

LE MOT DU PRÉSIDENT

C hers lecteurs, La rentrée 2009, après le vote de la loi de programmation militaire 2009-2014 et les perspectives d'exportation du Rafale, aurait dû être sereine. Hélas,



la crise financière est toujours là et les armées doivent affronter une situation dans laquelle les ressources ne sont pas toutes au rendez-vous alors que les dépenses,

notamment celles liées aux opérations en Afghanistan, sont bien réelles. C'est dans ce contexte que le ministre de la défense vient de présenter le budget 2010 à l'Assemblée Nationale. Il traduit la priorité accordée à la fonction stratégique « connaissance et anticipation » ainsi que l'effort réalisé pour permettre aux armées de rejoindre au plus vite leurs nouveaux formats. Dans le même temps, des menaces se font de plus en plus sérieuses. C'est le cas de la menace balistique. Au moment où les Américains développent dans ce domaine une nouvelle politique pour la défense de l'Europe au sein de l'OTAN, deux industriels nous présentent aujourd'hui dans ce Bulletin n°39 leur point de vue sur cette question dont l'importance stratégique ne peut être niée. Suit un article sur l'armement air-sol modulaire. Admis en service en 2007, cet armement a déjà acquis ses titres de noblesse en Afghanistan, grâce au Rafale ; les Américains le dénomment la « magic bomb » ! L'auteur examine son intérêt pour la mission de suppression des défenses ennemies. Puis, suit un compte rendu des essais de leurres électro-optiques réalisés au CELM (Centre d'Essais de Lancement de Missiles), à Biscarosse en juillet 2009, par la « DGA britannique » (DSTL) et la DGA/CELAR associée à l'Armée de l'air. Une rubrique historique relate ensuite l'histoire du télégraphe de Chappe, un des précurseurs de la Guerre Electronique il y a plus de deux siècles. Enfin, comme certains d'entre vous en ont déjà été informés, notre séminaire est reporté à mars 2010. Sa préparation avance régulièrement et des participants de haut niveau sont annoncés. Bonne lecture.

■ **Bernard Libat**
Président de Guerrelec

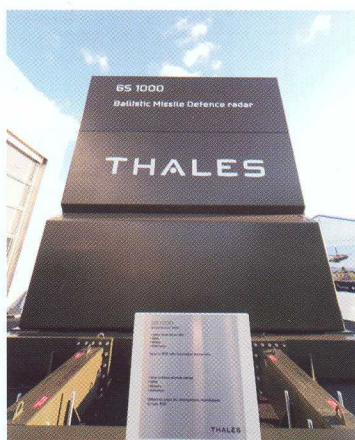


par Luc Dini

Pour une capacité ATBM française autonome et intégrée à l'OTAN et à l'Europe

L e SAMP/T entre en service dans l'armée de l'air française. Ses capacités anti-aériennes sont exceptionnelles, en particulier contre les missiles de croisière comme l'ont démontré les nombreux tirs réalisés dans des conditions opérationnelles.

La France et l'Italie ont lancé dès 2003 l'adjonction au SAMP-T d'une capacité d'interception de missiles balistiques de théâtre. Le SAMP-T contribue au programme de défense antimissile de théâtre de l'OTAN (ALTBMD*) pour protéger les troupes et les sites sensibles sur les zones de projection. Cette capacité est maximale si le SAMP/T bénéficie d'une désignation d'objectif externe et précise, permettant à son radar Arabel d'acquies la menace avec un préavis suffisant. Dans ces conditions, le SAMP/T est alors le seul système au monde capable de contrer une attaque simultanée par missiles de croisière et par missiles balistiques. La surface protégée par une seule section SAMP/T correspond à la taille d'une grande métropole, face à des missiles balistiques de type "Scud" B et C, les plus largement répandus et les seuls utilisés jusqu'à présent.



Cependant les radars de surveillance aérienne « classiques » ne disposent pas du volume de couverture et de la précision de poursuite suffisants. Ainsi la DGA a notifié dès 2003 le démonstrateur M3R pour valider l'architecture et qualifier l'antenne d'un radar en bande S ayant les performances requises pour assurer la détection, la poursuite et la désignation de missiles balistiques au profit du SAMP/T. Ces travaux se concrétisent aujourd'hui

dans le produit GS1000, doté des dernières technologies des radars numériques développées par Thales et qui font le succès de la gamme de produits Ground Master et Ground Smarter (quarante radars vendus en dix-huit mois).

Grâce au radar GS1000 intégré avec le SAMP/T et son C2 (C3M/SCCOA mobile), la France disposera d'une réelle capacité autonome et performante, évolutive et intégrable à l'OTAN dès 2014, donc interopérable avec les autres systèmes, dont le Patriot, pour protéger ses forces déployées de toute menace, du missile de croisière au missile balistique. Cette capacité intéresse en outre plusieurs pays au Moyen-Orient



Système terrestre de défense aérienne SAMP/T en action.
En tête, le nouveau radar de détection longue portée GS 1000 de Thales associé au système SAMP/T.

© THALES

par Pierre-Alain Antoine



Le télégraphe de Chappe : un système de codage original

En matière de télégraphe, Chappe était un précurseur, y compris pour le codage. Son invention était pour l'époque aussi révolutionnaire (c'était sous la Révolution française) que les e-mails ou le TGV ou les deux à la fois aujourd'hui.

Claude Chappe mit au point un ingénieux système de communication par télégraphe aérien pendant la Révolution. Les « tours de Chappe » étaient coiffées d'un mât mobile visible à la jumelle de la tour voisine, distante de 25 km environ. La ligne Paris-Lille fut opérationnelle dès 1794 et permit de transmettre des messages entre les deux villes en seulement six heures. En 1854, 534 tours quadrillèrent le territoire français sur un réseau de plus de 5 000 km.

Nous allons seulement nous intéresser au système de codage et de transmission d'un message :

Message — Un message transitait sur le réseau en plusieurs étapes.

Codage — Le message écrit en clair était confié au directeur d'une extrémité de ligne. En utilisant un code formé de milliers de mots, expressions et phrases, il traduisait chaque élément en une paire de deux valeurs qu'il notait sous forme de signaux télégraphiques. Le message était ainsi codé.

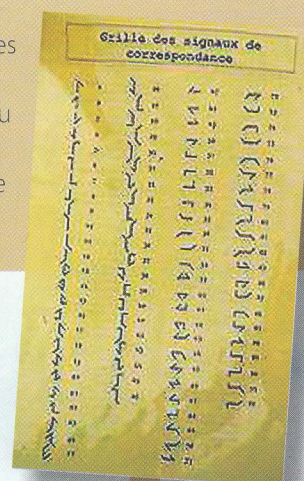


Seuls les directeurs de début et de fin de ligne avaient un exemplaire du livre de code télégraphique. Cela permettait de transmettre des messages en toute confidentialité. Ensuite, le directeur remettait un document contenant une suite de signaux télégraphiques au stationnaire de la station d'émission.

Transmission du message — Les stationnaires relayaient les messages observés à la lunette en actionnant le mécanisme de leur tour et en consignait les signaux transmis dans un registre.

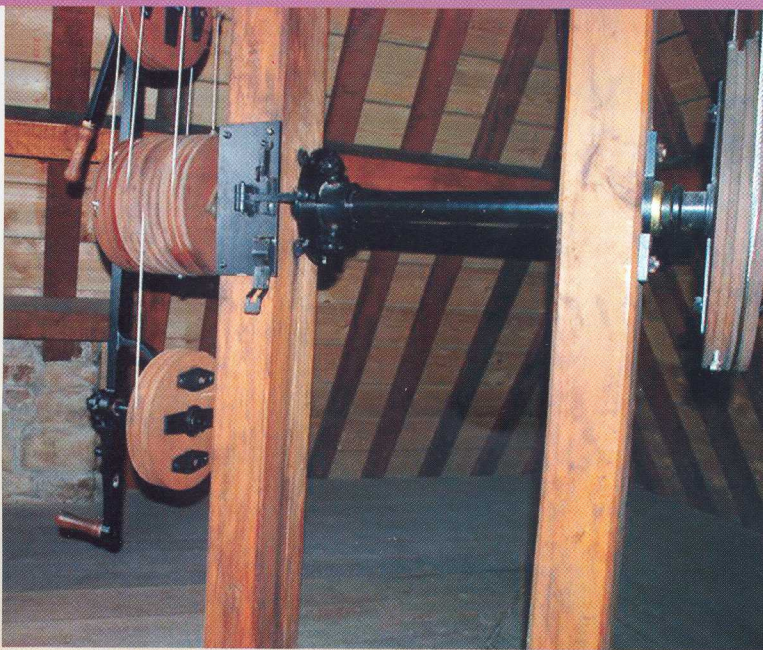
Le message était transmis comme suit :

1. la position diagonale des deux indicateurs repliés indiquait l'absence de message à transmettre (position d'attente) et constituait une position neutre entre deux signaux lorsque les indicateurs étaient en mouvement ;
2. un signal de service était transmis pour préciser l'urgence en en-tête de message ;
3. suivi d'une position diagonale des bras ;
4. et pour chaque mot ou expression de message :
 - un premier code indiquait la page d'un livre dédié,



© P.A. ANTOINE





- ensuite une position diagonale des bras pour composer,
- un second code indiquait la ligne de la page,
- suivi d'une position diagonale des bras...

La position verticale du régulateur avec les deux indicateurs repliés est une position correspondant à un code, mais est également une position permettant un verrouillage de sécurité moderne lorsque les stations actuelles sont à l'arrêt. La position diagonale du régulateur signifiait : "Pas de message à transmettre si elle était fixe" avec les deux indicateurs repliés ou "Composition d'un signal s'il y avait mouvement" des indicateurs.

Décodage — Le stationnaire de la station destinataire remettait le message en signaux télégraphiques au directeur qui décodait le message à l'aide du livre de codes.

Signaux — Les signaux sont valides :

1. quand le bras principal de couleur noire nommé régulateur est en position verticale ou horizontale,
2. les petites ailes noires nommées indicateurs sont :
 - repliées sur le régulateur,
 - à l'équerre avec le régulateur,
 - ou alors forment un angle de 45° avec le régulateur.

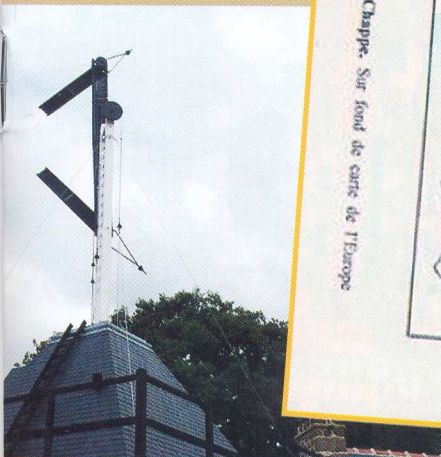
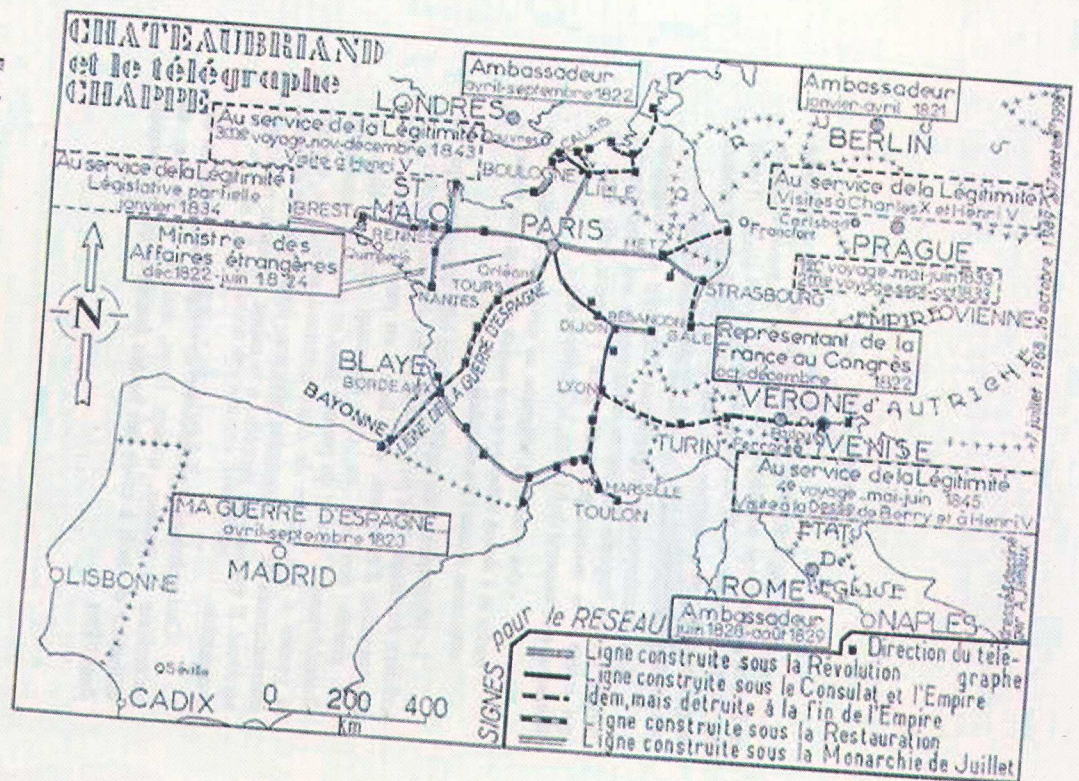
La position dans le prolongement du régulateur n'est mécaniquement pas possible, ce qui évite un risque d'ambiguïté. Lorsque le régulateur est en position oblique, c'est que le stationnaire est en train de manœuvrer pour émettre un signal ou qu'il n'y avait pas de message à transmettre.

Chaque indicateur pouvait prendre sept positions par rapport au régulateur, ce dernier pouvant en prendre deux, ce qui donne 98 positions possibles ($= 7 \times 7 \times 2$), positions auxquelles on retire 6 signaux de service, ce qui laissait 92 signaux pour former le message et ce qui, en utilisant deux signaux par mot ou expression, permettait d'avoir un vocabulaire de 8 464 mots ($= 92 \times 92$).

■ Pierre-Alain Antoine

Le réseau français du Télégraphe de Chappe (1793-1854).

Fig. 1 - Chateaubriand et le télégraphe Chappe. Sur fond de carte de l'Europe occidentale (Dessiné et dessiné par l'auteur).



FACE À LA VULNÉRABILITÉ DES CONDUITES DE TIR OPTRONIQUES



par Sébastien Pallaro

En juillet 2009, l'équivalent de la DGA du côté britannique (DSTL) et la DGA/CELAR associée à l'armée de l'air ont mené des essais de leurres électro-optiques au CELM (Centre d'Essais de Lancement de Missiles) à Biscarrosse.

L'objectif était d'évaluer la vulnérabilité des conduites de tir optroniques face à des tirs de séquences de leurres électro-optiques français (LEO 685) et britanniques de format 1" 1".

Le Mirage 2000D et l'engin cible Banshee ont survolé les différents systèmes sol-air en respectant la sécurité optique de l'ordre de mille mètres. Le système Crotale EVA a notamment été déployé et a mis en œuvre les poursuites TV et IR.

Les différents effets optiques et infrarouges attendus sont :

- ✱ Effet de flash lumineux de saturation des poursuites optroniques,
- ✱ Effet classique de séduction des poursuites,
- ✱ Effet de perturbation des poursuites par des fumées.

Les résultats sont fortement influencés par un fond clair ou nuageux, déterminant pour le contraste.

L'étude des leurres électro-optiques pourrait être complémentaire du domaine infrarouge face aux caméras et opérateurs des systèmes sol-air. L'armée de l'air a également utilisé le moyen d'essais SIRAINÉ. Ce moyen de l'Escadron de Programmation et d'Instruction de Guerre Électronique (EPIGE) a été récemment amélioré en intégrant une poursuite automatique pour l'autodirecteur instrumenté en vue des essais EMBOW 12 prévus à l'automne en Allemagne.

■ Cdt Sébastien Pallaro

Bureau Programmes de l'EMAA

© DGA



Ci-contre à gauche, tourelle SIRAINÉ et, à droite, une cible aérienne Banshee utilisée durant l'exercice LEO. Ci-dessous et à gauche, un Crotale EVA instrumenté pour les récents essais de mesure au CELM de Biscarrosse dans les Landes.



La meilleure des contre-mesures, c'est une bombe de 400 kg placée au bon endroit, avait déclaré un jour un général israélien. Avec l'AASM, désormais, l'objectif a toutes les chances d'être atteint. Armement stand-off de grande précision, admis en service dans l'armée de l'air fin 2007, l'AASM – ou Armement Air-Sol Modulaire – est aussitôt utilisé sur Rafale en Afghanistan en soutien de troupes au sol. Conçu pour des missions planifiées, utilisé actuellement en frappe d'opportunité de type CAS, il pourrait remplir aussi des missions SEAD, Suppression of Enemy Air Defense. Constamment modernisés, les systèmes sol-air représentent une menace très sérieuse pour les avions de combat, leur autodéfense reposant alors sur leurs contre-mesures. Aux sites sol-air fixes de type SA-1/2/3 se sont ajoutés les systèmes mobiles. Contre les premiers, pour le SEAD, le défi consiste à disposer de missiles de portée suffisante pour maintenir l'avion tireur à distance de sécurité. En outre, le domaine d'engagement des missiles sol-air, fixes comme mobiles, s'est considérablement étendu, en portée (jusqu'à des centaines de kilomètres pour les S-200 et S-300), comme en altitude (plus de 15 000 m, à moins de 100 m). Enfin, les réseaux maillés ont permis de disperser les fonctions veille, engagement et tir. Une solution pour la France : l'AASM.

Les limites des solutions conventionnelles

Face à ces menaces, la fonction SEAD repose traditionnellement sur des missiles à autodirecteur électromagnétique passif associé à un guidage en relèvement (homing) sur les radars de conduites de tir, principe appliqué aux missiles Martel, Shrike, puis Harm et Alarm. Cette solution a vite rencontré des limites, les opérateurs ayant appris à stopper leurs émissions lors d'un tir de missile antiradar. Ce qui rend alors le missile inefficace, voire dangereux, s'il vient, à bout de course, à retomber sur des populations. Certes, des correctifs ont été intégrés : mémorisation de la position estimée de la conduite de tir (Harm) ou allongement du temps de vol (Alarm). Mais, ils exigent toujours un tir en vue directe de l'objectif, nécessitant une allonge croissante pour protéger l'avion tireur. Entretenir une capacité si spécifique a également un coût (missiles dédiés, entraînement), conduisant en 1999 la France à ne pas remplacer le missile Martel devenu alors obsolète. Occurrence certaine des engagements symétriques, la mission SEAD est maintenant confiée à nos alliés.

Souplesse tactique et effet maximum

L'AASM est un armement modulaire de précision conçu et fabriqué par Sagem (groupe Safran) selon un cahier des charges tirant les leçons des conflits récents, Kosovo notamment, et prenant en compte les évolutions technologiques permettant d'envisager un réel saut de performances.



Bombe AASM de 320 kg (avec corps de 250 kg).

© SAGEM DÉFENSE SÉCURITÉ

L'AVENIR DE LA MISSION SEAD : LA RÉPONSE AASM

par Jean-Vincent Legrand

L'AASM se compose d'un kit de guidage abritant toute l'électronique de guidage et de pilotage, d'un corps de bombe de 250 kg (Mk82, BLU111 ou CBEMS), et d'un kit d'augmentation de portée incluant des ailes et un propulseur à poudre. Il combine les savoir-faire de Sagem en matière de navigation, d'optronique, d'électromécanique et de préparation de mission. Son guidage entièrement autonome permet un tir fire and forget : après le tir, l'avion dégage immédiatement. Propulsé et manœuvrant, l'AASM offre un domaine très étendu, autorisant une souplesse tactique inégalée. A plusieurs dizaines de kilomètres de sa cible, il peut être tiré avec n'importe quel dépointage, y compris en secteur arrière, et ce, à toute altitude, de quelques centaines de pieds à 40 000 pieds.

Le guidage terminal autorise la désignation de l'objectif selon plusieurs méthodes :

- ★ par ses coordonnées absolues - dans ce cas la navigation de l'arme utilise une centrale inertielle performante associée à un GPS ;
- ★ par reconnaissance d'une scène géographique - l'arme est alors guidée par corrélation d'image automatique entre une scène de référence mémorisée et le paysage vu par la caméra de l'autodirecteur ;
- ★ par un laser pointé sur le point d'impact désiré ;
- ★ l'illumination par un opérateur est nécessaire, éventuellement distinct de l'avion tireur, ce mode autorisant aussi l'engagement de cibles mobiles.

Son efficacité terminale permet de maximiser l'effet recherché. La précision à l'impact est de classe métrique, quel que soit le guidage. Les paramètres d'impact sont en outre sélectionnés, optimisant ainsi les modes d'engagement : vitesse, angles (y compris une arrivée verticale). Une fusée programmable autorise la détonation à l'impact, avec retard ou avance (« airburst »). Autour d'un corps de bombe de 250 kg, comme en usage dans les forces françaises, l'AASM pèse 320 kg et équipe le Rafale à raison de 4 à 6 armes par avion.

Utilisation de l'AASM pour le SEAD

Il s'agit d'utiliser les atouts de l'AASM existant pour lui confier la mission SEAD, et non pas d'exploiter sa modularité pour le doter d'un nouvel autodirecteur électromagnétique. D'ailleurs, l'AASM s'emploie

aisément contre des missiles balistiques de théâtre. Le concept proposé repose sur :

- ★ l'identification des coordonnées approximatives des véhicules de conduite de tir, soit par reconnaissance, soit par les capteurs embarqués, le Spectra du Rafale par exemple ;
- ★ l'acquisition automatique par l'imageur en phase terminale des cibles sur zone ; malgré une désignation imprécise, le mode IR permet d'obtenir un impact précis sur un véhicule à l'arrêt.

Contre les systèmes sol-air à courte et moyenne portée, le scénario exploitant au mieux les capacités de l'AASM prévoit un rapprochement de l'avion sur la conduite de tir adverse, puis une localisation approximative via le RWR du système d'autoprotection. Dès que la précision est suffisante, un AASM peut être tiré, sans que l'avion ait à prendre un cap vers la cible. Le tir effectué, l'avion peut dégager. Face aux systèmes à longue portée, le vol à très basse altitude et à grande distance est possible, en exploitant les masques du terrain ; il faut alors disposer d'une localisation par un moyen externe. Ce concept présente plusieurs avantages et repose sur des fonctions de l'AASM validées ou prévues :

- ★ conçu autour d'un corps de bombe de 250 kg, l'AASM dispose de 3 à 5 fois plus d'explosifs qu'un missile anti-radar classique ;

- ★ il n'est plus nécessaire de développer, puis de consommer à chaque tir un autodirecteur EM coûteux et au demeurant leurrible par des techniques de GE ;
- ★ pouvant arriver verticalement sur l'objectif, la précision de l'AASM est peu sensible à l'erreur de désignation en altitude ; les coordonnées de désignation acquises en goniométrie étant plus précises en relèvement qu'en site,
- ★ une efficacité maximale de l'explosion aérienne de la charge (« airburst »), grâce à un diagramme d'éclats homogène dans toutes les directions.

La capacité d'emport multiple de l'AASM du Rafale permet d'envisager des tirs multicibles en saturation et d'atteindre les points clés d'un dispositif au cours de la même passe avec un seul avion. Ultérieurement, il est envisagé d'équiper l'AASM d'une liaison de données « full-duplex », ce qui permettrait d'envoyer à l'armement des coordonnées de cible rafraîchies en vol. Ensuite l'AASM renvoie vers l'avion l'image de la cible pendant la phase terminale, contribuant ainsi au Battle Damage Information. Ainsi donc, en exploitant essentiellement des fonctions existantes dans l'avion et dans l'arme, l'AASM saurait remplir une mission SEAD, démontrant une fois de plus sa flexibilité.

■ Jean-Vincent Legrand
Programme AASM
Sagem, Groupe Safran



Un Rafale B/F2 français armé de quatre bombes AASM de 320 kg en patrouille sur l'Afghanistan.

© SIPA/AFR



par Pierre-Alain Antoine

LES LIVRES DE GUERRELEC

~ Vos lectures de Noël 2009 ~

L'ANÉANTISSEMENT D'UN RÊVE

La tragédie d'Avro Canada et du CF-105 Arrow

Auteur : Marc-André Valiquette

Editeur : auto-édité

Pages : format à l'italienne, 96 pages

ISBN : 978-2-9811239-0-9

Prix : 20 CDN\$ + frais d'envoi 10 CDN\$

arrow201@videotron.ca



Pour la première fois, une série de livres bilingues apparaissent sur l'histoire d'Avro Canada ainsi que sur le projet Arrow. Trois volumes sont à venir. Le premier volume est paru, il nous fait découvrir les détails de sa naissance comme usine de la National Steel et sur la croissance de la compagnie Avro jusqu'à la fabrication de l'avion CF-105. Les réalisations de la compagnie durant la 2e Guerre mondiale, l'adaptation de l'après-guerre, le Jetliner, le CF-100 « Canuck » et le début du projet du CF-105 « Arrow ». Un ouvrage qui manquait et qui montre le début de la fin de l'industrie de recherche aéronautique canadienne sous la pression des USA.

WILD WEASEL FIGHTER ATTACK

Auteur : Thomas Withington

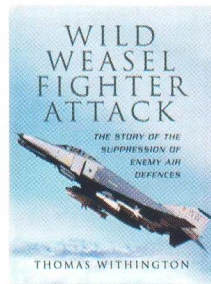
Editeur : Pen & Sword Books Limited

Pages : 245

ISBN : 9781844156689

Prix : 19,99 £

www.pen-and-sword.co.uk



La détection et la destruction des radars ennemis est probablement une des missions les plus dangereuses demandées aux équipages de chasseurs-bombardiers. Les tactiques et les armements diffèrent entre les armées de l'air, mais le principe reste le même. Cet ouvrage est construit à base d'interviews de pilotes d'avions SEAD, de l'historique de la mission depuis la guerre du Vietnam à aujourd'hui.

Un livre à posséder absolument dans vos rayons. En plus, par sa lecture, vous améliorerez votre connaissance de l'anglais.

L'ARMÉE DE L'AIR: ARRÊT SUR IMAGE

75 ans de 1934 à 2009

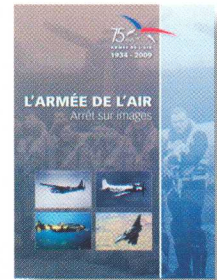
Auteur : collectif SGH/Air et SIRPA Air

Editeur : idem

Pages : 176

ISBN : 978-2-1109-6340-6

Prix : 29 €



Fille de l'aéronautique militaire née en 1911, l'armée de l'air obtient son indépendance par le décret du 1er avril 1933 l'élevant officiellement en armée. La loi du 2 juillet 1934 fixant son organisation marque la naissance d'une nouvelle composante des forces armées françaises. Au fil des pages, image par image, cet album photographique retrace l'histoire des hommes, des femmes et du matériel qui ont forgé l'armée de l'air d'aujourd'hui. Moments forts, événements majeurs et personnages clés ont été immortalisés par les photographes officiels, le temps d'un cliché : ils appartiennent désormais au patrimoine culturel d'une armée qui, après une jeunesse agitée, s'affiche aujourd'hui comme robuste, réactive et ouverte sur le monde.

ZEPPELIN IV, UNE VISITE HISTORIQUE !

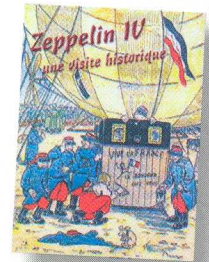
Auteur : Guy Lejaille

Editeur : L'Atelier de la Mémoire

Pages : 175

ISBN : 978-2-915682-20-5

Prix : 25 €



Les 3 et 4 avril 1913, le Zeppelin de Lunéville... Un formidable coup dans la fourmière. Alors que la tension diplomatique entre la France et l'Allemagne est à son comble, un dirigeable allemand survole le territoire français... A la stupeur générale, il atterrit au beau milieu d'une revue sur le Champ de Mars de Lunéville, une cité grouillante de militaires, à 13 kilomètres de la frontière de 1871. Était-ce une agression ou une erreur de navigation ?

Un livre authentique agrémenté de nombreux documents.

■ Pierre-Alain Antoine

Séminaire de Guerre électronique

24 mars 2010

L'Association Guerrelec organisera un séminaire de Guerre Electronique, le mercredi 24 mars 2010 dans les salons du Cercle National des Armées, 8 Place Saint-Augustin, 75008 Paris. Tous les membres de l'Association, à jour de cotisation, sont très cordialement invités.

La journée débutera par un accueil « café-viennoiseries » à partir de 9 heures, puis trois tables rondes se succéderont tout au long de la journée. Un buffet sera servi pour le déjeuner. Après la conclusion de fin de journée, un cocktail dinatoire nous réunira sur place dans les salons du Cercle. Le thème retenu pour la journée sera : La Guerre Electronique a-t-elle encore un sens aujourd'hui en France ?

Les trois tables rondes auront pour titre :



- Quelles menaces ?
- Quels besoins GE ?
- Le point de vue des acteurs.

Elles seront animées par des parlementaires et par de hautes autorités des différentes armées et de la DGA et seront composées d'intervenants des forces et du monde des industriels. La conclusion du Séminaire sera conduite par le GCA

(2S) Bernard LIBAT, Président de l'Association Guerrelec.

Le Séminaire, y compris les prestations de restauration, sera entièrement gratuit pour les membres de l'Association à jour de cotisation. Venez nombreux, ce Séminaire est organisé pour vous !

■ Pierre-Alain Antoine

