
[244] Escadrille N3 puis imposée à toutes les escadrilles du Groupe de Combat 12, *Les escadrilles de l'Aéronautique militaire (1912-1920)*, Vincennes, Service Historique de l'Armée de l'Air, 2005, p25.
[245] Escadrille VB144, Une chouette et la VR 291 un lynx, *Les escadrilles de l'Aéronautique militaire (1912-1920)*, Vincennes, Service historique de l'armée de l'air, 2005, p267 et p464.
[246] L'insigne de l'escadrille HF 1 est un escargot avec des ailes représentant la lenteur de leurs avions.
[247] On devient un as après sa cinquième victoire aérienne homologuée pendant l'année 1916. Cette valeur est portée à 10 victoires durant l'année 1918.
[248] Illustration du 6 juillet 1918.

Enfin, ces officiers observateurs bénéficient d'une prime de fonction pour le personnel servant dans l'aéronautique :

Grade	Fonction	Prime journalière
Officier	Pilote	10,00 F
Officier	Observateur	5,00 F
Adjudant	Pilote	5,00 F
Sergent	Pilote	4,00 F
Caporal	Pilote	2,00 F

A noter qu'un officier observateur reçoit la même prime qu'un adjudant pilote et la moitié d'un officier pilote. Cette différence reflète, probablement, le sentiment d'importance accordé au pilotage par la hiérarchie militaire et civile.

Ces combattants de première ligne s'appuient sur des moyens techniques développés par d'autres qui travaillent loin du front.

b) Les hommes de l'arrière

Tout au long de la guerre, l'aéronautique militaire évolue, se développe et se perfectionne en recherchant toujours une amélioration des capacités des avions. De la même manière, les moyens de communication nécessaires à l'amélioration constante des liaisons entre le sol et l'avion sont aussi l'objet de progrès. Ces perfectionnements sont l'œuvre de techniciens, de chercheurs et de scientifiques civils et militaires.

La place de ces hommes, en particulier dans le développement des moyens en télégraphie sans fil est important car il permet de répondre aux besoins des armées de façon rapide et efficace. L'importance du service de la radiotélégraphie militaire, sous les ordres du colonel et futur général Ferrié, est à lui seul symbolique.

Ce service développe le courant alternatif, les détecteurs électrolytiques, les procédés de mesure d'onde, des modèles divers de récepteurs, les premiers postes émetteur-récepteur de T.S.F et la lampe TM[249], lampe « miracle » fruit d'une collaboration entre chercheurs et techniciens.

Son développement est rendu possible grâce à la prise de conscience tardive, par les politiques, que la guerre sera longue. En effet, le mirage d'une guerre courte entraine la France, à la suite de la mobilisation des cadres et des ouvriers, vers une diminution de ses capacités industrielles[250]. Cependant, l'apparition des premières tranchées installe dans les esprits le fait que cette guerre sera longue. Elle nécessite alors la mobilisation de toutes les énergies, de toutes les capacités et de tous les moyens de la nation. La guerre devient totale. Il n'est plus alors question de sacrifier vainement les forces intellectuelles du pays sur le champ de bataille. L'industrie française a besoin de toutes ces ressources humaines pour développer ses équipements. La guerre n'est plus qu'une affaire de militaire : elle est devenue totale. La prise de conscience d'une guerre d'un genre nouveau est réel comme le constate Paul Painlevé, ministre de l'instruction publique le 13 novembre 1915 « La guerre à mesure qu'elle se prolonge, prend de plus en plus le caractère d'une lutte de science et de machines. »[251]

Ainsi, la loi Dalbiez du 17 août 1915 permet de ne pas envoyer au front les hommes dont on a besoin pour fournir le soutien aux forces armée :

> Article 6 : « Le ministre de la guerre est autorisé à affecter aux établissements, usines et exploitations travaillant pour la défense nationale les hommes appartenant à l'une des classes mobilisées ou mobilisables, chefs d'industries, ingénieurs, chefs de fabrications, contremaîtres, ouvriers, et qui justifieront avoir, pendant un an au moins, exercé leur profession, soit dans lesdits établissements, usines et exploitations, soit dans des établissements, usines et exploitations similaires .»

C'est ainsi que grâce, à cette loi et à la prise de conscience politique que la guerre sera longue et à la mobilisation industrielle et intellectuelle du pays, il est possible de développer de nouvelles armes et de nouvelles technologies.

Comme exemple, il est intéressant de noter le parcours extrêmement divers des différents acteurs qui permettent le développement de cette fameuse lampe :

---

[249] TM : Télégraphie Militaire

[250] De la même manière, le général Bernard, directeur de l'aéronautique, ferme les écoles d'aviation au début de la guerre sous prétexte que celle-ci sera courte. Elles seront rouvertes par le général Hirschauer fin 1914.

[251] Citée par Anne Rasmussen dans Sciences et scientifiques, Encyclopédie de la Grande Guerre, Tome II, p195.

- Le colonel Gustave Férrié, directeur technique de la radio télégraphie militaire est aussi un scientifique qui a réalisée et publié[252] de nombreuses expériences de télégraphie avant la guerre

- Le professeur Henri Abraham, directeur du laboratoire de physique de l'école normale

- Le capitaine François Péri, dirige le centre radiotélégraphique de Lyon LaDoua

- Jacques Biguet, technicien de la fabrique de lampes d'éclairage Grammont

- François Grammont, capitaine des zouaves, démobilisé en 1915 pour reprendre la direction de l'entreprise qui porte son nom.

- Joseph Bethenod, ancien élève de l'école centrale de Lyon et directeur technique de la S.F.R

- Paul Pichon, ingénieur français en Allemagne auprès de la société Telefunken. Lors de déclaration de guerre, il se trouve en Angleterre avec dans sa valise des produits de dernière génération de la marque allemande et des dernières Audion de Lee de Forest qu'il ramène des Etats-Unis. Or, cet homme a « oublié » de faire son service militaire et est considéré comme un déserteur. Il négocie lors son retour en France, directement avec le colonel Férrié, Il occupe ensuite, tout naturellement un poste au sein de la radio télégraphie militaire.

Les profils de ces différents intervenants est assez remarquable : militaire, technicien, ingénieur, scientifique. Cette diversité permet ainsi d'obtenir des résultats rapides, novateurs transformant radicalement les communications entre le sol et l'avion ainsi que l'ensemble des communications du XXème siècle avec l'apparition et le développement constant des télécommunications.

De la même manière, ces hommes sont à l'affut des nouveautés provenant de l'ennemi, et la capture des armes, des moyens de communications, représente un élément de comparaison intéressant. Il est ainsi demandé de faire parvenir, à l'arrière, tous les matériels ennemis tombés entre les mains des soldats. Cette opération doit s'effectuer en priorité avant les inévitables (mais formellement interdits) pillages des épaves d'avions. Cette source

[252] *La Télégraphie sans fil et les ondes électriques*, J. Boulanger et G.Ferrié, Berger-Levrault, Paris, 1904, 253p

d'informations est cependant rare pour les français car les Allemands n'autorisent que très peu leurs avions à voler au-dessus des lignes françaises. De la même manière, les troupes du Kaiser ont le devoir de récupérer tous les appareils de communications, en particulier dans les dernières années de la guerre.

Enfin toutes ces techniques, ces moyens et ces procédés nécessitent d'organiser la formation des combattants.

2) La transmission des savoirs

La rapidité et la dureté[253] des combats pendant les premiers mois de la guerre nécessitent la mise en place de réponses tactiques et techniques de la part des combattants. Le contexte d'urgence, lié aux défaites aux frontières et à l'invasion du territoire national favorise l'émergence d'idée nouvelles.

a) les conditions

C'est ainsi que les soldats se rendent compte que les tactiques ne correspondent absolument plus ni à la réalité du terrain ni aux nouveaux moyens techniques de faire la guerre. Ces militaires doivent alors innover, s'adapter au terrain, à l'ennemi ou disparaitre. Il est possible de parler ici d'une sorte de Darwinisme excessivement rapide où seul ceux qui possèdent les meilleurs atouts peuvent continuer à combattre. Les solutions ne sont pas écrites mais les nouvelles idées sont pour certaines déjà présentes dans les manuscrits, les rapports, les compte-rendus des différentes expériences d'avant-guerre. Ils ne partent pas d'une feuille blanche, en particulier pour la liaison entre le sol et l'avion.

En effet, l'armée française est une armée qui écrit et qui lit. Les grands commandements encouragent les officiers à rédiger leurs idées, leurs impressions et leur vision des combats du futur. Leur diffusion est rendue possible par des revues spécialisées :

- La revue d'artillerie
- La revue du génie militaire

[253] Le 22 août 1914, 27000 soldats français sont tués au combat, c'est le jour le plus sanglant de l'histoire de l'armée française.

- Le journal des sciences militaires
- La revue aérienne
- La revue militaire française
- La revue d'infanterie
- La revue de cavalerie
- La revue militaire générale
- La revue militaire des armées étrangères

La diffusion seule ne suffit pas : la lecture est ainsi facilitée par les bibliothèques de garnison, créées le 1er juin 1872 : il en existe[254] ainsi près de 370 avant le début des hostilités. Leur but est de développer la culture des cadres et des conscrits. La diffusion des idées nouvelles est ainsi rendue possible, en particulier en matière de nouvelles techniques.

D'autre part, l'une des spécificités de l'aéronautique est de pouvoir se déplacer rapidement et, au début du conflit, sans réelles contraintes. Ainsi, les pilotes et observateurs peuvent au retour d'une mission ou à l'occasion d'une liaison spécifique se rendre très facilement et rapidement sur le terrain d'une autre escadrille. Les escadrilles sont aussi équipées de voiture légères qui permettent de se rendre à un autre point du front pour partager des expériences. Cette diffusion horizontale est aussi rendue possible par les liens qui existent dans cette petite communauté des aviateurs. Les pilotes de cette époque ne sont pas nombreux mais ils partagent la même certitude de l'importance que, inévitablement, doit prendre l'aviation. La motivation mais aussi les compétences techniques, la majorité des officiers (pilote et observateur) étant issus des armes dites savantes (génie et artillerie) et leur parcours universitaire[255] les a conduits à passer par centrale, polytechnique ou les mines, permettent un échange d'idées et une émulation certaine entre les différentes escadrilles.

Le mécanicien est aussi un techniciens, formé par les industriels, et spécialisé dans un domaine bien précis (moteur, cellule, radio, armement). Il est pour certains « l'homme le plus

[254] Pour exemple, la bibliothèque du 23ème régiment d'infanterie est composée en 1912 de 1600 titres dont 679 pour les sciences et l'histoire militaire. Des bibliothèques pour les troupes, Benjamin Gille, www.bnf.fr, 2014.
[255] Sur un échantillonnage, plus de trente témoignages oraux, un tiers de ces hommes est issu de ces grandes écoles.

important de l'escadrille »[256] et sa disponibilité sans égale « avion toujours prêt, jour et nuit »[257]. La remarque qui revient le plus souvent dans les témoignages des pilotes et des observateurs est la grande compétence technique de ces soldats. Ils sont pour ces hommes qui décollent sans parachute, l'assurance qui leur permet de combattre mais aussi de pouvoir revenir au terrain. Le mécanicien est donc un « spécialiste »[258], « remarquable, jamais d'erreurs »[259], « sauvé la vie et grand seigneur »[260] , ce qui n'empêche pas certains pilotes d'emmener leur mécano pour un vol d'essai avant un départ en mission[261].

Cette diffusion horizontale est aussi possible avec les alliés. Ainsi, il est intéressant de noter que les premiers essais de liaison de T.S.F, pour le réglage de l'artillerie, sont réalisés par les escadrilles proches des troupes anglaises durant les combats d'automne 1914.

C'est ainsi que les escadrilles et les hommes de l'aéronautique sont parfaitement formés pour adapter leur arme aux évolutions techniques qu'impose la conduite de la guerre. Cependant, la dimension exceptionnelle que prend la guerre nécessite des réponses plus importantes en matière de formation initiale de ces combattants afin de pouvoir utiliser ces nouvelles façons de combattre.

b) La formation initiale

Tout d'abord, les personnels en charge de l'établissement, de l'utilisation et du maintien opérationnel des liaisons entre le sol et l'avion ne suivent pas la même formation. L'observateur aérien doit être capable de repérer, d'analyser et de transmettre les informations recueillies au sol. La mission de l'opérateur des transmissions est d'utiliser de manière optimale les moyens de communication à sa disposition afin que les informations reçues ou transmises le soient en temps et en qualité. Le technicien chargé des moyens de télégraphie doit être en mesure d'assurer la meilleure disponibilité du matériel dont il a la charge.

En effet, l'expérience acquise durant les premiers mois de la guerre montre « la nécessité d'une éducation préalable des officiers et des sous-officiers appelés à servir à bord des avions

[256] Témoignage oral n°109, De Forceville.
[257] Témoignage oral n°108, Joannes
[258] Témoignage Oral n°65, Cossart
[259] Témoignage oral n°107, Rotival
[260] Témoignage Oral n°65, Cossart
[261] Témoignage oral n°107, Rotival

en qualité d'observateurs d'artillerie »[262]. Les préconisations restent encore légères à cette époque et se répartissent en :

- Une instruction théorique qui se résume à l'instruction du 20 décembre et à des renseignements sur l'armée allemande
- Une instruction pratique avec
    - Orientation et lecture de carte en vol
    - Exécution de croquis de terrain à une altitude de 2000 mètres
    - Découverte et détermination d'objectifs
    - Manipulation des postes émetteurs de T.S.F et de fusées
    - Exercice de réglage

Ces instructions sont sanctionnées par l'obtention ou non du droit de voler. En effet, « les circonstances exigent que l'instruction des observateurs d'artillerie soit menée activement en éliminant les élèves qui ne donneraient pas complète satisfaction, dès que leur défaut d'aptitude est constaté ». Il n'est pas possible de prendre à bord des observateurs inaptes au vol et/ou incapables de remplir correctement leur mission. On peut aussi remarquer que cette instruction ne fait pas mention d'une quelconque instruction au tir pour ces observateurs. La défense de l'équipage avec une mitrailleuse embarquée n'est pas encore d'actualité.

Cette formation initiale est profondément remaniée à la fin de l'année 1916 par une instruction du commandement de l'aéronautique aux armées[263]. Elle concerne les observateurs en avion, dont nous allons détailler la formation.

Ces élèves suivent tout d'abord une instruction théorique d'une durée d'un mois au Groupe des Divisions d'Entrainement du Plessis-Belleville dont le but est de « donner aux officiers destinés à faire des observateurs, d'artillerie et de toutes armes, une instruction préparatoire les mettant à même de rendre immédiatement des service dans une escadrille ».

[262] Instruction provisoire sur la formation des observateurs d'artillerie en avion, G.Q.G, Service Aéronautique le 20décembre 1914, SHD, 1A90.
[263] Instruction des observateurs en avion, des officiers photographes, des commandants d'escadrilles et officiers de renseignements, des officiers susceptibles d'être désignés comme commandant d'aéronautique d'un secteur et adjoint aérostiers , Etat-major du GQG, 3ème Bureau, Commandement de l'aéronautique aux armées n°19503, en date du 24 novembre 1916 , SHD, 1A91.

Derrière ces mots, il existe une réalité qu'il est possible d'appréhender avec le témoignage du Lieutenant Carayon :

> « Nous avons donc demandé à passer dans l'aviation et nous sommes arrivés tout droit à Plessis-Belleville, dans l'extraordinaire et pittoresque pagaille que représentaient le dressage de l'observation et l'apprentissage du pilotage dans cette immensité de Plessis-Belleville, avec des accidents quotidiens, un désordre fou et aussi une tenue de carnaval, des spahis mélangés avec des troupes coloniales, chacun se ralliant à la tenue, avec le maillot montant jusque sous les oreilles, mais un état d'esprit extrêmement plaisant. »[264]

La nécessité de fournir des hommes rapidement opérationnels au front est ici fondamentale. Ce poste est bien réservé à des officiers. Cette instruction comprend :

- Une instruction théorique :
    - Les appareils d'aviation
    - Organisation générale de l'aéronautique d'armée, de CA et de secteur
    - Missions de l'aviation
    - Organisation et vie en escadrille
    - Règlements d'emploi et diverses instructions
    - …
- Une instruction pratique à terre :
    - Prise de photographies verticales, obliques et stéréoscopiques, croquis de restitution,
    - Maniement et entretien des armes en service
    - Exercice de visée de bombardement sur tapis roulant
    - Installation d'antenne, maniement de draps, signaux
    - …
- Une instruction pratique en avion :
    - « dressage individuel » :

[264] Témoignage oral n°8.

        - Accoutumance au vol
        - Orientation et lecture de carte
        - Manipulation des appareils de T.S.F et des projecteurs de bord
        - Lecture des signaux par panneaux, projecteurs et feux de Bengale
        - Tirs en avion
        - Jets de fusées et cartons lestés
        - Lancement de bombes
    - Exercices d'application
        - Observation de tir
        - Reconnaissance

L'instruction pratique en avion constitue la majeure partie de l'enseignement. Elle regroupe tous les moyens (T.S.F, panneaux, cartons, projecteurs, fusées) que doit savoir utiliser un observateur en avion pour correspondre avec le sol. En outre, pour faire face à la menace de l'aviation ennemie, une instruction au tir est en place. A la fin de cette période, les stagiaires partent pour un stage de huit jours à l'école de tir de Cazaux afin de se perfectionner dans leur seul moyen de défense embarquée : leur mitrailleuse.

Les élèves-observateurs qui réussissent cette formation sont affectés à une escadrille comme stagiaire. L'instruction y est poursuivie sous la direction d'un observateur expérimenté. Cependant, les avions de cette époque n'étant que très rarement à trois places, il est donc recommandé que cet observateur expérimenté soit aussi un pilote. Il peut ainsi emmener son stagiaire et le former dans les conditions de vol. Il est cependant certain que dans la grande majorité des cas, le stagiaire soit placé dans un avion et fasse, seul, ses premières armes assez rapidement. Cette partie de la formation est placée sous la responsabilité du chef d'escadrille, ce qui montre l'appartenance de ces hommes, au point de vue organique, à l'aéronautique militaire.

De la même manière, les sapeurs télégraphistes suivent une longue période de formation durant laquelle ils se forment sur tous les moyens de transmission en dotation dans

les armées. La formation est ainsi généraliste et ne concerne pas qu'uniquement les moyens en lien avec l'avion.

Ainsi, nous allons plus particulièrement nous intéresser aux sapeurs télégraphistes qui reçoivent tout d'abord une instruction militaire théorique et pratique puis une instruction technique générale et enfin une instruction particulière[265].

Elle comprend :

- La nomenclature et le réglage sommaire des appareils réglementaires des postes électriques, optiques et téléphoniques
- L'étude des signaux Morse et règles de service
- La manipulation des appareils électriques, la lecture à la bande et au son, la transmission et la réception à l'optique et l'emploi du téléphone
- La nomenclature et le mode d'emploi du matériel des lignes de campagne
- Le chargement des voitures, les soins à leur donner, les réparations simples qui peuvent être effectuées au moyen des outils et matières qu'elles transportent.

Cette instruction permet de placer les hommes suivant leur capacité et de les répartir dans les emplois offerts par les transmissions :

- Les manipulants : utilisation des postes télégraphiques et téléphoniques et lecture au son
- Les monteurs : construction, entretien et réparation des lignes fixes et de campagne[266]
- Les groupes de forteresse : assurent le fonctionnement des réseaux télégraphiques du commandement des places fortes.

Enfin, un certain nombre d'entre eux choisis d'après leurs aptitudes, reçoivent au Mont-Valérien, une instruction complémentaire et spéciale sur la télégraphie sans fil, sanctionnée par des examens qui non seulement permettent d'évaluer les compétences acquises mais aussi offrent, chose rare, des récompenses :

- insignes distinctifs :

[265] *Génie : Télégraphie militaire*, Lavauzelle, Paris, 1912, 528p.
[266] Ils sont aussi instruits sur l'emploi de la bicyclette pour la gestion des lignes.

- Insigne de manipulant avec chape et borne en or
- Insigne de monteur avec fil en or

- Somme d'argent : 10 ou 15 francs.

Elle est aussi ressentie par ces soldats comme une chance et un honneur :

> « Nos sous-offs électriciens nous réunissaient parfois dans une baraque, autour d'une petite boite mystérieuse et tentaient de nous inculquer les rudiments de cette technique nouvelle né, qu'était la T.S.F. Sans toujours bien comprendre, cette confrontation nous intéressait prodigieusement et, aussi, nous sentions pénétrés d'un sentiment de supériorité sur les quelques deux milles pauvres bougres des autres compagnies, condamnés à l'unique mission bien terre à terre de monter aux poteaux pour y tendre des fils. Nous avions le sentiment de constituer en quelque sorte l'élite d'une société attardée. »[267]

Ces hommes sont formés à toutes les spécialités des transmissions de cette époque et sont répartis ensuite suivant leurs compétences entre les différents services. Il ne faut pas non oublier plus que la gestion, même sommaire pour l'armée, de ces compétences n'est pas le seul critère de mutation dans un service. En effet, il est fort probable que cette formation s'aligne sur les besoins en personnel des unités à pourvoir. Il est ainsi possible de ne pas toujours avoir les bons personnels à la bonne place. En particulier les monteurs sont amenés plus régulièrement à se rendre en première ligne et les pertes humaines sont plus importantes dans cette branche que dans d'autres. Il est donc fort probable que cette spécialité soit plus souvent « offerte » aux soldats lors de leur instruction.

Cependant cette formation initiale se saurait à elle seule ni former des combattants de première ligne ni permettre de profiter des nouvelles techniques. C'est pourquoi, il se développe tout un système d'exercices dans les unités au front.

c) La formation continue

Le commandement a rapidement pris conscience que l'évolution des techniques de liaison, en particulier en ce qui concerne le réglage du tir d'artillerie, nécessite une remise à niveau constante des connaissances et des pratiques des hommes au front.

[267] Souvenirs du sapeur-télégraphiste Jean Poncin, mémoires non publiées.

Ainsi, à la fin de l'année 1916, vraisemblablement à la lecture des comptes rendus des batailles de Verdun et de la Somme, le GQG décide de mettre en place des cours[268] de perfectionnement pour une grande majorité des observateurs en poste dans les escadrilles de corps d'armée. Son programme d'instruction, d'une durée de deux semaines se base principalement par ce qui est mis en place pour les élèves observateurs. Ce stage se déroule pendant la période d'hiver, ce qui gêne moins les opérations aériennes et terrestres puisque les conditions météorologiques sont défavorables au vol et que la durée de luminosité journalière est réduite. C'est ainsi que ce stage de perfectionnement s'attache à :

- Vérifier les connaissances et les aptitudes des observateurs à la pratique :
    - Du vol
    - Du tir
    - De la T.S.F
    - De la photographie
- Mettre en commun par des conférences l'expérience acquise au cours de l'année
- Instruire les observateurs sur la manière dont les troupes au sol font la guerre afin de « les orienter en vue des progrès à réaliser par l'aviation ».

Il est bien sûr évident que ce stage est obligatoire et entraine en cas d'échec des sanctions et des mesures nécessaires. Il est ainsi possible de retirer son poste à un observateur aérien et de le réintégrer dans son corps d'origine.

Ce stage est bien sûr un moyen d'évaluer les compétences des observateurs et de réaliser un état des lieux de l'observation aérienne à la fin de cette « année des batailles ». Il est aussi important car il permet à tous ces hommes de pouvoir partager leur vécu, leurs missions et par là donc, les moyens qu'ils ont mis en place pour réaliser, du mieux qu'ils pouvaient, leur travail. Le commandement est aussi à la recherche de solutions pour améliorer la liaison entre les avions et les troupes au sol. C'est donc tout naturellement et il faut le dire intelligemment

[268]Instruction des observateurs en avion, des officiers photographes, des commandants d'escadrilles et officiers de renseignements, des officiers susceptibles d'être désignés comme commandant d'aéronautique d'un secteur et adjoint aérostiers , Etat-major du GQG, 3ème Bureau, Commandement de l'aéronautique aux armées n°19503, en date du 24 novembre 1916 , SHD, 1A91.

qu'il se tourne vers les hommes qui combattent tous les jours et utilisent tous les moyens à leur disposition pour remplir leur mission.

Cette volonté du commandement est déclinée au niveau des divisions, des régiments et des escadrilles par une volonté mais plus certainement par une nécessité de mener des exercices constants afin de pouvoir garder les capacités opérationnelles des unités combattantes.

En effet, il est souvent fait état, dans nos sources, de plaintes concernant le manque d'entrainement des observateurs et des troupes au sol :

- « Les dernières opérations de Verdun ont démontré que les batteries et escadrilles arrivant dans un secteur actif manquaient trop souvent d'entrainement tant au point de vue des réglages de tir par avions qu'au point de vue de l'emploi de la T.S.F »[269]
- « L'insuffisance d'instruction des lecteurs au son de T.S.F n'est pas un fait nouveau »[270]
- « Les causes principales de cette diminution (rendement de l'observation aérienne) semblent être les suivantes :
    - Valeur médiocre du recrutement des observateurs
    - Insuffisance d'instruction des observateurs au Centre
    - Insuffisance d'instruction sur le front des observateurs et des batteries »[271]

Ces quelques exemples montrent le sentiment que tous les maillons de la liaison sont touchés par un manque d'entrainement. Il faut tout d'abord noter la constance, tout au long de la guerre, de la demande pour un meilleur appui de l'artillerie mais aussi de l'aviation par les troupes d'infanterie. Ces remarques viennent après la mise en place d'une formation initiale des observateurs qui aurait dû répondre à ces problèmes. Néanmoins, l'urgence des combats et la nécessité de plus en plus grande d'avoir recours à l'avion peut être la cause d'une diminution des compétences des observateurs. Cependant, cette faiblesse peut être aussi le fait d'une meilleure adaptation de l'ennemi que cela soit en matière de camouflage, de

[269] Minute du 30 août 1917, SHD, 1A92
[270] Rapport de l réserve générale d'artillerie lourde à Monsieur le commandant en chef de l'aéronautique en date du 11 octobre 1917, SHD, 1A92.
[271] Note pour le service aéronautique et l'inspection générale des armées du GQG en date du 2 septembre 1918, SHD, 1A93.

mouvements rapide de ses batteries mais aussi de défense contre ces types de missions que cela soit dû à la DCA ou à la chasse. Enfin, la dernière année de la guerre en particulier réintroduit une guerre de mouvement abandonnée pendant près de trois ans et qui nécessite des nouvelles pratiques en matière de réglage d'artillerie ou de liaison d'infanterie. Cet situation qui n'est pas optimale, est compensée par de nombreux exercices menés par les escadrilles et les unités qui sont amenés à travailler ensemble.

C'est ainsi que de nombreux exercices se mettent en place pour les unités au front. Les sapeurs télégraphistes effectuent des stages de huit jours au sein des escadrilles sous la responsabilité de l'officier radio de celle-ci. L'objectif est d'améliorer leur lecture au son (c'est-à-dire la capacité à transformer les points et les traits du code Morse en des lettres et des chiffres codifiant un message) mais il concerne aussi le montage et le réglage des postes de télégraphie. Ces soldats peuvent être accompagnés par leur officier chef d'antenne qui lui aussi suit une instruction à base d'exercices.

Ces exercices sont aussi partagés entre les différents constituants des liaisons. Les exercices au sol sont ainsi préparés sous la direction de commandant de l'artillerie. Il s'agit d'améliorer le « dressage mécanique »[272] des radiotélégraphistes. Derrière cette dénomination, ces sapeurs doivent être capables de bien recevoir les signaux qui leur sont destinés sans être gênés par des signaux parasites qu'ils doivent le plus possible éviter et atténuer. Enfin des exercices plus complexes, mettant en jeu l'ensemble des moyens au sol permettent de vérifier la connaissance parfaite de la méthode de réglage et de contrôle des tirs par observateurs et commandant de la batterie. Ces exercices mettent en jeu l'observateur et ses moyens radio, l'équipe radio de réception et l'artillerie mais aussi les moyens de communication au sol, en particulier le réseau filaire dont dépend la transmission des informations entre la réception et la batterie.

Des exercices en avion sont aussi réalisés. Leur but est principalement de chercher à évaluer et améliorer les compétences de réglage des aviateurs vis-à-vis d'objectifs inconnus et de les amener à travailler avec d'autres avions en vol. Ces exercices sont aussi l'occasion de s'entrainer à utiliser les moyens complémentaires de liaison comme le projecteur ou les panneaux.

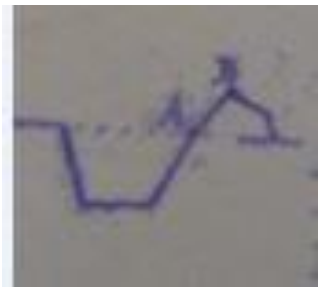
[272] Note relative à l'entrainement progressif de tous les exécutants au fonctionnement de l(observation par avions en liaison avec l'artillerie au cours d'une attaque, note de l'état-major du GQG en date du 16 août 1915, classée secret , SHD, 1A91.

Ces différents exercices s'effectuent bien évidemment dans des secteurs calmes afin de ne pas perturber la poursuite des combats.

Cependant, dans certaines situations, le fait d'être éloigné du front ou dans un secteur calme ne permet pas de bien se préparer aux missions opérationnelles. C'est en particulier le cas pour l'artillerie lourde. La nécessité de pouvoir choisir une réception bien particulière au milieu des fréquences de travail nécessite de se rapprocher du front. En effet, la télégraphie se propage assez loin et il est possible de capter des émissions d'avion au combat à une certaine distance en arrière du front. C'est pourquoi, « il parait préférable d'installer ce cours en un point où l'on pourrait écouter les avions travaillant sur le front »[273].

Pour la liaison avec l'infanterie, les exercices de jalonnement sont souvent l'occasion de rappeler les contraintes et les limites de la visibilité des avions. Ainsi, le positionnement des panneaux de jalonnement doit être précis afin de pouvoir être vu par l'observateur embarqué comme le rappelle cet exercice[274], schéma à l'appui :

- « Sections occupant des tranchées : quatre panneaux jointifs installés en A-B sur le rebord de la tranchée face à nos lignes de manière qu'ils puissent être repérés par le ballon et les avions tout en restant dissimulés aux vues des observateurs ennemis.



- Sections occupant des trous d'obus : deux ou trois panneaux jointifs installés sur le rebord du trou d'obus opposé à l'ennemi. »

Cet exercice est complété par des allumages de feux de Bengale et des lancements de fusées.

Enfin ces exercices de formation continue sont aussi l'occasion de prendre en compte et d'adopter des nouveaux matériels. Ainsi, en juin 1917, Le sergent Radio Boureau prend

[273] Note de renseignement pour le 3ème bureau du service aéronautique du GQG en date du 20 octobre 1917, SHD, 1A92.
[274] Note de service du Groupement E en date du 9 juillet 1916, SHD, 1A308.

possession du nouveau moyen radio de son unité à l'occasion d'une 'instruction sur T.S.F » qui a lieu à Saint-Cyr. Ce nouveau matériel, ce tracteur, fait l'objet de nombreuses curiosités car il est équipé de façon nouvelle et répondant plus aux besoins des hommes du front. Il est composé de :

- Deux banquettes pouvant recevoir 4 personnes
- Un meuble bureau comprenant un poste émission/réception E3 à quatre lampes, une détectrice et trois amplificatrices
- Une batterie d'accumulateurs de 80 volts, 250AH
- Un convertisseur
- Des appareils de mesure : voltmètre, milliampèremètre
- Antenne et prise de terre

Ainsi, ces exercices n'ont pas seulement pour but d'entrainer le personnel au fonctionnement de la liaison entre le sol et l'avion, ce que les Britanniques appellent le drill, mais aussi de chercher à l'améliorer par l'utilisation de moyens nouveaux en s'adaptant au maximum avec les conditions changeantes du conflit.

Pour conclure, la durée et la technicité croissante de la guerre nécessitent la mise en place de moyens d'instruction continus et cohérents dans la gestion des compétences des soldats en charge des liaisons, qu'ils soient au sol ou embarqués. Cette gestion fine et technique des hommes s'accompagne aussi d'une évolution des structures civiles et militaires afin d'accompagner cette évolution.

3) Les structures

Cette évolution des liaisons entre le sol et l'avion s'accompagne d'une modification des conditions industrielles tout au long du conflit.

Une simple comparaison du nombre de ces équipements en dotation dans l'armée française montre bien l'importance que les communications prennent à la fin de la guerre

	1914	1918	Variation
Téléphones	2 000	200 000	X 1000
Postes radio	50	28 000	X 560

Cette augmentation de la production et l'amélioration constante de la qualité des produits nécessite une véritable « mobilisation industrielle »[275]. C'est une œuvre de longue haleine qui se poursuit tout au long de la guerre et qui nécessite une adéquation entre les demandes des états-majors, les finances publiques, les capacités des bureaux d'étude et les possibilités de production dépendantes des ressources humaines et matérielles. Cet effort industriel s'appuie aussi sur des techniciens qui sont aussi des entrepreneurs[276] militaires qui disposent de véritables laboratoires tactiques où ils peuvent tester leurs idées et matériels. Les plus importants sont le colonel Férrié[277] dans les transmissions, le commandant Barés[278] et le colonel Duval[279] pour l'aéronautique.

Cette production permet aussi à la France d'équiper les autres armées alliées, en particulier la jeune armée américaine.

Cette évolution n'est pas seulement quantitative, elle est aussi qualitative comme nous l'avons vu précédemment, avec le développent de la lampe TM qui permet l'émission et la réception des informations dans l'avion. La qualité du matériel doit aussi être constante afin, plus encore dans le cadre de la radio, de permettre une utilisation simple et fiable. Cette

[275] PORTE Rémy, *La mobilisation industrielle « premier front » de la Grande Guerre ?*, Soteca 14-18 Editions, paris, 2005, 365p

[276] GOYA Michel *Les poilus et l'anti fragilité, comment l'armée française est devenue la plus moderne du monde en 1918*, , Lettre du retex-*recherche n°12, Centre de Doctrine d'Emploi des Forces, 2014.

[277] AMOUDRY Michel *Le Général Ferrié (1868-1932), un soldat au service de la radioélectricité*, , Bulletin de la Sabix [En ligne], 48 | 2011, mis en ligne le 24 avril 2013, consulté le 22 août 2016. URL : http://sabix.revues.org/1003

[278] Né en 1872, entre à Saint-Cyr en 1892 et sert ensuite dans l'infanterie. Capitaine en 1907, il passe son brevet militaire an 1911 et entre dans l'aéronautique militaire. Il devient le chef du service aéronautique du GQG en septembre 1914. A ce titre, il donne une impulsion décisive, créant, avec l'appui de Joffre, les spécialités et lançant les programmes qui en permettent le développement. En février 1917, il quitte le GQG. Après la guerre, il est nommé chef d'état-major général des forces aériennes en 1931. Il occupe les fonctions de chef d'état-major général de l'armée de l'Air en 1933. Il meurt en 1954.

[279] Né en 1869, entre à Saint-Cyr en 1888 et sert en suite dans l'infanterie. En août 1917, il est appelé par au GQG par Pétain en vue de prendre le service aéronautique; Il prépare l'aviation aux grandes batailles de 1918, l'organise en vue de son emploi en masse et crée, en mai 1918, après avoir atteint le grade de général, la division aérienne, qu'il dirige personnellement au combat. En septembre 1918, il est nommé chef du bureau des opérations et des renseignements auprès de Pétain. Il est placé à la direction de l'aéronautique après la guerre. Il décède en 1958.

production est faite par deux entreprises[280] ce qui permet d'utiliser cette concurrence pour s'assurer d'une qualité optimale. Il n'y a pas secret de fabrication puisque le brevet de cette lampe est déposé sous la dénomination de Télégraphie Militaire ce qui permet sa production par des sociétés concurrentes.

De la même manière, la Royal Air Force possède près de 600 avions équipés d'émetteurs Mark III qui peuvent entrer en communications avec plus 1000 stations au sol opérées par plus de 18000 opérateurs de télégraphie sans fil.

Bien évidemment, l'ensemble de ces matériels n'est pas exclusivement utilisé à l'établissement des liens entre l'avion et le sol mais l'importance croissante de l'arme aérienne dans les combats de 1918 est une réalité. La division aérienne[281] du Général Duval rassemble ainsi près de 600 avions de combat (chasse, observation et bombardement) qui sont capables de se déplacer rapidement grâce à un maillage important de terrains d'aviation. L'action de cette division est particulièrement important pour lutter contre les grandes offensives allemandes et elle participe de la même manière à l'effondrement des positions des troupes du Kaiser au cours de l'automne[282].

Cependant la tactique de cette unité est basée sur le déploiement de bombardiers qui attirent la chasse ennemie et permettent ainsi sa destruction par les chasseurs placés en couverture. Cette nouvelle façon de mener la guerre, de faire littéralement une guerre aérienne entraine aussi une diminution du rendement du réglage des tirs d'artillerie par avion. En effet, la rapidité et la précision aérienne dépassent largement les possibilités des canons. En outre, la préparation scientifique des tirs permet de plus en plus aux différentes batteries de s'affranchir de la présence d'un avion de réglage. La liaison entre le sol et l'avion n'est absolument pas abandonnée.

En effet, ces avions, en particulier le Breguet XIV[283] sont équipés de poste de T.S.F. La démocratisation de l'équipement de ces moyens est rendue possible par l'emploi croissant des postes à lampes. Il est aussi notable que les instructions sur l'emploi de l'artillerie avec

[280] Grammont à Lyon et Compagnie des Lampes à Paris.
[281] Crée le 14 mai 1918.
[282] Lors de la bataille du saillant de Saint-Mihiel le 12 et 13 septembre 1918, les Américains et les Français déploient 700 chasseurs, 370avions d'observation, 323 avions de bombardement de jour et 91 de nuit soit près de 1500 avions de combat.
[283][283] Biplace français dont le premier vol a lieu le 21 novembre 1916. C'est selon les versions un bombardier moyen ou un avion de reconnaissance. Il continuera sa carrière après la guerre dans l'épopée de l'Aéropostale. Il reste encore un exemplaire en état de vol.

l'aviation n'évoluent plus à partir de la fin de l'année 1917. Cet état de fait semble nous indiquer que les procédures mises en place sont optimales mais aussi que le réglage de l'artillerie ne se transforme plus. En effet, le recours à une guerre de mouvement, symbolisé par des offensives répétées qui presque à chaque fois percent sur des kilomètres le front ennemi, induit une nouvelle façon de faire la guerre. Or, le commandement mais aussi les différents échelons des unités de combat ont appris à travailler avec l'aviation durant ces années de guerre de position. Il est donc tout à fait compréhensible d'adapter cet outil efficace à ces renouvellement tactique. Il est assez rare, pour un militaire, d'abandonner une arme qui donne toute satisfaction. C'est ainsi que les regards se portent maintenant vers ces masses d'avions attaquant tout ce qui passe à leur portée que cela soit au sol ou en l'air.

Enfin, cette dernière année de la guerre est aussi marquée par de nombreuses évolutions des structures de commandement de l'aviation. Ainsi, les Etats-Unis dissocient leur service aérien du Signal Corps dont il dépendait auparavant. Il est assez intéressant de noter que ce service est jusqu'alors intégré au corps chargé des transmissions résumant bien ainsi les liens étroits entre ces deux entités militaires. Ainsi, le 24 mai 1918, l'U.S.A.A.S, United States Army Air Service, est créé. Il est l'ancêtre de l'U.S Air Force qui ne voit le jour qu'en 1947. De la même manière, le Royaume-Uni fait évoluer l'organisation de ses composantes aéronautiques. Il regroupe ainsi l'ensemble de ses forces aériennes, R.F.C et R.N.A.S, au sein de la Royal Air Force le 1er juin 1918. C'est la plus ancienne armée de l'air.

En France la question de l'indépendance de l'armée de l'Air provoque des levées de boucliers, en particulier des généraux qui craignent une perte de ces moyens aériens au profit d'une nouvelle entité, une diminution de leurs propres moyens mais aussi de leur influence. Cette option n'est donc pas choisie par les pouvoirs politiques et militaires. Ainsi comme le souligne Rémy Porte :

> « Comment la France pouvait elle s'engager dans la voie de l'emploi conjoint de ces deux nouvelles armes [char et avion], amorce de la « Guerre Eclair », alors que le couple char/avion parait être une menace pour les tenants de l'orthodoxie militaire ? »[284]

De la même manière, les transmissions restent un service de l'arme du génie. Il est donc décidé de ne rien changer puisque l'armée française est en train par ses hommes, sa tactique et son matériel de gagner la guerre. Ainsi, l'armée de l'Air n'obtient son

[284] PORTE Rémy, *La mobilisation industrielle « premier front » de la Grande Guerre ?*, Soteca 14-18 Editions, paris, 2005 p294.

indépendance que par un décret du 1er avril 1933 et la loi du 2 juillet 1934 fixe son organisation. Les transmissions quant à elles ne deviennent une arme, pas une armée, que le 15 février 1942 au sein de l'armée d'armistice.

Pour conclure, les structures industrielles et militaires évoluent tout au long de la guerre pour répondre à cette guerre moderne et viscéralement technique. L'une des réponses choisie et de rapprocher les industriels et les militaires afin de renforcer la qualité et le nombre des armes à disposition des soldats. En effet, le nombre devient une composante principale de la victoire même dans les airs. La nécessaire avance technique reste primordiale dans les liaisons entre le sol et l'avion du fait de sa complexité et de l'importance des informations transmises. Cependant, les combats aériens, véritables « dogfights »[285], nécessitent un effet de masse pour obtenir la suprématie aérienne. L'appareil militaire tente aussi de s'adapter à cette nouvelle façon de faire la guerre en laissant une assez grande indépendance dans les méthodes et la façon de combattre. Cependant, ces initiatives, dans l'art de la guerre, doivent répondre à un seul objectif : gagner.

[285] Littéralement, combat de chien. C'est le terme anglais pour caractériser les combats aériens où les pilotes peuvent voir leur cible. Il requiert des tactiques et des manœuvres spécifiques afin de réussir à descendre son ennemi. C'est durant la Première Guerre mondiale que les premières règles et tactiques sont mises en place, grâce à l'as allemand Boelcke, mais aussi les premières manœuvres qui restent encore de nos jours d'actualité, par exemple un Immelmann est une figure inventée par l'as allemand max Immelmann.

8. Conclusion

Tout d'abord, la création de ces liaisons entre le sol et l'avion durant cette Première Guerre mondiale est le fruit d'une collaboration entre des militaires d'armes différentes. Elle n'est absolument pas le fait d'un seul pays. Elle est développée par tous les belligérants en fonction de leurs propres moyens. Ainsi, ces hommes se mettent en relation, au travers de moyens techniques, pour entrer en communication afin de transmettre des informations vitales pour les opérations militaires. La découverte de l'utilité, de la capacité à observer et de la rapidité de l'arme aérienne sont rapidement ainsi prises en compte par l'ensemble des forces militaires engagées dans ce conflit. Les reconnaissances des mouvements de troupes et le réglage des tirs de batteries s'imposent ainsi dès les premiers mois de la guerre. Les procédures se mettent aussi en place afin d'obtenir le maximum d'efficacité. La particularité de ces premiers temps est l'absolue autonomie laissée aux différents militaires, aviateurs, artilleurs et sapeurs, pour mettre en place ces liaisons. Ils utilisent donc les moyens techniques à leur disposition et développent ainsi leur propre langage. Le grand commandant, devant tant de réussite et d'efficacité mais aussi de diversité, instaure des instructions successives afin de permettre une uniformisation des codes et des moyens utilisés. Cette volonté d'organiser ces liaisons poursuit des buts d'instruction, de logistique, de production, donc de passation de marchés d'armement, et de rendement maximum des hommes par la possibilité de pouvoir faire combattre ces soldats en n'importe quel point du front.

En premier lieu, ces moyens techniques s'adaptent continuellement, aux contraintes du combat spécifique et emblématique de ce conflit, à savoir la Guerre de Tranchées. L'immobilisme relatif du front occidental nécessite un recours de plus en plus important aux tirs d'artillerie qui eux seuls peuvent ébranler les infrastructures défensives de l'ennemi. Les difficultés de production des munitions, dues en partie à l'espoir d'une guerre courte mais aussi dans une sous-estimation de leur consommation, engendrent une nécessaire et obligatoire précision des tirs. Cet aspect est encore plus important pour l'artillerie lourde dont le développement est considérable durant cette guerre. La précision est demandée afin de rentabiliser au mieux ces tirs coûteux en temps et en argent. L'importance croissante de cette artillerie dans les préparations d'offensives, s'accompagne de la création d'escadrilles de

réglage affectées exclusivement à l'ajustement des tirs. De la même manière, l'artillerie de campagne a à sa disposition une aviation dédiée à la reconnaissance et au réglage de ces tirs, les escadrilles de Corps d'Armée.

En outre, l'une des caractéristiques primordiales de la communication entre le sol et l'avion sont les contraintes que chaque élément de cette liaison porte intrinsèquement. En effet, les moyens au sol doivent rester invisibles aux yeux de l'ennemi, le lien physique porteur des informations ne doit pas ni subir de coupures ni de déformations et l'avion reste un vecteur fragile au milieu d'un champ de bataille. C'est pourquoi les escadrilles et les troupes au sol mettent en œuvre des moyens aux capacités différentes afin de répondre au mieux aux conditions changeantes du champ de bataille et font constamment évoluer, au point de vue du codage et de la technique, les moyens à leur disposition pour transmettre leurs informations. Les solutions trouvées dans le sens descendant peuvent être des messages lancés d'avion, des signaux optiques (fusées ou projecteurs) et des signaux Morse envoyés par un émetteur T.S.F placé dans l'avion. La communication dans l'autre sens s'effectue par des panneaux, des draps, des fusées ou des projecteurs.

La réception aérienne est symbolique de l'évolution de ces liaisons. Ainsi, il est recherché tout au long de la guerre des solutions palliatives au point de vie tactique. Il faut souligner, l'importance des scientifiques, des ingénieurs et des techniciens qui loin du front participent à l'effort de guerre. Ainsi, lorsque la solution, grâce au développement et l'industrialisation des tubes, apparait, elle révolutionne les liaisons entre le sol et l'avion. En effet, l'observateur peut communiquer de façon directe et immédiate avec les opérateurs au sol. Elle est aussi une porte ouverte au développement de la téléphonie aérienne grâce à ces performances techniques. La Lampe TM est ainsi une découverte majeure qui une fois rendue au secteur civil permet un large retour sur investissement, avec le développement, pour les dépenses faites par la France du secteur de la radio dans les années après-guerre, ce que nous appellerions aujourd'hui des dépenses de recherche et de développement.

Cette évolution des techniques de communication a un effet aussi sur les hommes amenés à les utiliser. La technicité nécessaire à l'utilisation mais aussi au réglage et au dépannage de ces moyens, en particulier tout ce qui touche la T.S.F, est ainsi augmentée. Il est maintenant obligatoire de former, de remettre à niveau et d'évaluer les personnels en charge de ces matériels qui nécessitent de véritables spécialistes en termes d'utilisation mais aussi en termes de réparation et d'installation. Il faut donc créer, adapter et spécialiser les

écoles militaires et préparer les structures aptes à contrôler le bon fonctionnement des différents services.

L'utilisation de ces liaisons est aussi à l'origine de la création de la partie la plus glorieuse, nous dirions aujourd'hui médiatique, de l'aviation de cette période : la chasse. En effet, c'est la qualité des renseignements collectés et transmis au moyen de la liaison air-sol qui est directement à l'origine des avions de chasse. Les avions d'observation et de réglages prennent une place de plus en plus importante que cela soit dans la défensive ou l'offensive. Il est donc nécessaire d'obtenir la suprématie aérienne, pour la première fois à la bataille de Verdun, pour espérer vaincre. Celle-ci ne peut être obtenue que par le développement constant des moyens et des tactiques des escadrilles destinées à la chasse. Enfin, la place de l'aviation ne cesse d'augmenter quantitativement tout au long du conflit mais surtout, son emploi se développe et elle devient, jusqu'à nos jours, pour les armées occidentales une arme indispensable à la bonne conduite des opérations.

En outre, ces liaisons sont symboliques des développements techniques du vingtième siècle. En effet, les deux principales composantes, l'avion et les télécommunications connaissent une croissance inimaginable qui permet à ces liaisons d'évoluer sans cesse en repoussant de manière constante les différentes contraintes existantes. Les liaisons se transforment et sortent de la sphère militaire pour rentrer dans celles de l'aéronautique civile. La radionavigation, le radar, les liaisons radio permanentes, les aides à l'atterrissage et aujourd'hui les drones sont les descendants des liaisons entre le sol et l'avion de la Première Guerre mondiale.

Enfin, la dangerosité, la complexité, la taille et les changements constants du champ de bataille de la Première Guerre mondiale nécessitent la mise en place de liaisons sures et efficace pour transmettre les informations nécessaires au commandement. Ainsi, ces liaisons sont aussi un des symboles du développement de nos sociétés où comme le résume Jacques Ellul, dans *Le système technicien*, « Nous ne sommes plus une société dominée par l'impératif de production mais par l'émission, la circulation, les réceptions, l'interprétation d'informations multiples : et c'est exactement cela qui achève de donner au système sa constitution »[286].

[286] ELLUL Jacques, *Le système technicien*, Calmann-Lévy 1997, Le cherche midi 2012, Paris, p103.

9. Annexes

1) Extrait des témoignages oraux du Service Historique de la Défense

Extrait du témoignage oral de GAMBIER n°21.

Admis à l'école polytechnique en 1909. Après l'école militaire d'artillerie est affecté en 1913 au 35ème régiment d'artillerie. Breveté observateur en avion et affecté successivement à la MF28, MF8 et C28. Blessé et affecté comme instructeur dans l'artillerie. Breveté pilote en 1916. Prend le commandement de l'escadrille C106 puis C64. Devient adjoint technique du commandant du centre d'expertise de la Ferté-Alais en 1918 puis est affecté au service de fabrication de l'aéronautique en1919.

« Le grand travail ; était le réglage d'artillerie, on voyait très bien les impacts, nous pouvions en somme régler le tir. Au début ce n'était pas très facile car pas de moyen de communiquer entre le monsieur qui était à terre et le monsieur qui était en l'air. Par exemple, pour dire que le tir était à droite on tournait à droite, l'artilleur avait des draps. C'était assez vague. Mais en février 1915, la TSF est venue et nous avons pu parler en code entre la terre et l'air … le tir cela se voyait comme le nez au milieu du visage »

Relation avec l'armée de terre « par nécessité les artilleurs et par amitié les fantassins ».

Extrait du témoignage oral de CARAYON n°8.

Engagé volontaire en 1914 et affecté au 55ème régiment d'artillerie. Passe par l'école d'application de l'artillerie de Fontainebleau puis à l'école d'observation du Plessis-Belleville en juin 1916. Affecté à l'escadrille F16 puis à la SA 16. Envoyé en mission en Argentine en 1919

« Observateur en avion apprend la théorie : morse, rédiger un message et différents types de réglage d'artillerie ».

Réglage d'artillerie « on monte et on franchit les lignes pendant des heures, pas sans incidents »

Liaison d'infanterie « Au plateau de Californie, la mission d'infanterie était très différente… Sur un front de division qui ne dépassait pas 1300 m, l'objectif étant à 800 en profondeur, on volait au contraire entre 50 et 150 m pour échapper à la chasse et à ses « coups de balai », mais, volant en plein dans le barrage roulant, on était aussi en plein dans les obus français que l'on voyait surgir au-dessus de l'avion et partir comme un myriade de points noirs qui nous escortaient. Mais nous étions arrivés à un degré de perfectionnement tel que l'on parvenait à suivre l'attaque de l'infanterie dès le moment où les fantassins jaillissaient des tranchées , sans arrêter de passer des messages, en donnant à chaque instant les emplacements, puisent confirmant de temps en temps par un message tracé sur un fragment de plan directeur, sur lequel nous portions jusqu'au plus infime détail, l'occupation de chacune des tranchées conquises »

« Voilà ce que j'ai vu »

Il était « le monsieur qui a vu ce que le chef n'a pas pu voir » et « reçu et cru ».

Artillerie à longue portée « adapter les signaux qui alerteraient l'artillerie avec ces groupes de 3 lettres que l'on avait à notre disposition on arrivait à un choix considérable pour faire entendre des messages qui signifiaient beaucoup de choses avec une artillerie que l'on avait l'habitude de travailler. Chaque mission avait ses secrets. »

Extrait du témoignage oral de DUPUICH n°66.

Engagé en 1914 et incorporé au 40ème régiment d'artillerie puis au 39ème en 1915. Passe dans l'aviation : écoles de Buc et d'Ambérieu. Breveté pilote en 1915. Affecté à l'escadrille C220, puis SPA48, SAL220 et SPA68. Versé en 1918 dans la réserve jusqu'en 1939.

« Carte fixée au genou gauche »

« La radio à bord composée d'une boite à cigares avec 3 lampes bleues, les premières triodes qui existaient, un manipulateur d'EPDT modèle 1870 en laiton sur une plaquette en acajou, avec une manette en ébonite, une antenne de 110m de fil de fer galvanisé, un petit câble avec 3 plombs de 8 qui venaient de la marine au bout pour la faire descendre un peu et un moulinet

en ébonite , le bonhomme démoulinait et remoulinait et manipulait tacatacatac lentement car ces pauvres gars avaient froid »

Extrait du témoignage oral de WEILLER n°73

Admis à l'école centrale des arts et manufactures en 1912.Incorporé au 11ème régiment d'artillerie puis au 57ème. Affecté successivement à l'escadrille V21, C21 et C224. Nommé au commandement du groupe d'escadrilles d'observation de la Division Aérienne en 1918. Démobilisé en 1919.

« L'on avait pas su mettre à profit les renseignements aériens, tout au moins en ce qui concernait les jalonnements d'infanterie ».

« Nous n'avions aucun moyen de signal de l'avion au sol et on signalait en faisant des vols à gauche ou des vols à droite. C'était assez complexe car les commandants de batteries ne comprenaient pas toujours très bien. Eux-mêmes nous faisaient des signaux en mettant des draps blancs par terre avec des signes qui étaient conventionnels. Ces moyens de communication étaient tes primitifs »

« Je me suis adressé à un lieutenant qui était chef du service de radio de l'armée. Est-ce que l'on pourrait avoir un appareil comme ça pour communiquer avec les batteries ? C'est comme ça que j'ai eu le premier appareil de radio qui m'a permis de communiquer en morse avec les batteries qui avaient des appareils récepteurs. C'était une radio très primitive mais ça a été un très grand progrès. »

2) Rouet d'antenne

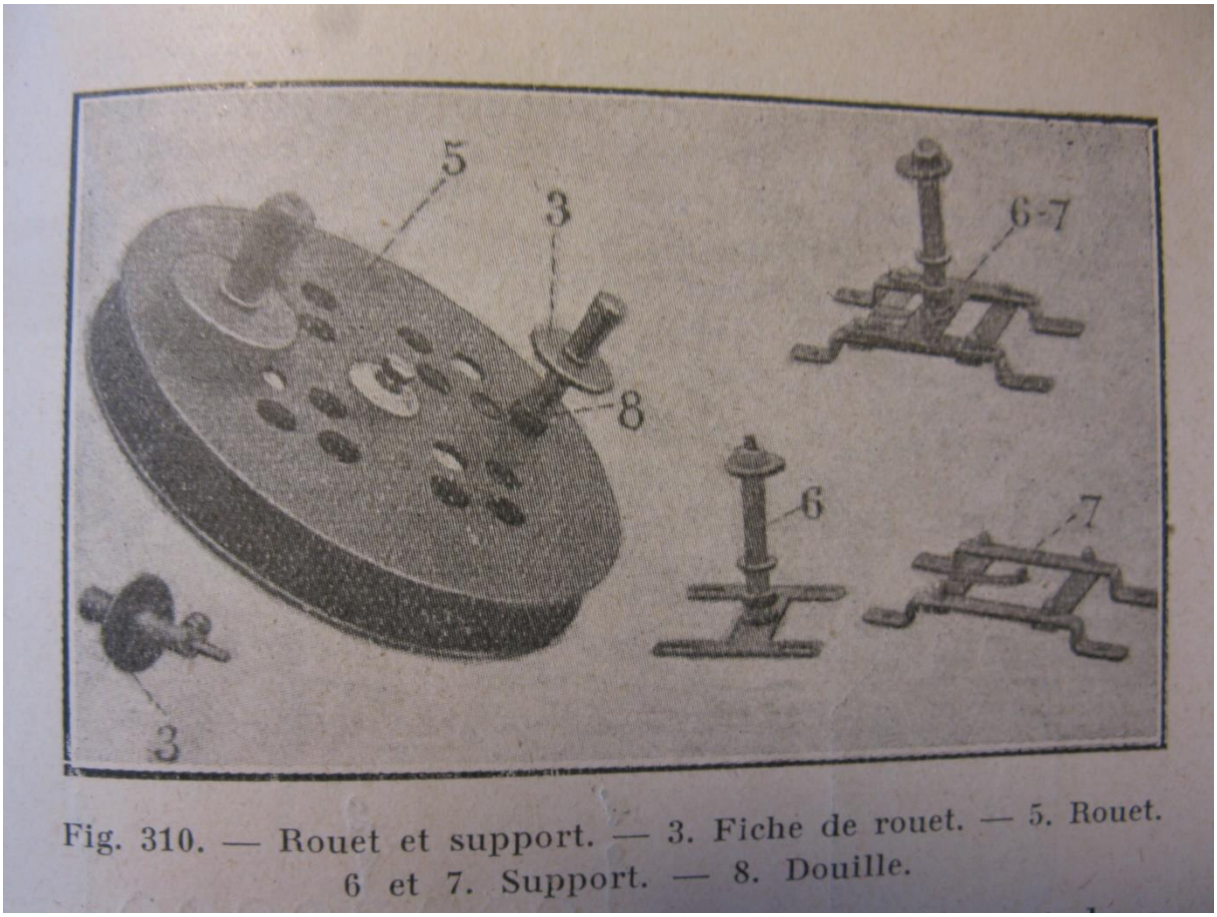
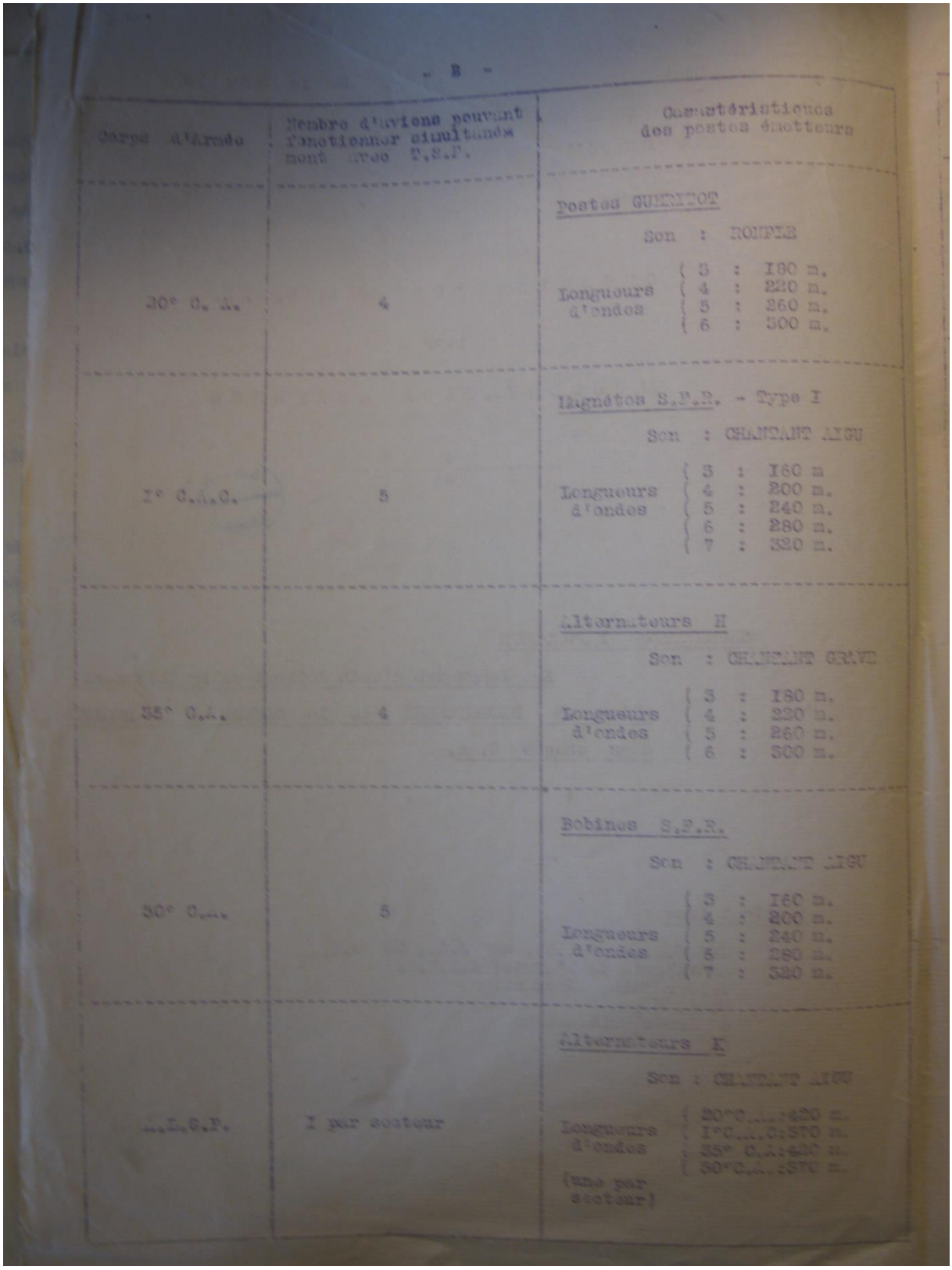


Fig. 310. — Rouet et support. — 3. Fiche de rouet. — 5. Rouet. 6 et 7. Support. — 8. Douille.

3) Plan d'organisation de la TSF avant une offensive 1916



- 8 -

Corps d'Armée	Nombre d'avions pouvant manœuvrer simultanément avec T.S.F.	Caractéristiques des postes émetteurs
20e C. A.	4	Postes GUILLOT Son : ROULER Longueurs d'ondes (3 : 160 m. (4 : 220 m. (5 : 260 m. (6 : 300 m.
1er C.A.C.	5	Magnétos S.F.R. - Type I Son : CHANTANT AIGU Longueurs d'ondes (3 : 160 m (4 : 200 m. (5 : 240 m. (6 : 280 m. (7 : 320 m.
35e C.A.	4	Alternateurs H Son : CHANTANT GRAVE Longueurs d'ondes (3 : 160 m. (4 : 220 m. (5 : 260 m. (6 : 300 m.
30e C.A.	5	Bobines S.F.R. Son : CHANTANT AIGU Longueurs d'ondes (3 : 160 m. (4 : 200 m. (5 : 240 m. (6 : 280 m. (7 : 320 m.
G.A.R.F.	1 par secteur	Alternateurs E Son : CHANTANT AIGU Longueurs d'ondes (20°C.A. : 420 m. (1°C.A.C. : 370 m. (35° C.A. : 420 m. (30°C.A. : 370 m. (une par secteur)

4) Code de signaux de trois lettres

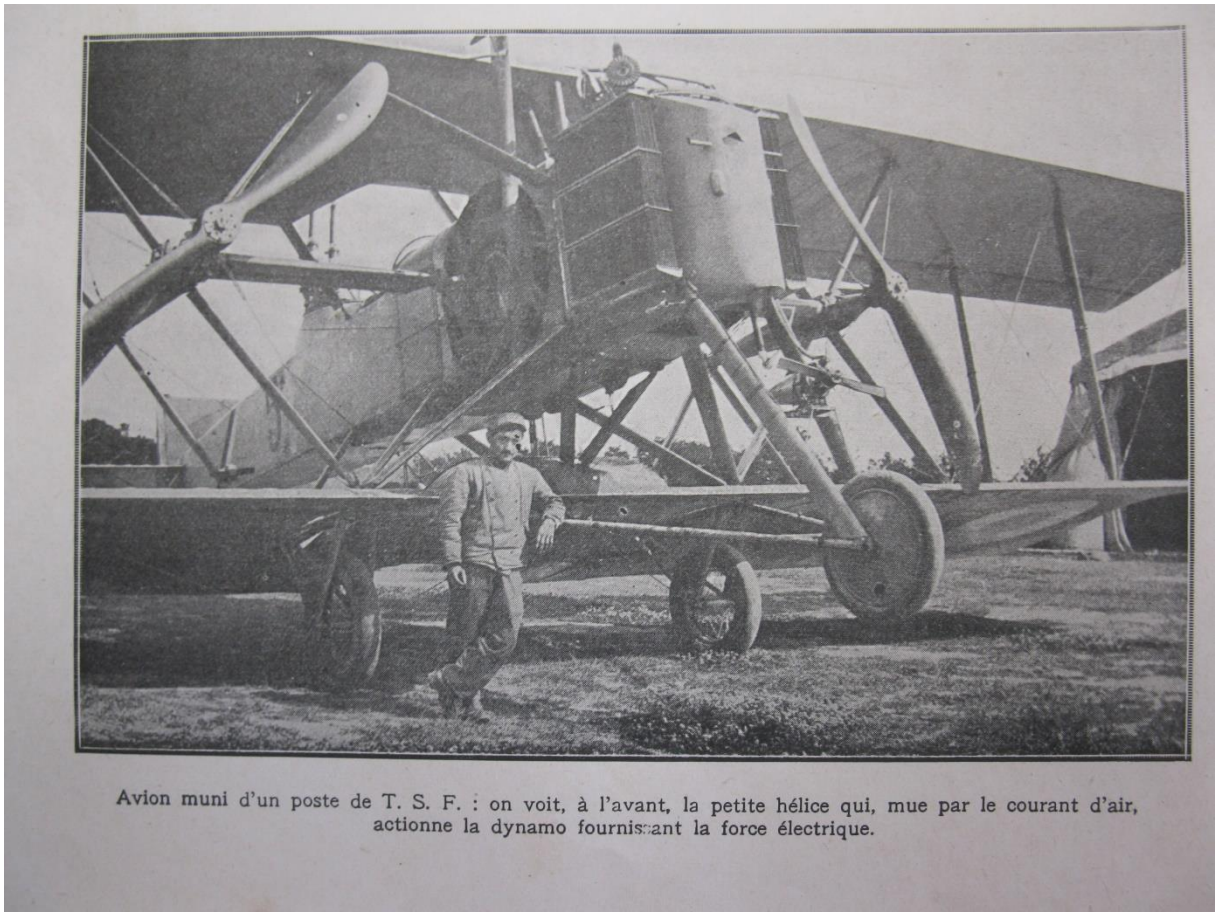
4° Groupes de 3 lettres.

Les signaux formés de groupes de 3 lettres sont utilisés pour la désignation des objectifs et pour les indications sur les troupes amies ou ennemies.

LISTE N° 1.

ART	Artillerie.
AVI	Avion ennemi.
BAV	Batterie contre avion.
BTA	Batterie en action.
BTO	Batterie occupée.
CAV	Cavalerie.
COV	Convoi.
DIR	Direction (suivi d'un nom de localité, pour indiquer le sens de marche).
EST	Est de...
FDF	Fil de fer.
FRO	Front (est suivi d'un nombre désignant le front en mètres).
IFC	Infanterie en colonne.
IFD	Infanterie déployée.
IFR	Infanterie rassemblée.
NOR	Nord de...
OUS	Ouest de...
PRF	Profondeur (suivi d'un nombre).
QUE	Queue à...
RAS	Rien à signaler.
SUD	Sud de...
TAM	Troupes amies.
TCF	Train de chemin de fer.
TÊT	Tête à...
TRA	Tranchées.
REG	L'avion demande à régler. (Ce signal sera envoyé après une désignation d'objectif, chaque fois que l'observateur sera en mesure de faire un réglage sur cet objectif dans de bonnes conditions.)
RLV	Faites-moi relever.
VRV	Je viens relever.
DRO	Droite à
GAU	Gauche à
IDI	Ici avion disponible.

5) Alternateur : Photo issue de l'Illustration

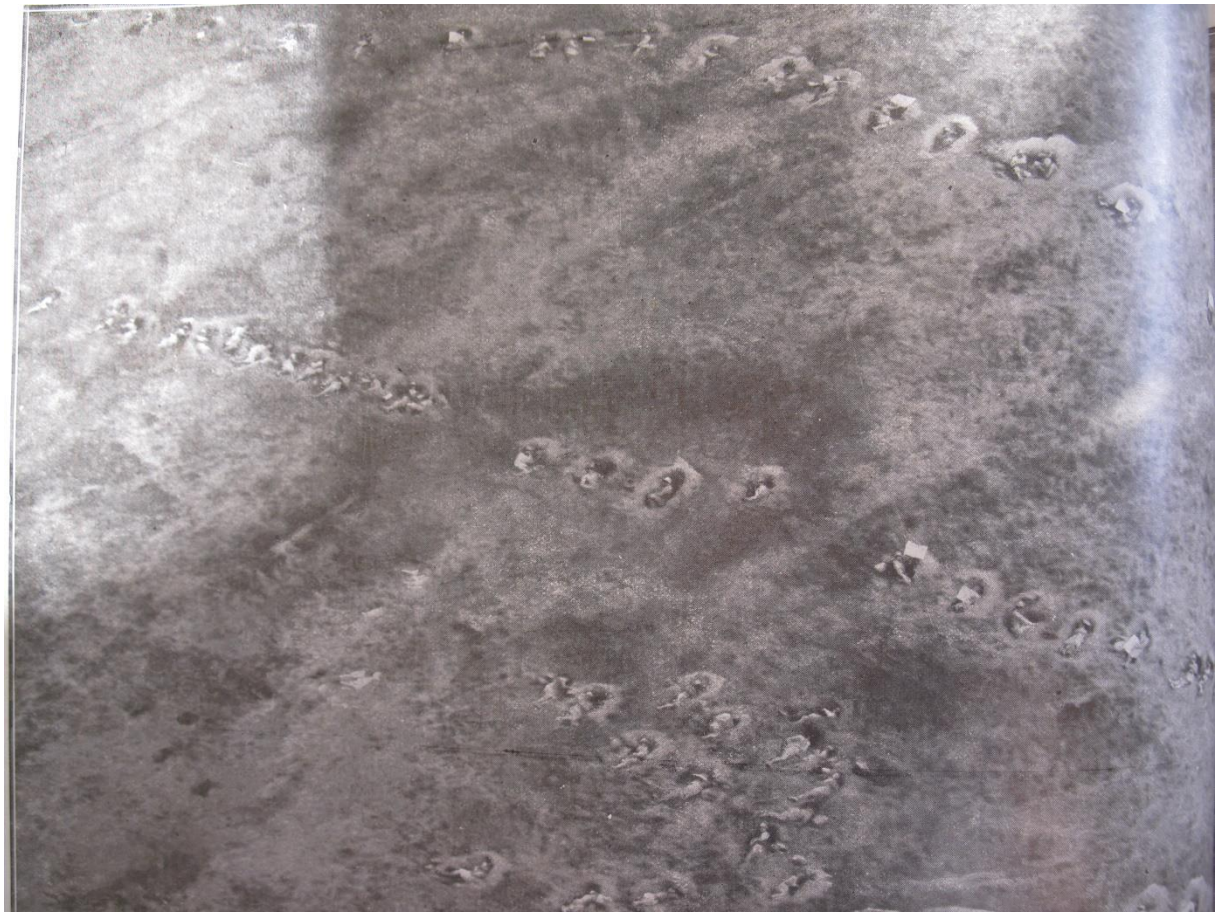


Avion muni d'un poste de T. S. F. : on voit, à l'avant, la petite hélice qui, mue par le courant d'air, actionne la dynamo fournissant la force électrique.

6) Les souvenirs matériels de guerre du sergent radio Boureau



7) Le jalonnement en 1918, photos de l'Illustration



Il est possible de voir sur cette photo les hommes déployant leurs panneaux de signalisation

