

COMHART

COMITE POUR L'HISTOIRE DE L'ARMEMENT TERRESTRE

TOME 8.2

LES ARMEMENTS DE PETIT ET MOYEN CALIBRE

**L'ARMEMENT AUTOMATIQUE
DE MOYEN CALIBRE**

par l'ingénieur général Maurice BAILLY

Ouvrage édité par le Centre des hautes études de l'armement
Division Histoire de l'armement

2008

La mise en forme de ce volume a été assurée au Département d'histoire de l'armement
par Mireille Gilbert, Jean-Sébastien Dewallers et Patrice Bret

Comité pour l'histoire de l'armement terrestre

Plan général d'édition des travaux

Ouvrages déjà publiés (à la fin de l'année 2007) :

Tome 1 : I - *Rôle de l'état-major de l'armée de Terre dans l'élaboration et la réalisation des programmes d'armement*. II - *Les matériels de l'armée de Terre en 1945*, par le général Petkovsek. Paris, Cedocar, 1999.

Tome 2 : *Organisation et moyens*, par l'ingénieur général Dufoux. Paris, Cedocar, 1999.

Tome 3 : *Centre de recherches*, en deux volumes :

3-1 : *Le laboratoire central de l'armement*, par l'ingénieur général Cavé. Paris, Cedocar, 1999.

3-2 : *Les autres centres de recherche*, par l'ingénieur général Fayolle. Paris, Cedocar, 1999.

Tome 4 : *Centre d'essais et d'évaluation*, par l'ingénieur général Fayolle. Paris, Cedocar, 1999.

Tome 5 : *Relations internationales*, par l'ingénieur général Robineau. Paris, CHEAr/DHAr, 2003.

Tome 7 : *Matériel du Génie*, par l'ingénieur général Brindeau, puis l'ingénieur général Mallet. Paris, Cedocar, 2000.

Tome 8 : *Armement de petit et moyen calibre*, en trois volumes :

8-1 : *Les armements d'infanterie*, par l'ingénieur général Rogier. Paris, CHEAr/DHAr, 2006.

8-2 : *L'armement automatique de moyen calibre*, par l'ingénieur général Bailly. Paris, CHEAr/DHAr, 2008.

8-3 : *Les armements de défense antiaérienne par canons et armes automatiques*, par les ingénieurs généraux Lesavre et de Launet. Paris, CHEAr/DHAr, 2007.

Tome 9 : *Armement de gros calibre*, par l'ingénieur en chef Michel Tausin. Paris, CHEAr/DHAr, 2008.

Tome 10 : *Armements antichars. Missiles guidés et non guidés*, par M. Stauff (†), puis par MM. Guillot et Dubernet. Paris, CHEAr/DHAr, 2002.

Tome 11 : *Systèmes de missiles sol-air*, par l'IGA Collet-Billon (†) puis l'IGA Bienvenu. Paris, CHEAr/DHAr, 2002.

Tome 13 : *Premiers travaux sur l'arme nucléaire*, par l'IGA Paul Bonnet. Paris, Cedocar, 2000.

Hors série : *Propulsion, détonation, pyrotechnie. Une histoire des poudres entre 1945 et 1975*, par l'ingénieur général Toche. Paris, SNPE, 1995, 2 volumes.

Ouvrages en préparation

Tome 12 : *Télécommunications, détection, guerre électronique, systèmes informatiques*.

Tome 14 : *Défense NBC*.

NOTE GENERALE D'INTRODUCTION

Le Comité pour l'histoire des armements terrestres (ComHArT) a été créé en 1986 et a poursuivi ses travaux depuis cette date, en s'efforçant de suivre le programme initialement établi par son premier président, l'ingénieur général Michel Marest. Celui-ci a défini l'esprit dans lequel devaient être élaborés les différents documents dans les lignes suivantes, écrites en décembre 1996 :

Au milieu des années 1980, quelques personnalités du monde industriel ayant contribué par leur créativité au renouveau de l'armement en France à partir de 1945, exprimaient leur intérêt pour la rédaction de l'histoire de ce renouveau et en faisaient part au délégué général pour l'armement.

L'aboutissement des réflexions sur ce sujet fut la décision du 26 mai 1986 du délégué général pour l'armement de créer un Comité pour « l'histoire de l'armement terrestre dans la période 1945-1975 »

La présidence de ce Comité m'était confiée, avec pour tâche initiale d'en déterminer la composition de manière à disposer des compétences nécessaires pour traiter dans les meilleures conditions l'ensemble des thèmes du plan de travail envisagé.

Ces thèmes, qui constituent la trame de rédaction de l'histoire de l'armement terrestre, se répartissent en deux familles :

- *ceux regroupés sous l'appellation « aspects généraux », traitant d'une part du rôle de l'état-major de l'armée dans l'élaboration des programmes d'armement, d'autre part du rôle de la DEFA (Direction des études et fabrications d'armement, puis DTAT, Direction technique des armements terrestres), des problèmes d'organisation et de moyens, des centres de recherche, d'essais et d'évaluation, ainsi que des relations internationales, lesquelles se sont développées sous plusieurs formes après la libération ;*
- *ceux relatifs à l'équipement de l'armée de terre, traitant, après un rappel de la situation en 1945, des systèmes et matériels classés par finalité d'emploi, des équipements à utilisation diversifiée, et même de constituants – c'est le cas des poudres et explosifs - qui ont une incidence primordiale sur l'évolution des caractéristiques techniques et opérationnelles des armes et systèmes d'armes, quel que soit le milieu d'utilisation (Air, Mer, Terre).*

Le traitement de chacun de ces thèmes a été confié à un des membres du Comité, officiers généraux pour les thèmes où l'armée de terre a été directement impliquée, ingénieurs généraux de l'armement et personnalités civiles éminentes de l'industrie d'armement pour les autres thèmes, chaque responsable disposant d'une totale autonomie pour constituer sa propre équipe de travail.

Chaque document –ouvrage ou article- a son propre style d'écriture, reflet de la personnalité de son rédacteur, mais, sur le fond, les différents documents ont des affinités qui tiennent aux recommandations faites dès le lancement des travaux :

- *pour tous les thèmes, la genèse des affaires et les objectifs fixés, les idées créatrices, les initiatives prises, les résultats atteints doivent être mis en relief ; lorsque cela est encore possible, les témoignages des personnalités ayant assumé des responsabilités importantes durant la période considérée seront recherchés et des fiches biographiques seront établies pour des personnalités de haut rang ayant agi de manière déterminantes au cours de leur carrière ;*
- *pour les thèmes de la deuxième famille (systèmes, matériels, équipements ...) la présentation doit être à dominante technique : on traitera non seulement des opérations programmées, que des actions aient été menées à leur terme (adoption et production) ou stoppées (analyse des échecs), mais également des actions engagées sur l'initiative de la direction technique dans cette période 1945-1975, dont certaines furent des réussites au*

plan national ; on mentionnera également les initiatives prises pour des adaptations d'équipements français à des matériels étrangers en vue de l'exportation.

Ingénieur général Marest

* * *

Notre regretté camarade n'a pu animer jusqu'à son terme la réalisation de cet ambitieux programme. D'autre part, les aléas de l'existence ont fait que plusieurs des sujets envisagés, et non des moindres, n'ont pu être traités dans les délais et les conditions prévues, et des réaménagements ont du être décidés. Enfin, le temps passant, il n'a pas paru opportun de se tenir strictement à la limite de 1975, d'autant que, pour les périodes les plus anciennes du créneau de temps initialement envisagé, il devenait difficile de faire appel aux témoignages directs des acteurs de l'époque.

Dans le plan général d'édition initialement établi, et tel qu'il figure en tête des premiers tomes édités, les Armements de petits et moyens calibres, objets du tome 8, sont confiés à l'ingénieur général Lesavre. Celui-ci a constitué son équipe de travail et réparti les tâches en trois sous-ensembles :

- les petits calibres
- les moyens calibres
- les canons anti-aériens

La partie relative aux armes de petits calibres ayant pris du retard, il a été décidé de la confier à l'ingénieur général Michel Rogier, qui a effectué ce travail avec beaucoup de diligence. La partie traitant des moyens calibres est l'œuvre de l'ingénieur général Maurice Bailly.

Finalement, René Lesavre et le comité ont préféré ne pas réaliser un tome 8 unique, mais plutôt procéder à l'édition de trois fascicules séparés, signés de leurs auteurs respectifs. Le premier relatif aux petits calibres est dû à l'ingénieur général Rogier ; le deuxième, qui traite des moyens calibres est l'œuvre de l'ingénieur général Bailly ; le troisième sur les canons anti-aériens a été rédigé par René Lesavre et Michel de Launet.

Ingénieur général Michel de Launet

PRESENTATION

Rédacteur du fascicule 2 (*Armement automatique de moyen calibre*) du Tome 8 (*Armement de petit et moyen calibre*), j'ai beaucoup emprunté aux témoignages qui ont été fournis par certains des acteurs essentiels du domaine concerné dans la période 1945-1975. Je citerai notamment ici :

- les ingénieurs de l'armement Cardinal, Lucien Deruelle, Jampy, Laplane, Ligeard, Jacques de Longueville, Marcon, Perfetti.
- l'ingénieur des études et techniques d'armement Josset
- Monsieur Vincent (DCAéro)

Je remercie également Messieurs Blain, Capy, Maury, Peyrutie (ETBS et GIAT) pour leurs recherches sur les aspects historiques et techniques des programmes 20 et 30 mm.

Ils sont venus très heureusement combler les lacunes dans une histoire dont je n'ai vécu personnellement que certaines étapes.

Le terme « histoire » m'amène à rappeler que cet ouvrage est un témoignage d'acteur(s), et non une œuvre d'historien. Je ne me suis pas livré aux démarches rigoureuses que celle-ci réclamerait (telles que recoupement des sources, recherche active de documentation).

Mon exposé vise – c'est bien d'ailleurs l'objectif du Comité pour l'histoire de l'armement terrestre – à fournir des matériaux (des « briques ») facilitant et orientant les travaux d'éventuels et futurs historiens.

Aussi le lecteur pourra-t-il constater, ici ou là, une omission ou une inexactitude. Il était bon de l'en prévenir, en l'invitant à faire part de ses observations, soit au ComHArT, soit à moi-même.

Ingénieur général Maurice Bailly

SOMMAIRE

INTRODUCTION	9
CHAPITRE 1	
LE DOMAINE « ARMEMENT AUTOMATIQUE DE MOYEN CALIBRE »	11
PREAMBULE	11
1 – LE CANON AUTOMATIQUE	11
2 – LES MUNITIONS	14
3 – LE BERCEAU ET L’AFFUT	16
4 – LES SPECIFICITES	17
5 – LES FAMILLES	19
CHAPITRE 2	
DES ANNÉES 1920 A L’IMMÉDIAT APRES-GUERRE	21
1 – LA NAISSANCE DU CANON AUTOMATIQUE	21
2 – LE CANON DE 37 MM	21
3 – LES TROIS GRANDS « ARMURIERS MOYEN CALIBRE » DES ANNEES 1920-1940	22
OERLIKON	22
HISPANO-SUIZA ET LE HS 404	23
MAUSER ET LE CANON AUTOMATIQUE MG 151	26
4 – L’INDUSTRIE AMERICAINE	29
5 – COMPETENCE ET EXPERIENCE DE LA FRANCE AVANT 1945	29
CHAPITRE 3	
RENAISSANCE ET DÉVELOPPEMENT DE LA COMPÉTENCE FRANCAISE	
(DEFA ET INDUSTRIE PRIVÉE)	31
PREAMBULE : DE LA DFA A LA DAT	31
1 – REPRISE DE LA FABRICATION DU CANON HS 404	34
2 – LES INITIATIVES DE LA DEFA EN 1945 : EXTENSION DU PERIMETRE TECHNIQUE	38
3 – LE LABORATOIRE DE RECHERCHES DE SAINT-LOUIS (LRSL)	38
4 – L’ATELIER DE FABRICATION DE MULHOUSE (AME)	39
5 – DE L’AME A L’EFAB	40
6 – LES INTERROGATIONS SUR LES ORIENTATIONS ET INITIATIVES DEFA	41
CHAPITRE 4	
LE PROGRAMME « CANON D’AVION 30 MM 550-DEFA »	45
PREAMBULE : UNE LONGUE ET EXEMPLAIRE HISTOIRE	45
1 – 1943-1945 : LE PROJET MAUSER	45
2 – LES QUATRE PROGRAMMES ISSUS DES TRAVAUX MAUSER	48
3 – LE DEVELOPPEMENT ET LA CARRIERE DU CANON POUR AVION 30 MM DEFA	49
4 – LES MUNITIONS DU « 30 AVION »	56
5 – SYNTHESE	60
CHAPITRE 5	
DÉFENSE ANTIAÉRIENNE 30 MM (PROGRAMME HS 831)	
ARMEMENT DES HÉLICOPTERES	61
1 – DEFENSE ANTIAERIEENNE 30 MM. GENESE DU PROGRAMME	61
2 – DEROULEMENT DU PROGRAMME 30 MM HS 831	62
3 – LES MONTAGES SUR HELICOPTERES : ASPECT HISTORIQUE	64
4 – UN ABOUTISSEMENT : L’AFFUT GHAN-AME	68

CHAPITRE 6	
LES DEUX NOUVEAUX PROGRAMMES 20 MM FRANÇAIS.....	71
PREAMBULE : STANDARDS DE MUNITIONS 20 ET 30 MM ; ENCHAÎNEMENT DES PROGRAMMES	71
1 – LE PROGRAMME 20 MM FINABEL	72
2 – LE PROGRAMME AME 621	73
3 – LE PROGRAMME 20 MM 693 (20 MODELE F2)	79
4 – LE GROUPE ETUDES DE CONCEPTS (GEC) DE L'ISL	90
5 – AFFUTS ET MONTAGES	91
EPILOGUE	
LES PROGRAMMES DU FUTUR	95
CONCLUSION.....	103
ANNEXES.....	105
ANNEXE 1 L'ATELIER DE FABRICATION DE MULHOUSE (AME)	107
ANNEXE 2 LE CANON DE 30 MM AVION DEFA 550	111
ANNEXE 3 LE CANON MITRAILLEUR 20 M 621	119
ANNEXE 4 LE CANON MITRAILLEUR 20 F2 (NOM D'ETUDE : 20 M693)	123
ANNEXE 5 LE CONCEPT AUTOMECHANIQUE	135

INTRODUCTION

1 – LE SUJET

Consacré à l'armement de petit et moyen calibre, le tome 8 a été, au départ, découpé en trois parties, confiées à des rédacteurs différents. Il faut souligner que ces trois parties ne sont pas définies à partir de critères de même nature.

L'intitulé de la première, *L'armement d'infanterie*, signifie clairement que le critère retenu est l'arme, ou le théâtre d'emploi. Si donc les armements décrits ont en commun le fait d'être mis en œuvre par le fantassin, et sur le champ de bataille terrestre, ils relèvent par contre de concepts et techniques très divers.

L'intitulé de la troisième partie, *Les armements de défense antiaérienne par canons et armes automatiques*, indique tout aussi clairement que le critère retenu y est d'une autre nature : il s'agit de l'emploi lui-même, et plus précisément de la cible, et ceci quels que soient l'arme et le théâtre d'emploi. Mais là aussi, les armements décrits relèvent de concepts et techniques divers.

La seconde partie, que nous allons traiter ici, a été définie, elle, à partir d'un critère purement technique. Elle présente des armements dont la définition technique est précise et bien délimitée, et dont la « composition de base » est toujours la même. Par contre, ces armements n'ont entre eux aucune communauté d'arme ou de théâtre d'emploi, et sont destinés à traiter des cibles de types très divers.

De ceci résultent deux conséquences. La première est que l'armement d'infanterie (thème de la première partie) et l'armement antiaérien (thème de la troisième partie) comprennent l'un et l'autre des armements automatiques de moyen calibre, souvent simplement cités, que l'on retrouvera ici traités plus en détail.

L'autre conséquence est la nécessité de bien préciser, dès le départ, le domaine technique que recouvre le vocable employé pour cette troisième partie du tome 8, et d'en souligner les caractéristiques et les spécificités. Tel sera l'objet du chapitre 1, « Le domaine ». Il sera relativement détaillé, ceci étant nécessaire pour mieux comprendre ensuite les évolutions décrites et les politiques menées.

2 – L'AVANT 1945

Pour les mêmes raisons, avant d'aborder le vif du sujet (l'historique de la période 1945-1975), un chapitre 2 sera consacré à la période allant de 1920 (qui voit la naissance, finalement assez récente par rapport au passé des armes à feu en général, du vrai premier armement automatique de moyen calibre) à 1945 : il s'agit là de « planter le décor », c'est-à-dire le panorama technico-industriel, en Europe et aux Etats-Unis, du secteur dans lequel vont se dérouler les actions menées par la DEFA et les industriels français après le deuxième conflit mondial.

3 – LE CANON AUTOMATIQUE POUR AVION DE COMBAT

Le canon automatique n'est pas utilisé par les seules armées de terre. Très souvent, un même modèle (le 20 mm F2 par exemple) équipera aussi bien les affûts et véhicules terrestres que des navires, des hélicoptères, des avions légers.

Mais, depuis 1945, on assiste au développement de canons destinés uniquement aux avions de combat (le M 39 et le M 61 Gatling américains, les 30 mm avion DEFA de la famille 550, etc.). D'où une question : de tels systèmes ont-ils leur place dans un texte concernant l'histoire de « l'armement terrestre » ?

Plusieurs raisons conduisent à répondre par l'affirmative. D'abord, parce que, on le redira, c'est l'utilisateur aérien qui a été, dans les années 1920, l'instigateur de cette nouvelle famille d'armes, les canons automatiques de moyen calibre. Ensuite, ce sont les mêmes firmes, les mêmes équipes techniques qui traitent armes terrestres et armes d'avion. Enfin, certains modèles conçus au départ spécifiquement pour l'équipement des avions de combat ont été par la suite, de façon inattendue initialement, à l'origine de modèles dérivés destinés au combat terrestre.

Les canons automatiques pour avions de combat trouveront donc leur place dans notre exposé.

4 – QUELQUES REMARQUES

Le rédacteur de cette deuxième partie du tome 8 a été à plusieurs reprises, de 1953 à 1984, en contact étroit avec les équipes françaises de spécialistes, aux niveaux recherches-études, développement, fabrication. Mais la discontinuité de ces contacts, le type des responsabilités exercées depuis 1961 (sous-direction et direction d'établissements) font qu'il ne possède pas la compétence technique que plusieurs rédacteurs d'autres tomes ont pu acquérir au cours d'une carrière dont une bonne partie a été consacrée presque entièrement au domaine traité, dans des fonctions souvent très techniques (bureaux d'étude, laboratoires d'essais, services techniques).

Il a donc fait appel à la mémoire et à la connaissance d'un certain nombre de personnes (des anciens, mais aussi des spécialistes en activité). Leurs témoignages ont pu prendre différentes formes, conduisant à trois types d'exploitation :

- l'intégration dans le texte principal de renseignements glanés dans un, ou plusieurs, de « ces témoignages », puis regroupés et fondus
- l'insertion, dans le cours de l'exposé, d'extraits de ces témoignages
- le renvoi en annexe de tout ou partie de certains d'entre eux, de grand intérêt, mais trop détaillés pour figurer dans le corps du texte principal sans en rompre la continuité.

Dans ces deux derniers cas, le nom de l'auteur est bien entendu cité.

CHAPITRE 1

LE DOMAINE

« ARMEMENT AUTOMATIQUE DE MOYEN CALIBRE »

PREAMBULE

A première vue, ce domaine du moyen calibre couvre un champ limité. En effet, on le verra, les impératifs techniques de l'automatisme et ceux de l'architecture d'un obus (le projectile de tout canon) limitent assez étroitement la plage des calibres admissibles : à très peu près, de 20 mm, calibre minimal, à 35 mm, calibre maximal. Soit donc, à première vue, un champ d'amplitude très faible, puisque le rapport de 35 à 20 n'atteint même pas 2.

Mais, si l'on tient compte de tous les facteurs en jeu (notamment cadence et vitesse initiale), les calculs montrent¹ que la puissance de feu (énergie délivrée sur la cible en un temps donné) peut, elle, varier dans un rapport de 1 à 25 (et même bien davantage dans le cas particulier du Gatling).

Le domaine est donc bien plus vaste qu'on ne le pense a priori. Toujours à première vue, les problèmes techniques à résoudre ne semblent ni particulièrement ardu, ni spécifiques : il s'agit en effet d'extraire d'un magasin un objet rigide et de forme simple (la cartouche, c'est-à-dire un obus serti dans une douille métallique), de l'introduire dans une cavité, la « chambre », située à l'arrière du tube (appellation correcte de ce que l'on nomme parfois le « tube-canon », voire même, mais à tort, le « canon »), de fermer cette chambre et mettre à feu (percussion ou contact électrique) ; puis, le coup parti, d'ouvrir la chambre, en extraire la douille vide, et recommencer.

Ceci revient, en somme, à associer un « gros fusil » à un dispositif de chargement automatique analogue à celui que l'on trouve sur quantité de machines de production, ou sur le chargeur de CD de notre voiture ou de notre chaîne Hi-Fi.

La réalité se révèle toute autre ; en témoigne le fait que même à la fin de la Seconde Guerre mondiale, rares étaient encore, on le verra, les firmes capables de produire et surtout de concevoir de tels armements (ceci au plan mondial).

1 – LE CANON AUTOMATIQUE

Au cœur de tout « système d'armement automatique de moyen calibre » se trouve un canon automatique (aussi appelé canon-mitrailleur).

Canon : c'est à dire une arme à tir tendu (comme le sont un fusil, une mitrailleuse), mais mettant en œuvre non des balles (comme c'est le cas pour les fusils et mitrailleuses), mais des obus, c'est à dire des projectiles dont l'enveloppe métallique contient une charge active (explosive, incendiaire ou autre) et qui sont munis d'un dispositif (la fusée) qui déclenche l'allumage de la charge au moment idoine et assure en outre diverses fonctions de sécurité, avant, pendant et après le tir.

Dès lors, la nécessité de pouvoir « organiser » l'ensemble relativement complexe qui constitue cet obus (à base essentiellement de mécanismes et d'éléments pyrotechniques : voir page 13, figure 1, la coupe échelle 2 de la fusée ML 68 pour obus

¹ Ceci est développé ci-dessous dans la section 1.

de 30 mm) interdit dans la pratique de descendre en dessous d'un calibre d'environ 20 mm (il existe en fait des projectiles contenant un explosif dans le calibre de 15 mm – et même 13 mm – mais très sommaires et ne constituant pas un véritable obus ; de plus, la quantité d'explosif devient trop faible pour avoir un effet significatif sur la cible).

Canon, mais automatique ; ceci pour dire que le cycle : alimentation en munitions, tir de l'obus, éjection des résidus – douilles, maillons – est assuré par des dispositifs en majeure partie intégrés au canon, lui empruntant dans la plupart des cas l'énergie nécessaire, notamment pour permettre une totale autonomie, mais aussi, on y reviendra, des démarrages instantanés et l'accès immédiat aux cadences élevées. Les cadences élevées s'imposent en effet pour compenser par le débit la faible efficacité individuelle d'obus de petite taille, pour compenser aussi la dispersion du tir (due aux mouvements du porteur), et enfin pour utiliser au mieux un « créneau de tir » souvent très bref.

Cette cadence est couramment comprise entre 500 et 1 500 coups par minute, mais peut atteindre des valeurs bien plus élevées avec des canons multitubes (6 000 coups par minute dans le cas du canon de 20 mm américain M 61 Vulcain à six tubes) ou descendre (dans un souci soit de précision du tir, soit d'économie de munitions coûteuses, soit de moindre sollicitation d'un véhicule porteur trop léger) à 200/300 coups par minute.

Une majorité des canons automatiques de la période considérée (1945-1975) et la quasi-totalité de ceux de la période précédente (de 1920, date de naissance du canon automatique, à 1945) utilisent le mouvement alternatif de pièces mobiles : une culasse mobile, verrouillée sur le tube avant le départ du coup, assure à la percussion l'étanchéité (sous très forte pression, plusieurs milliers de bars) ; puis, déverrouillée et mise en recul, cette culasse extrait et éjecte la douille vide, « cueille » une nouvelle munition, l'introduit dans la chambre, et le cycle recommence. Les opérations de verrouillage, percussion, déverrouillage, éjection, alimentation, relèvent de divers concepts qui font l'originalité de chaque modèle.

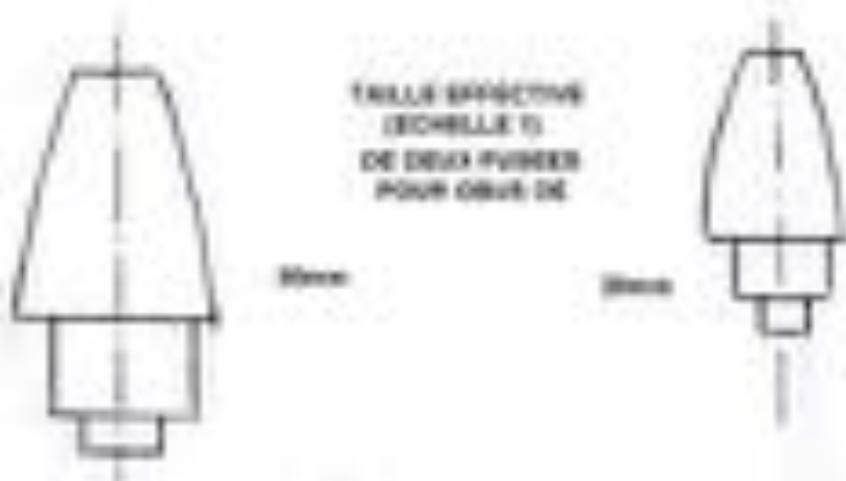
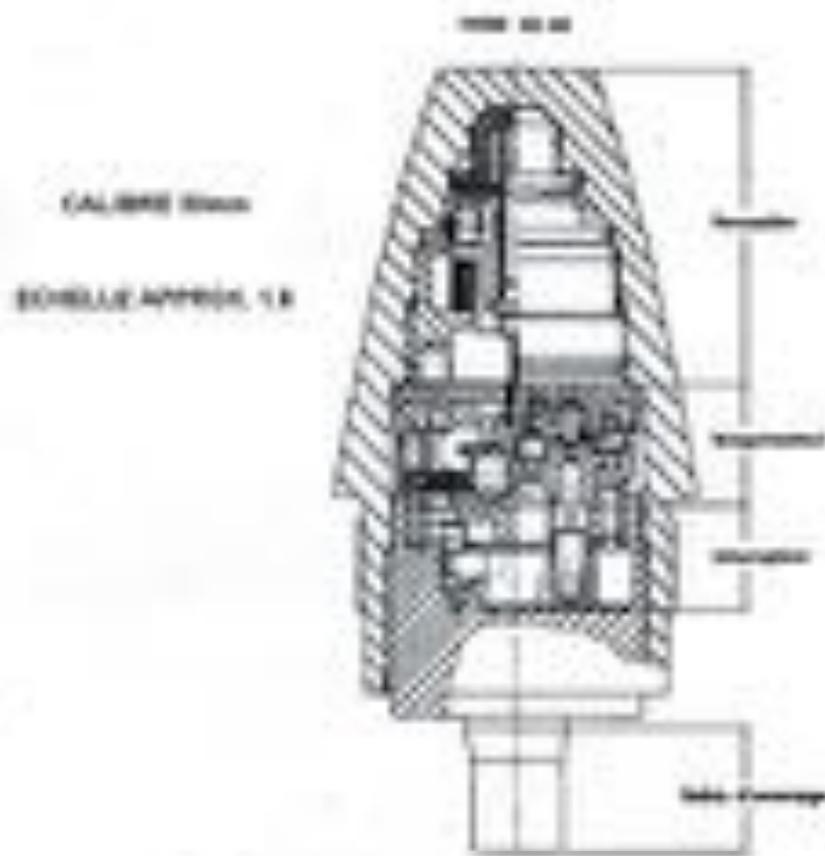
Mais, quel que soit le schéma retenu, l'alimentation d'une munition encartouchée implique son introduction complète dans la chambre, et donc exige un déplacement rectiligne de la culasse d'amplitude égale à la longueur totale de la cartouche, elle-même proportionnelle (toutes autres caractéristiques égales) au calibre.

Pour une cadence donnée, la culasse devra donc, pour effectuer son aller-retour, se déplacer à une vitesse proportionnelle au calibre. La masse de cette culasse est, elle, grossièrement proportionnelle au cube du calibre. Tout ceci a deux conséquences.

Avec un tel mouvement alternatif, il est pratiquement impossible de dépasser des cadences de l'ordre de 1 000 coups/minute, les chocs en bout de course devenant insupportables. Par ailleurs, il est tout aussi impossible de dépasser un certain calibre (de l'ordre de 35 mm) sans entraîner des inerties venant à bout de tous les matériaux, même les plus performants, et de niveau incompatible avec les énergies disponibles pour mettre des pièces mobiles en mouvement.

L'appel à d'autres schémas de fonctionnement (tels les canons automatiques de 30 mm à barillet – ou tambour – de la famille DEFA 540-550, ou le canon multitubes américain M 61 Vulcain déjà cité), qui réduisent le nombre et l'importance des mouvements alternatifs (il n'y a plus de culasse mobile) permet d'accéder à des cadences plus élevées (plusieurs milliers de coups par minute), mais imposent cependant de rester dans des calibres ne dépassant pas 35 mm.

Ainsi limité vers le bas par la nécessité de pouvoir « organiser » l'obus et ses mécanismes, vers le haut par la capacité de résistance au choc des ensembles en mouvement, le calibre des canons automatiques se situe donc dans une plage étroite, de 20 (à la limite 15 mm) à 35 mm environ.



FUSÉES POUR PROJECILES DE MOYEN CALIBRE

Fig.1

Mais il est clair que la masse de l'arme et celle de l'obus (et donc son efficacité) sont proportionnelles au cube du calibre. Mesurée en masse, l'amplitude du domaine n'est donc pas de 35 à 20 – soit un rapport de 1,75 – mais du cube de ce rapport, soit de 5,35 toutes choses égales par ailleurs.

En outre, la puissance unitaire d'un obus peut, à calibre égal, très fortement varier (suivant la quantité de poudre et donc la vitesse initiale, ainsi que la longueur de l'obus), et la cadence, elle aussi, prendre des valeurs très étalées (de quelques centaines à plusieurs milliers).

Ce qui fait, toutes ces variables intégrées, que la puissance globale du système (l'énergie délivrée, dans un temps donné) peut, d'un extrême à l'autre, couvrir une plage d'amplitude de 1 à 25, voire plus : comme on l'a dit, ce domaine du moyen calibre, apparemment limité, s'avère en fait très vaste. Mais, s'il n'y a plus de commune mesure entre les puissances des systèmes les plus légers et les plus lourds, ils reposent sur les mêmes schémas de base et les mêmes concepts de fonctionnement ; ce qui fait, on le verra, que ce sont les mêmes firmes qui traitent les uns et les autres.

2 – LES MUNITIONS

Deuxième élément constitutif d'un système « canon automatique » : la munition. Sous ce vocable, on entend l'ensemble constitué par le projectile (l'obus) et la charge propulsive.

Plusieurs types d'organisation de cet ensemble existent (et un dernier est recherché). Le plus courant est celui de la munition encartouchée. La charge propulsive (poudre en grains de formes diverses) est contenue dans un « boîtier » métallique (en laiton ou en acier) serti sur le projectile. Boîtier dénommé étui dans le cas des petits calibres (armes portatives), douille pour les canons automatiques et l'artillerie. Ce boîtier porte en outre sur sa face arrière une amorce (fonctionnant soit par percussion, soit par initiation électrique). L'ensemble douille plus obus est rigide et étanche ; la munition encartouchée se prête donc bien aux manipulations brutales. C'est la raison pour laquelle c'est elle qui est le plus souvent utilisée pour le canon automatique, malgré deux handicaps : sa masse et la nécessité, à chaque coup, de sortir du tube et éjecter rapidement un détritit polluant, la douille vide gorgée de gaz.

D'autres organisations sont possibles : poudre en sachets de toile (gargousses des artilleurs) alimentés séparément ; poudre logée en douille combustible, ou en douille semi-combustible (seul le fond est métallique), ou sous forme de comprimés, avec dans ces trois cas la double possibilité soit d'un ensemble unique, soit de deux composants séparés, l'obus et la charge. Mais toutes ces organisations sont, soit d'intérêt limité (deux composants séparés compliquent les mécanismes d'alimentation), soit trop risquées (incompatibilité de composants fragiles ou déformables avec la brutalité des manipulations vers et dans l'arme), tout au moins avec les conceptions traditionnelles des armes automatiques : on peut cependant penser que des mécanismes plus « doux » – par exemple le concept « automécanique » dont nous parlerons *in fine* – permettront le recours à de telles solutions, notamment à la munition « sans douille ».

Un dernier type de solution présenterait un intérêt évident, par les simplifications (et souplesse d'emploi) qu'il permettrait : substituer à la poudre en grains un ergol liquide (monergol ou biergol) injecté dans la chambre juste au moment du tir. Toutefois (et encore aujourd'hui) les recherches menées tant aux États-Unis qu'en France et d'autres pays, en liaison très étroite, bien entendu, avec les spécialistes de la propulsion des lanceurs spatiaux et missiles, n'ont pas abouti à des solutions viables ; les travaux

menés en France dans cette voie ne seront donc pas décrits ici (ils n'ont d'ailleurs été entrepris que dans les années 1970).

Avant de parler du projectile, deux dernières observations concernant la charge propulsive. La première concerne l'amorçage : longtemps mise en œuvre par percussion, l'amorce a connu ensuite des versions électriques (le chauffage brutal d'un filament se substitue au choc du percuteur). Ceci a permis l'utilisation effective de principes d'armes automatiques longtemps restés sans application pratique. Ceci a également permis la synchronisation du tir avec d'autres mécanismes du porteur (hélices et rotors notamment), et la variation de la cadence de tir en fonction de diverses contingences : type de cible, type de munition, nature du porteur, etc. Déjà connue et maîtrisée (à peu près...) avant 1940, cette technique a connu son plein développement et sa maturité dans la période qui a suivi².

Deuxième observation : les progrès réalisés dans le domaine du canon automatique doivent beaucoup aux progrès réalisés en matière de poudre, qu'il s'agisse des performances (accès à des vitesses initiales élevées), de la régularité, de la sécurité (soulignons l'importance de la meilleure maîtrise du phénomène dit du « long feu », dont l'apparition dans les mécanismes automatiques tirant leur énergie d'une source extérieure à l'arme présente un danger inacceptable – risque d'extraire de la chambre une munition tardant à s'allumer, et dont le fonctionnement « à l'air libre » quelques instants après provoquerait les dégâts qu'on peut imaginer...).

Ces progrès, dus aux travaux de la « Direction des poudres » (qui a précédé la SNPE) menés en étroite liaison avec la DEFA, sont largement décrits dans le tome consacré aux techniques de propulsion, et ne seront donc pas traités ici.

S'agissant des projectiles, on y trouve, à quelques exceptions près, la gamme classique des obus d'artillerie : obus explosif en deux versions principales (à parois épaisses, le pouvoir vulnérant résultant de la projection d'éclats, à parois minces et effet de souffle, c'est notamment « l'obus-mine » surtout employé dans le combat air-air) ; obus incendiaire, obus d'exercice, obus perforant (« plein calibre » ou « sous-calibré » – un noyau de métal dur logé dans une enveloppe au calibre de l'arme) les uns et les autres avec ou sans traceur, enfin – mais son apparition effective est postérieure à l'époque considérée – le projectile-flèche ; celui-ci a permis au projectile perforant inerte (qu'il s'agisse de moyen calibre ou de canons de char) un saut en performance considérable, au point de surclasser tous les projectiles perforants actifs (notamment les charges creuses).

Signalons enfin que la fusée (très généralement de tête) fonctionne mécaniquement à la percussion de la cible, mais comporte en outre un ou plusieurs des dispositifs suivants :

- une sécurité de stockage (insensibilité aux chutes et chocs)
- une sécurité de tube (non fonctionnement à la percussion d'un débris resté dans le tube : fragment de ceinture par exemple)
- une sécurité de début de trajectoire (non fonctionnement à la percussion d'un obstacle-branche d'arbre par exemple – proche de l'arme)
- une sécurité « goutte de pluie » (obus tirés d'aéronefs)
- un retard (obus contre-avion : l'explosion n'a lieu qu'après un parcours de 20 à 30 cm après traversée de la « peau » de l'avion)
- une autodestruction, ou un retour en situation « inerte », essentielle pour l'obus air-air ou sol-air qui a manqué sa cible : avant qu'il ne retombe au sol, dans un environnement civil ou ami, il doit s'autodétruire ou se neutraliser.

² La première application effective : le 20 mm allemand MG 151, décrit chapitre 2, section 6.

Cette énumération montre quelle est la variété des problèmes que la conception, le développement et la fabrication d'un projectile imposent de maîtriser. En fait, il s'agit d'un domaine industriel très large, dont on examine plus loin les spécificités.

3 – LE BERCEAU ET L’AFFÛT

Pour l'utilisation à partir du sol même (par exemple, en défense antiaérienne), il y aura toujours nécessité d'un affût, c'est-à-dire un ensemble mécanique permettant la modification de l'orientation de l'arme (son pointage).

Pour l'utilisation à partir d'un véhicule terrestre ou aérien, deux cas sont possibles. Si, comme dans le cas précédent, on veut pouvoir modifier l'orientation de l'arme par rapport au porteur (montage sur la plateforme d'un camion, ou, comme on le verra, sur plancher d'hélicoptère pour tir « en sabord » avec porte latérale ouverte), il sera nécessaire d'équiper le porteur d'un affût (ou d'une tourelle). Si, au contraire, l'arme doit rester fixe en direction par rapport au porteur (cas du canon d'avion et parfois du canon d'hélicoptère), la nécessité d'un affût disparaît.

Mais dans tous les cas, on doit interposer entre le canon lui-même d'une part, l'affût ou le porteur d'autre part, un système appelé berceau. Le berceau a deux fonctions essentielles : le guidage du canon dans son mouvement de recul puis de retour en batterie, l'amortissement de ce mouvement par un ensemble frein-ressort : le lien élastique. A lui seul, ce lien élastique – qui peut faire appel à différentes solutions techniques – constitue un domaine technique particulier.

De la bonne conception du berceau (en général particulier à une arme donnée, et développé en étroite liaison avec les concepteurs de l'arme ou par eux-mêmes) résultent plusieurs conséquences. La première est tout simplement la possibilité de tirer avec un canon de 20 ou 30 mm à 1 000 ou 1 500 coups/minute sans « démolir » le porteur (aéronef, véhicule terrestre), et même sans en perturber le cheminement et la stabilité. La seconde est la possibilité de conserver la précision du tir en maintenant rigoureusement la direction de pointage malgré des sollicitations violentes.

On peut y ajouter une troisième fonction (partagée avec l'arme) : la fonction alimentation. Celle-ci est complexe : les munitions à extraire des magasins (parfois éloignés) sont relativement lourdes, doivent être conduites avec précision et rapidité à la fenêtre d'introduction. L'énergie est en général fournie par le tir (prélèvement de gaz dans le tube, ou utilisation de l'effort de recul). Les munitions sont (rarement) rangées nues dans un chargeur, ou (le plus souvent) en bandes constituées par des maillons métalliques articulés et détachables.

Généralement développés par des équipes spécialisées du concepteur de l'arme, les systèmes d'alimentation sont, dans d'autres cas, conçus par des spécialistes extérieurs.

Pour terminer cette description, quelques mots sur les affûts, c'est-à-dire l'ensemble permettant de pointer l'arme sur sa cible. Il en existe trois familles principales :

- les affûts terrestres, posés sur le sol (mais pouvant être dans certains cas fixés sur la plateforme d'un camion, ou d'un navire), dont l'usage principal est soit la défense antiaérienne, soit le combat sol-sol,
- les affûts pour hélicoptères et « gros avions » (bombardiers),
- les affûts intégrés dans un véhicule blindé (par exemple, blindé voué à la défense aérienne avec tourelle spécifique de 20, 30, voire 35 mm).

Tels sont, rapidement décrits, les composants du système « canon automatique ». Cette énumération permettra de mieux comprendre sur quelles ressources la DEFA de

1945 a dû s'appuyer pour développer ses actions, mais aussi quelles lacunes elle a dû pallier. Auparavant, nous tenterons de dégager les spécificités que, comme tout autre domaine technique, celui de l'armement automatique présente.

4 – LES SPECIFICITES

On se bornera à citer les deux principales spécificités : La première concerne l'arme (le canon) : il s'agit du rapport puissance mise en jeu sur masse ; il s'avère être d'un niveau qui, dans les années quarante et cinquante, était, et de loin, sans équivalent (ce n'est plus le cas aujourd'hui où, notamment dans le secteur aérospatial, on atteint des niveaux comparables).

On évoquera plus loin le rôle de leader mondial tenu pendant des décennies par la société suisse Oerlikon, dans le domaine des armes et munitions de moyen calibre. Cette société a publié dans les années 1950 un intéressant petit manuel, dans lequel la présentation des produits de la firme est précédée d'exposés techniques très complets, depuis les phénomènes de base jusqu'à leur mise en œuvre. Nous en extrairons, dans une traduction abrégée, l'exposé qu'il contient sur la « puissance massique » des canons automatiques.

« Le canon automatique considéré comme un moteur

Les moteurs convertissent les énergies de tout type disponibles dans la nature (combustion, hydraulique, aérodynamique...) en énergie mécanique, sous une forme telle qu'elle puisse être transmise (par exemple par des engrenages) à des machines, ou être utilisée à différentes fins.

Ce principe s'applique au canon, qui convertit la chaleur de combustion de la poudre en énergie cinétique du projectile (énergie à la bouche) : le canon peut donc être appelé machine thermique.

Comme toutes les autres, cette machine induit des pertes, et seule une partie de l'énergie thermique stockée dans la poudre est convertie en énergie à la bouche. L'efficacité thermique, c'est à dire le rapport entre l'énergie à la bouche (somme des énergies cinétiques individuelles des projectiles) et l'énergie potentielle de la poudre, caractérise le degré d'utilisation (l'efficacité). Cette efficacité, en étant de l'ordre de 30 à 45 % pour les canons automatiques, est plutôt plus élevée que dans les autres moteurs (on observera par ailleurs qu'elle décroît lorsque la vitesse à la bouche s'élève).

Mais surtout, comme tout autre moteur, le canon a une puissance (énergie à la bouche d'un projectile, multipliée par le nombre de coups tirés par unité de temps, nombre proportionnel à la cadence), que l'on peut rapporter à la masse du canon pour obtenir le ratio "puissance massique" (qui intègre toutes les données de base du canon et de l'obus considéré dans son ensemble). Ce même ratio est couramment utilisé pour les moteurs de véhicules terrestres et d'avion. »

Suit, dans le manuel Oerlikon, un tableau donnant la valeur de ce ratio pour différents moteurs de l'époque :

- Moteurs de moto à 2 et 4 temps : ratio de 0,25 à 0,5
- Moteurs de voitures de tourisme : de 0,2 à 0,4
- Moteurs de voitures de course : 1,3 à 3
- Moteurs d'avions à pistons : 1,2 à 2,6
- Turbopropulseurs d'avion : 2,6 à 4,2
- 6 canons Oerlikon de 20, 25 et 30 mm : le ratio va de 16 à 40 (cas du canon-revolver de 30 mm, proche parent du canon d'avion DEFA famille 540-550, dont nous parlerons longuement) soit 100 à 200 fois plus que le moteur d'automobile...

Ce tableau montre, conclut le manuel Oerlikon, que la puissance massique des canons automatiques dépasse considérablement celle de tous les autres moteurs thermiques.

En raison de ces hautes valeurs du ratio, les matériaux constituant le canon sont soumis à des contraintes très sévères (plus les chocs). Là, se trouve l'explication de leur courte vie : malgré le recours quasi-général à des aciers spéciaux de haute qualité, la durée de vie d'un canon (ses temps de fonctionnement cumulés) se chiffre en minutes. Elle se situe souvent en dessous de 20 000 coups tirés, et dépasse rarement 50 000 ; ce qui, pour des cadences de 500 à 1 500 coups-minute, signifie 20 à 100 minutes de fonctionnement, au lieu de plusieurs milliers d'heures pour la plupart des autres moteurs thermiques classiques.

C'est de cette spécificité que résultent sans doute deux états de fait. Le premier est la rareté des concepteurs. Né à la fin de la Première Guerre mondiale, le canon automatique ne comptait guère, à la veille du conflit de 1939-1945, qu'une petite poignée de spécialistes dans le monde occidental, dont notamment Oerlikon et Hispano-Suiza³.

Le deuxième est la rareté des modèles réussis. Ceux-ci ont dès lors connu un « règne » très long. Tel fut notamment le cas des trois modèles dont nous reparlerons en détail : le 20 mm Hispano 404 (plusieurs centaines de milliers d'exemplaires produits, sous des variantes assez proches les unes des autres, aux États-Unis, en Angleterre, en France) ; le canon allemand de 20 mm Mauser MG 151 ; et plus tard le 30 mm avion DEFA.

La seconde spécificité concerne la munition. A priori, peu de choses la distinguent, par exemple, d'une munition encartouchée d'artillerie (pour canon de char, notamment) : une douille, une amorce, un obus – explosif par exemple – avec une fusée de tête multifonction. Mais deux facteurs interviennent : la brutalité de l'accélération subie, et la taille.

La vitesse initiale (vitesse acquise à la sortie du tube – à la bouche) est du même ordre de grandeur que celle des projectiles d'artillerie de char (dans les 1000 mètres/seconde). Mais la longueur du tube (en gros, proportionnelle au calibre) étant très inférieure (cinq à six fois moindre), l'accélération subie par le projectile durant son trajet dans le tube atteint des valeurs cinq à six fois plus élevées, avoisinant et dépassant même 100 000 g. Sans gros inconvénient pour un projectile « plein » (une balle, un projectile perforant), une telle accélération constitue une contrainte redoutable tant pour le projectile lui-même (déformation du corps, compression de l'explosif) que pour les mécanismes de la fusée.

La taille, quant à elle, intervient au niveau de la fusée. On a évoqué, au chapitre 1, section 2, les fonctions que doit assurer la fusée (fonctionnement et sécurités). On imagine sans peine la difficulté de concevoir des mécanismes permettant d'assurer l'ensemble de ces fonctions dans un volume aussi réduit qu'une fusée de 20 mm (l'extérieur est un cône de hauteur 20 mm et diamètre de base de 17 mm environ), tout en supportant 100 000 g comme on l'a dit. Il en résulte que, comme pour l'arme, le nombre des concepteurs est très réduit, et les modèles « réussis » extrêmement rares.

³ Voir chapitre 2.

5 – LES FAMILLES

Nous concluons cet exposé préliminaire en évoquant les caractéristiques recherchées ou les divers emplois de l'armement automatique moyen calibre, et qui conduisent à définir essentiellement trois grandes « familles ».

La première est celle de l'emploi au sol (affût terrestre fixe, montage sur véhicule terrestre). Que la cible soit un aéronef, un véhicule blindé ou des objectifs non ou peu protégés, le souci dominant est la précision. Ceci pénalise les armes à très haute cadence (canons à barillet ou multitubes type Gatling). Si l'on a besoin d'un haut débit – cas notamment du tir sol-air – on choisira plutôt l'association de plusieurs armes « traditionnelles » sur un affût multi-armes.

Lorsque la cible est un véhicule blindé, le besoin d'une extrême précision d'une part, le souci d'économiser des munitions coûteuses d'autre part (munitions-flèches) conduit en outre à concevoir l'arme de telle sorte qu'elle puisse avoir deux, voire trois régimes de tir : cadence normale, cadence basse et même coup par coup. L'efficacité de ces munitions anti-blindés (à noyau dur ou avec flèche) réclame enfin une masse aussi élevée que possible, et une vitesse à l'impact élevé. L'arme terrestre sera donc une arme puissante (dans son calibre), avec haute vitesse initiale.

Deuxième famille, le canon pour avion de combat (« chasse », ou attaque ou sol). Dans ce cas, c'est la cadence qui prime. Dans le combat air-air, compte tenu des vitesses de déplacement tant de la cible que du porteur, la « fenêtre de tir » (temps pendant lequel la cible est dans l'axe du canon – et donc de l'avion tireur) est très courte (quelques secondes, voire moins d'une seconde). D'où la nécessité de pouvoir tirer, pendant ce créneau, le maximum de projectiles, sans rechercher une précision inutile (il est même préférable d'avoir une certaine « dispersion » de la gerbe). D'où, on le verra, le développement des armes à « tambour » (barillet tournant) monotubes (comme le 30 mm DEFA) ou multitubes (Système Gatling, comme le Vulcan américain).

Troisième famille : armement des aéronefs légers (essentiellement hélicoptères), et accessoirement de véhicules terrestres légers. On souhaite disposer là d'armes à performances (vitesse initiale, puissance du projectile, cadence) moyennes ou basses, mais n'infligeant au porteur que des contraintes de masse (arme et munitions) ou d'effort (recul) compatibles avec sa structure et sa stabilité.

CHAPITRE 2

DES ANNÉES 1920 A L'IMMÉDIAT APRES-GUERRE

Comme on l'a déjà dit, il est nécessaire, pour comprendre la politique menée par la DEFA à partir de 1945, de faire un rappel historique et de dresser l'état des lieux.

1 – LA NAISSANCE DU CANON AUTOMATIQUE

Elle est relativement récente, puisqu'elle ne date que du début des années 1920. Les décennies qui l'ont précédée avaient vu se développer deux familles de produits, les mitrailleuses d'une part, les canons d'artillerie et les mortiers d'autre part. L'une et l'autre ont eu recours à des solutions nombreuses et variées. C'est en leur empruntant ces solutions, en les adaptant et les combinant que les premiers « inventeurs » de canons automatiques vont œuvrer.

Au cours du premier conflit mondial, la mitrailleuse, responsable avec le canon d'artillerie et le mortier des hécatombes du champ de bataille, intéresse très vite les aviateurs, qui en découvrent la grande efficacité, que ce soit pour le combat air-sol (mitrillage du champ de bataille) ou pour le combat air-air.

Cependant, dans ce dernier cas, et malgré la fragilité des cellules d'avion (où le bois et la toile jouent alors un grand rôle), la limite des effets d'une simple balle se fait sentir : il n'est pas rare de voir revenir à bon port un avion criblé de plusieurs impacts qui n'ont guère altéré sa capacité de vol, faute d'avoir touché le pilote ou un organe mécanique vital.

Et c'est ce constat qui va provoquer la future naissance des premiers canons automatiques, qui seront développés et fabriqués avant tout, pendant 20 ans, pour l'emploi aéronautique.

2 – LE CANON DE 37 MM

Le premier montage d'un canon sur un avion intervient en France au cours du premier conflit mondial.

Le canon existant le plus léger est au calibre de 37 mm. Sa puissance est déjà telle qu'il est impossible, comme on pouvait le faire avec les mitrailleuses, de l'installer loin du centre de gravité de l'avion c'est à dire loin du moteur (sur les ailes, ou en superstructure haute). Mais, au bout du moteur, il y a l'hélice. Logé près du moteur, le canon devrait tirer à travers le cercle décrit par l'hélice. Comme on ne dispose pas alors de possibilité de synchroniser le tir avec la rotation de l'hélice, le problème paraît sans solution.

C'est au sein de la Société de construction de moteurs Hispano-Suiza que son Directeur technique et co-fondateur, Marc Birkigt, va relever le défi, grâce à un astucieux réaménagement de l'ensemble moteur-hélice. Il fixe l'hélice sur un arbre porte-hélice déporté par rapport au vilebrequin du moteur (qui l'entraîne par un train d'engrenage) et creux. Ce qui lui permet d'installer, à l'arrière de l'ensemble, un canon de 37 mm tirant à travers l'arbre porte-hélice creux.

Ce canon de 37 mm est en réalité non pas un canon automatique, mais un « canon à répétition ». Néanmoins, le succès de cet armement est immédiat et sera à la base, quelques années plus tard, des « vrais » canons automatiques.

3 – LES TROIS GRANDS « ARMURIERS MOYEN CALIBRE » DES ANNEES 1920-1940

Nous venons de citer Hispano-Suiza. Cette société française et deux autres, Oerlikon en Suisse et Mauser en Allemagne, vont pendant vingt ans, régner pratiquement sans partage, dans le monde occidental, sur le domaine de l'armement automatique de moyen calibre. Nous leur consacrerons à chacune une courte analyse.

OERLIKON

C'est avant tout l'œuvre d'un homme, Emil Georg Bührle, qui va en quelque douze ans, transformer une modeste fabrique de machines-outils en l'un des groupes les plus puissants (sans doute même le plus puissant) de l'armement classique.

Fondée en 1906 à Oerlikon (Suisse), la « *Schweizerische Werkzeug-Maschinenfabrik* » est reprise en 1923 par une société allemande du même secteur industriel, qui y dépêche M. Bührle pour procéder à un audit. Celui-ci juge que la petite société suisse (80 personnes) ne peut survivre si elle se cantonne à la machine-outil, et propose d'étendre son activité à l'armement. En 1924, interviennent donc trois faits nouveaux :

- L'ancienne société suisse (devenue temporairement filiale d'une société allemande) prend le nom de *Werkzeugmaschinenfabrik Oerlikon-Buhrle Ag* (fabrique de machines-outils Oerlikon-Bührle).
- M. Bührle en devient le directeur général
- Il rachète à une autre société suisse, la *Maschinenbau A.G Seebach* en liquidation, tous les droits et brevets d'une arme automatique de 20 mm (le canon Becker), en développement depuis la fin de la Première Guerre mondiale, dont le principe de fonctionnement lui paraît très prometteur. Il reprend également toute l'équipe technique pour constituer le noyau de sa nouvelle activité.

Soutenu par une intense prospection commerciale, le succès est foudroyant. Dès 1925, Bührle vend ses premiers canons à la Finlande et au Mexique, puis à plusieurs États d'Amérique du Sud et à la Tchécoslovaquie. En 1929, l'arme est vendue au gouvernement Chinois de Chiang Kai-Shek, puis en Argentine, au Japon : le 20 mm Oerlikon est fameux dans le monde entier.

Entre temps, la taille de la Société Oerlikon s'est considérablement accrue. Actionnaire minoritaire en 1927, Bührle en devient majoritaire en 1929, et actionnaire pratiquement unique en 1937.

La *Oerlikon Machine Tools Works Bührle and Co* est alors un holding détenant une vingtaine de sociétés en Suisse, en Europe, aux États-Unis, et une participation importante dans une dizaine d'autres. L'activité de cette nébuleuse a d'ailleurs largement débordé le domaine de l'armement automatique et touche à des secteurs aussi divers que les véhicules blindés, les conduites de tir, les avions (Pilatus), et bien d'autres.

Les années qui précèdent le second conflit mondial verront cependant s'intensifier considérablement l'activité armes et munitions. C'est à la demande de l'Amirauté britannique qu'est développé un nouvel armement de 20 mm, qui va être également commandé par la France et la Hollande.

Durant la guerre, 35 000 canons Oerlikon seront fabriqués en Grande-Bretagne, et quelques 300 000 aux États-Unis pour de nombreux emplois terrestres (et marins).

Parallèlement, Oerlikon fournissait 300 canons d'avions pour les Messerschmitt de l'Armée suisse, ainsi que des canons antiaériens.

D'après un document officiel Américain, le montant des dépenses des États-Unis en armes et munitions Oerlikon s'est élevé, durant le conflit, à trois milliards de dollars.

Mais, dans le même temps, Oerlikon devait progressivement subir les pressions des puissances de l'Axe et se plier aux exigences des traités commerciaux germano-suisse. Les ventes extérieures devaient en conséquence connaître un rapide et important déclin de 1943 à 1945.

La société supportera cette évolution sans difficulté, la politique ayant été de ne pas faire croître son potentiel humain (qui sera au maximum de 4 000 en 1941, et revient à 2000 en 1946), en ayant recours avant tout aux sous-traitants ou aux sociétés affiliées.

Mais, dès la fin de la guerre, Bührle prépare son avenir.

Ne se limitant plus au principe de fonctionnement (verrouillage par inertie) qui avait fait le succès du 20 mm Becker, il s'intéresse à différents nouveaux concepts, dont un canon automatique (20 et 30 mm) à barillet, pour avion, proche parent (nous y reviendrons) du 30 mm DEFA, ainsi qu'à des armes automatiques de différents calibres à emprunt de gaz.

Parallèlement, bien entendu, Oerlikon s'était forgé une compétence dans tous les types de munitions, apportant souvent des solutions novatrices (telles que les ceintures acier et non plus cuivre), et avait étendu son activité aux roquettes. La petite fabrique reprise en 1924 était donc devenue un des grands de l'armement au plan mondial, possédant des centres de recherche performants et des établissements d'expérimentation technique tout à fait remarquables.

HISPANO-SUIZA ET LE HS 404

La société Hispano-Suiza est, elle aussi, née en 1906, mais à Barcelone, en Espagne. Son objectif : construire des automobiles. Ce projet résulte de la connivence et de la synergie entre deux hommes qui ont le même rêve. L'un est suisse; il s'appelle Marc Birkigt, est un inventeur de génie, et va apporter ses idées. L'autre est espagnol, et n'est autre que le souverain du pays, le roi Alphonse XIII; il apportera son appui et son argent. L'origine binationale est traduite dans le nom de baptême de la société : *Hispano-Suiza Fabrica de Automoviles*. Mais l'usine principale est rapidement implantée là où, à l'époque, les compétences techniques et les ressources humaines sont les plus présentes : la France, et plus précisément la région parisienne. Très vite, l'activité moteur prédomine. Et, plus précisément, les besoins de l'aviation, en plein développement, et l'approche du conflit de 1914 vont l'orienter vers le moteur d'avion, en étroite liaison avec les avionneurs français (dont SPAD). Là est sans doute la raison pour laquelle le siège social est transféré en région parisienne où il rejoint l'ensemble industriel.

Pendant la guerre, l'activité est intense et la Société anonyme française Hispano-Suiza de Bois-Colombes sera devenue, à la fin du conflit 1914-1918, l'un des fabricants de moteurs d'avion les plus réputés du monde.

Et ce sont les contacts étroits de Marc Birkigt avec les constructeurs d'avions et les aviateurs eux-mêmes qui lui font découvrir un nouveau besoin ; comme évoqué précédemment au chapitre 2, section 1, les armes dont disposent les aviateurs (fusils et mitrailleuses) se révèlent très insuffisantes dans le type d'engagement tout nouveau et inédit que constitue le combat aérien. Il faudrait recourir à une arme tirant non des

balles, mais des obus, c'est-à-dire un canon. Birkigt va traiter le problème avec l'installation d'un canon de 37 mm tirant à travers un arbre porte-hélice déporté⁴.

Après la guerre, la société Hispano-Suiza (alors sous le contrôle de trois hommes : Marc Birkigt, son fils Louis, et le Prince Stanislas Poniatowski, petit-fils du dernier roi de Pologne) continue une activité partagée entre l'automobile et les moteurs, et des mécanismes divers.

C'est à la demande de l'Armée française que la société va reprendre pied dans l'armement. La France a examiné le canon de 20 mm Oerlikon (le premier et seul vrai canon automatique de l'époque), souhaite en équiper ses avions, mais veut que la fabrication soit française. C'est donc l'état-major français qui, en 1930, demande à Hispano-Suiza (en raison de son expérience avec le canon « à répétition » de 37 mm) d'acheter la licence Oerlikon, et de produire ce canon. Marc et Louis Birkigt acceptent, et parallèlement aux démarches de type commercial, se livrent à des réflexions techniques, dans deux directions : avant de produire le 20 mm Oerlikon, on peut et on doit l'améliorer. Ce qui sera fait avec les types « 7 » et « 9 », canons Oerlikon produits sous licence par Hispano-Suiza.

Mais on peut aller plus loin, et compte tenu des critiques que soulève le principe Becker à inertie sur lequel est basé l'Oerlikon, ils vont concevoir une arme à emprunt de gaz à verrouillage positif. Ainsi, naît en 1933 le canon de 20 mm HS 404. C'est une réussite totale, saluée par l'état-major, avec cependant un point faible : une alimentation en munitions lourde et insuffisante (un « magasin » de 60 coups). D'où demande d'étude d'un nouveau dispositif, étude à laquelle s'intéresse également la Manufacture nationale d'armes de Châtelleraut (MAC). C'est cette dernière qui a l'idée de loger les munitions dans une bande à maillons détachables (comme une mitrailleuse), dont l'entraînement (gourmand en énergie et délicat en fonctionnement) est confié à un « pourvoyeur » (le DAC, Dispositif d'Alimentation Continue) indépendant du canon, dont cependant il exploite le recul pour remonter ses ressorts et entraîner la bande.

Le couple canon HS 404 et pourvoyeur MAC se révèle d'une grande qualité, et la fabrication en est lancée : pour le canon chez Hispano et à la Manufacture nationale d'armes de Tulle, à celle de Châtelleraut pour le pourvoyeur⁵.

Parallèlement, des munitions (dérivées des munitions Oerlikon) sont mises en développement dans les arsenaux de l'État et l'industrie privée.

Mais 1940 arrive alors que les productions ont à peine commencé... Tous les plans et la documentation sont transférés en Grande-Bretagne. Là d'abord, aux États-Unis ensuite, deux évidences s'imposent :

- Le canon automatique de 20 mm confère à l'avion de combat, dans ses missions air-air comme air-sol, une puissance et une efficacité sans commune mesure avec l'armement type mitrailleuse (les Allemands, on le verra plus loin, en avaient déjà pris conscience quelques temps avant). D'où l'importance considérable que va prendre cet armement dans l'arsenal des trois pays.
- Le canon Hispano 404 et le pourvoyeur Châtelleraut forment un couple remarquable, mais souffrent encore de plusieurs défauts de jeunesse. Les équipes tant anglaises qu'américaines sont donc chargées d'une reprise d'études et de travaux de mise au point, et vont redéfinir cet armement sous plusieurs versions parallèles ou successives.

En Angleterre, le canon Hispano est déjà connu ; il avait été présenté à une délégation britannique, dès 1936, par la société de Bois-Colombes, sur un stand où avait

⁴ Voir chapitre 2, section 2.

⁵ On trouvera plus loin, en chapitre 3, section 1, une courte description technique du canon et de son pourvoyeur.

été monté en parallèle un 20 mm Oerlikon. C'est celui-ci qui fut tiré en premier, avec de bons résultats. Le canon Hispano intervint après coup, et deux choses impressionnèrent les experts britanniques : la cadence de tir (700 coups/minute), jugée « extraordinairement élevée » et le concept mécanique : petit nombre de pièces mobiles, d'aspect robuste et de réalisation simple, sûreté et sécurité du fonctionnement (verrouillage parfait de la culasse).

Le canon fit, dès janvier 1937, l'objet d'essais plus complets au Centre d'expérimentation des avions et de l'armement de Martlesham Heath. Les résultats furent tels qu'une négociation fut immédiatement entreprise pour l'implantation à Grantham, en Angleterre, d'une usine de production. Les travaux furent menés tambour battant, et le 19 janvier 1939, le premier canon HS 404 de fabrication britannique tira sa première rafale, en présence de la famille royale, le roi déclenchant lui-même le tir.

La société prit le nom inoffensif de *British Manufacture And Research Company*. Et ce sont les quatre dernières initiales de cette raison sociale qui servirent à créer le nom Mark sous lequel les versions successives des canons Hispano fabriqués en Angleterre (et aux États-Unis) furent désormais connues.

S'agissant du dispositif d'alimentation, le tambour à 60 coups d'origine Hispano fut, comme en France, jugé trop encombrant et de trop faible capacité, et l'intérêt se porta sur le pourvoyeur dont l'étude était en cours à la MAC. En 1940, la Manufacture transféra prototypes et dossiers en Angleterre, où le dispositif fut mis au point sous une forme un peu modifiée, mais utilisant intégralement le principe de base de Châtellerault.

Aux États-Unis, c'est également en 1936 que la Marine fait part de son intérêt pour un canon d'avion de calibre « 20 mm ou plus » (jugant que 20 mm est pratiquement le calibre minimum permettant le tir d'obus munis de fusée). Au départ, il s'agit pour elle de protéger sa flotte des attaques par bombardiers. Les attachés de la Marine en Europe recensent tous les matériels existants ou en projet. Ceci débouche sur l'étude comparative (avec essais au moins partiels pour ceux dont il existe un prototype utilisable) de quatre armes de 20 mm : l'Oerlikon et l'Hispano bien sûr, un canon danois, le Madsen, et le Rheinmetall allemand. Quasi-parallèlement, l'Army et l'US Air Force déclarent leur intérêt pour un tel armement, et s'associent aux essais.

Très vite, les intérêts convergent vers le canon Hispano, et le 27 juillet 1937, le Secrétariat d'état à la Défense adresse à la société française une commande de 8000 dollars pour l'achat d'un canon, 2000 obus, un chargeur et un dispositif de montage. Le 17 février 1938, le canon quittait le Havre pour New-York ; il portait le n° 1 027, c'est-à-dire qu'il était le 27^{ème} fabriqué par la firme française (qui avait commencé sa numérotation à 1 000, pour éviter les confusions avec les canons 20 mm Oerlikon).

Les essais menés à Aberdeen Proving Ground conduisirent aux mêmes conclusions qu'en Angleterre : matériel excellent, mais mise au point inachevée. Watervliet Arsenal se vit donc confier une reprise d'étude de l'arme, ainsi que l'étude d'un dispositif d'alimentation (pourvoyeur), dont une étude parallèle était demandée à Curtiss-Wright.

En 1940, l'arme était fiabilisée. Les deux pourvoyeurs de conception américaine étaient éliminés, celui de Châtellerault ayant montré sa supériorité. Les fabrications purent donc être lancées. L'importance des besoins, et la haute technicité réclamée par la fabrication d'un canon automatique conduisirent à répartir la production entre quatre firmes : Bendix Corporation, Oldsmobile Division (de General Motors Co.), International Harvester Company, IBM Corporation. Au cours des années 1941 à 1944, ces firmes allaient à elles quatre produire un total de près de 140 000 canons HS 404, la production de munitions se chiffrant en centaine de millions d'unités.

Hispano restera après la guerre un acteur majeur dans le domaine de l'armement moyen calibre, mais avec des évolutions structurelles importantes : après une courte

période de reprise de fabrication du canon HS 404 en 1945, Hispano France abandonne les activités armement, reprises par Hispano-Suisse (Genève), qui ultérieurement (septembre 1970) sera contrôlé par Oerlikon, puis intégré dans cette Société.

MAUSER ET LE CANON AUTOMATIQUE MG 151

Connu de longue date comme fabricant de pistolets, revolvers et mitrailleuses, Mauser aborde lui aussi le domaine du canon automatique de moyen calibre au cours des années 1930. Le résultat de ses études est un système (ou famille), les MG 151 (MG, initiales de *Maschinen-Gewehr* : « arme automatique »). La famille comprend quatre armes, construites sur le même principe, et utilisant de nombreuses pièces communes, notamment la boîte de culasse. Ces armes équiperont tous les avions de la Luftwaffe au cours du deuxième conflit mondial.

La MG 151 est une arme automatique à culasse verrouillée lors du départ du coup et à déverrouillage par recul du tube. Elle est alimentée par une bande de cartouches à maillons détachables, cette alimentation peut se faire d'un côté ou de l'autre de l'arme par remplacement d'une pièce par une autre pièce symétrique.

Son originalité est de pouvoir utiliser quatre types de munitions différents, moyennant de très simples manipulations (sans même démonter l'arme de l'avion) :

- munitions diamètre 15 mm à percussion mécanique
- munitions diamètre 15 mm à percussion électrique
- munitions diamètre 20 mm à percussion mécanique
- munitions diamètre 20 mm à percussion électrique

Pour passer du calibre 15 au 20 mm, il suffit de changer le tube (et bien entendu, de mettre en place une bande de munitions du bon calibre). L'opération prend quelques secondes.

Pour passer d'un type de percussion à l'autre, il suffit de changer la culasse mobile (qui porte dans un cas un percuteur, dans l'autre un toucheau de mise à feu électrique). Là aussi, la transformation est très rapide, et ne nécessite aucun outil.

Beaucoup d'astuces dans la conception de munitions, pour faciliter le passage de l'une à l'autre sans difficultés et sans risques d'erreur. Les douilles sont de même calibre ; les maillons sont donc les mêmes, ainsi que les couloirs et dispositifs d'alimentation ; mais la chambre à cartouche de 15 mm est plus profonde que la chambre à cartouche de 20 mm, et bien entendu de plus petit diamètre. Enfin, l'amorce électrique est insensible à une percussion mécanique, et l'amorce de la cartouche à percussion mécanique est insensible à la sollicitation du toucheau électrique. Alimenter une arme avec des munitions inappropriées est donc sans conséquences graves : on ne peut simplement pas réaliser la mise à poste de la première munition (si l'on a pris une munition d'un calibre au lieu de l'autre), ou il n'y a pas de mise à feu (emploi d'une munition à allumage du mauvais type).

La possibilité d'utiliser des munitions à percussion électrique est d'une grande importance : elle permet d'assurer une parfaite synchronisation du tir avec l'hélice de l'avion.

En absence de synchronisation (munitions à percussion mécanique), deux types de montage sur avion à hélice sont possibles : pour de faibles puissances (mitrailleuses de petit calibre), entraînant donc peu de contraintes, montage en superstructure ou sur les ailes. Pour un canon, il est nécessaire de se rapprocher du centre de gravité de l'appareil ; mais le tir à travers le cercle balayé par l'hélice étant interdit, on est contraint de recourir au système d'arbre porte-hélice creux⁶.

⁶ Voir chapitre 2, section 2.

4 – L'INDUSTRIE AMERICAINE

Il convient de terminer ce panorama en soulignant le développement, au cours du conflit 1939-1945, d'une industrie spécifique États-Unis. Au début, simples fabricants d'éléments de canons automatiques conçus ailleurs, plusieurs firmes privées (Ford et General Electric notamment) et grands arsenaux (Springfield principalement) vont se doter des moyens humains et matériels de recherche, développement et essais qui leur permettront, dans l'après-guerre, de prendre place parmi les grands du domaine de l'armement automatique de moyen calibre. Et c'est en leur sein que se développeront des systèmes aussi complexes que, par exemple, les canons de 20 mm M 39 (à barillet) et M 61 Vulcan (à six tubes, sur le principe Gatling).

5 – COMPETENCE ET EXPERIENCE DE LA FRANCE AVANT 1945

Dans le panorama général que l'on a tracé, elles sont assez limitées. En matière de développement d'armes de moyen calibre, elles sont nulles au sein de la DEFA : les bureaux d'études des Manufactures, au demeurant peu étoffés, ne se sont occupés que d'armement léger.

Celui de la MAC (Châtelleraut) a cependant abordé avec succès l'environnement du canon (le dispositif d'alimentation continue – DAC – ou pourvoyeur – du HS 404). Du côté de l'industrie il y a bien entendu l'équipe d'Hispano-Suiza dont on a parlé, et une équipe chez Hotchkiss.

En matière de munitions, si les établissements DEFA concernés (Bourges, Lyon, Toulouse notamment) ont acquis une haute compétence dans les calibres de l'artillerie, et dans la fabrication d'éléments (corps d'obus, douilles, etc.) de moyen calibre, ils ignorent presque tout de la conception des projectiles moyen calibre et de leurs fusées (connue, par contre, de plusieurs sociétés privées).

Enfin, en matière de fabrication d'armes, la Manufacture nationale d'armes de Tulle (MAT) a eu à traiter les problèmes de production du 20 mm Hispano et ceux de la fabrication des tubes et de pièces diverses pour canon de 25 CA. Les années 1937-1938 y furent d'ailleurs marquées par une évolution notable des moyens et missions de l'établissement.

Au plan des moyens, ce fut une croissance notable des effectifs (790 en 1924, 1023 en 1936, 1274 en 1939), un agrandissement et une reconstruction partielle de la partie nord de la Manufacture, et la création d'un atelier annexe à Brive-la-Gaillarde (pour y implanter les chaînes du canon 20 HS 404).

Au plan des missions, la Manufacture se voyait confirmer sa vocation de fabricant d'armes automatiques de moyen calibre. De plus, un Service d'études y était officiellement créé, et chargé d'entreprendre les études d'un canon automatique d'aviation de 30 mm, d'un canon automatique de 25 mm, d'un canon léger antichar (20 mm), et l'amélioration du canon 20 HS 404.

Mais, en 1940, si la Manufacture avait pu acquérir une bonne expérience en matière de fabrication, l'activité Études n'était qu'en phase de démarrage, avant de disparaître avec l'armistice.

La période 1940-1944 sera un mélange d'extension de certaines activités armement, de ralentissement ou d'extinction de certaines autres, se terminant avant la Libération par un démantèlement partiel des ateliers (transfert de machines-outils en Allemagne, dont une partie pourra heureusement être récupérée).

Le panorama général ainsi décrit, ainsi que la situation fin 1944, nous allons pouvoir, dans le titre suivant, aborder la politique suivie et les actions menées par la DEFA à partir de 1945.

CHAPITRE 3

RENAISSANCE ET DÉVELOPPEMENT DE LA COMPÉTENCE FRANÇAISE (DEFA ET INDUSTRIE PRIVÉE)

PREAMBULE : DE LA DFA A LA DAT

Avant de parler matériels et programmes, évoquons succinctement comment ont évolué, au fil des ans, l'intitulé, le rattachement et les missions de l'organisme chargé des armements terrestres ; ceci pour aider le lecteur à comprendre les sigles et appellations qu'il rencontrera plus loin, et à replacer les actions dans leur contexte. Il n'est donc pas question de résumer le tome 2, *organisation et moyens matériels*, mais d'une part de rappeler les principales étapes, d'autre part de s'arrêter sur certains faits en rapport très direct avec notre sujet.

Avant 1933 : études, fabrications, entretien des armements terrestres sont assurés essentiellement par des établissements relevant des différentes armes (surtout Artillerie, mais aussi Génie, Transmissions).

Les décrets des 29 avril 1933 et 26 octobre 1934 les regroupent dans une « Direction des fabrications d'armement », toujours au sein de l'armée de Terre, et encadrée par des officiers.

3 Juillet 1935 : une loi érige cet organisme en service indépendant des états-majors ; ce « Service des fabrications d'armement » est coiffé par une « Direction des fabrications d'armement » (DFA, premier avatar de la direction que nous suivrons au fil des pages). La même loi crée un nouveau corps, celui des « Ingénieurs militaires des fabrications d'armement », à l'image des corps plus anciens du Génie maritime et des Poudres.

Notons que ces services, directions et Ingénieurs se voient confier par la loi non pas uniquement les fabrications – comme peut le laisser croire un titre restrictif – mais aussi les études (et les réparations en usine ; entretien et réparations premiers échelons restant à la charge de l'EMAT : le « Matériel »).

La DFA est « civilisée » pendant l'Occupation et reçoit le nom de « Service des usines mécaniques de l'État », SUME. Puis elle est rétablie par ordonnance du 28 août 1944 sous le nom, plus conforme que le tout premier, de Direction des études et fabrications d'armement, la DEFA (mais le corps garde à tort – oubli des rédacteurs, ou souci de simplifier ? – l'appellation restrictive d'Ingénieurs militaires des fabrications d'armement (IMFA).

A sa renaissance de 1944, notre DEFA est constituée essentiellement des ateliers de l'Artillerie ; ceux du Génie la rejoindront en septembre 1945 ; enfin, en 1948, le rattachement de la SEFT (Section d'études et fabrications des transmissions) vient achever le regroupement.

Pendant treize ans (1948-1961) vont coexister quatre branches indépendantes de la fonction Armement (à vocations Terre, Air, Marine, plus la vocation technique commune « Poudres et Explosifs »). Chacune possède ses corps de personnels civils et militaires et les moyens de leur formation (notamment, pour les IMFA, l'École nationale supérieure de l'armement terrestre, l'ENSAR).

Puisqu'elle sera souvent citée, mentionnons que la Direction chargée des aéronefs porte alors le nom de Direction des constructions aéronautiques (DCAé).

Étape suivante, la grande réforme de 1961, qui se déroule en trois sous-étapes.

En 1961 (décret 61-307 du 5 avril), apparition d'un nouveau grand subordonné du ministre de la Défense, le Délégué ministériel pour l'Armement. Lui sont rattachées, pratiquement en l'état, les Directions existantes (Constructions navales – DCCN, la Direction technique et industrielle de l'aéronautique – DTIA, second avatar de la DCAé – les Poudres, la DEFA) et une nouvelle, la Direction des recherches et moyens d'essais (qui regroupe la recherche, et les centres et moyens lourds ou communs d'essai).

Mais la réforme ne va pas s'arrêter là. En 1963, le ministre Pierre Messmer en définit, dans une directive concise mais précise, les trois volets à venir.

Premier volet : réorganisation. C'est l'étape marquée par le décret 65-707 du 16 août 1965. On y voit apparaître trois directions dites administratives qui regroupent dans leurs domaines respectifs les tâches de gestion et administration de haut niveau. Ce sont les Directions :

- des programmes et affaires industrielles de l'Armement (DPAI), avec son prolongement le SIAr (« surveillance » de l'industrie d'armement),
- des personnels et affaires générales de l'Armement (DPAG), avec un volet écoles important,
- des affaires internationales (DAI : exportation et coopération).

Perdant au profit de ces nouvelles entités une partie de leurs attributions pour ne conserver qu'un rôle essentiellement technique, les anciennes Directions changent de nom. C'est ainsi notamment que la DEFA devient DTAT (Direction technique des armements terrestres) et que la DTIA devient DTCA (Direction technique des constructions aéronautiques).

En outre, est créée une Direction technique des engins (DTEN), où sont regroupés tous les programmes missiles nés depuis 1945 (missiles stratégiques et tactiques). C'est là pour les anciennes Directions, notamment la DTAT ex-DEFA, un rétrécissement supplémentaire de leurs activités.

Deuxième volet de la directive du ministre Pierre Messmer : fusion des corps d'encadrement, et notamment des corps d'ingénieurs. Elle se heurtera, pour ces derniers, à d'extrêmes réticences de la part de certains membres des corps les plus anciens (notamment Génie maritime), ce qui explique que la mise en œuvre ne sera effective et totale qu'en 1968.

Là, va s'arrêter, pour longtemps, la réforme de 1961 (qui n'en fut pas moins une transformation très profonde et significative de la fonction « Armement » française).

Pourtant, le troisième volet de la directive Messmer était parfaitement clair : il s'agissait de « décentraliser l'exécution par création d'établissements publics, de type à étudier, à qui seront transférés les moyens de type industriel existant dans les arsenaux d'État ».

Ceci fut très officiellement annoncé en juillet 1964, d'une part aux personnels (communication à la commission paritaire ouvrière du 7 juillet), d'autre part le même jour à tous les Ingénieurs, Officiers et cadres supérieurs par les directeurs d'établissements eux-mêmes informés la veille. Il était précisé que, compte tenu de la souplesse et du dynamisme qu'apporterait le changement de régime juridique des arsenaux, le principe en était décidé. Mais deux types d'obstacles devaient se révéler très difficiles à surmonter, si bien que le troisième volet de la réforme allait, comme on le sait, mettre plus de trente ans à se concrétiser (sauf dans le domaine poudres et explosifs où la nécessité de respecter les règles européennes conduisit dès les années 1970 à la création de la SNPE).

Premier obstacle : faire, au sein des services et surtout des établissements, le tri précis entre activités dites « étatiques » d'une part : définir et conduire les programmes, expérimenter, évaluer les prototypes, gérer les installations d'essais, etc. et activités

dites industrielles, d'autre part : étudier (ou, appellation qui se généralise : développer), fabriquer, réparer les matériels, armes, munitions ; puis, identifier les moyens, les répartir et les transférer (parfois en les dédoublant) entre établissements à vocation étatique et établissements à vocation industrielle (les futures sociétés).

Tâche aisée en matière aéronautique (dans ce domaine né au XX^e siècle, les tâches industrielles – sauf réparations – ont été dès le départ assurées par des industriels privés, dont certains transformés et regroupés ultérieurement en sociétés nationales).

Tâche encore relativement aisée dans le secteur poudres et explosifs, mais déjà moins dans le secteur DTAT.

Tâche extrêmement ardue et complexe dans les grands ports où sont imbriquées non seulement les activités Armement « étatiques » et « industrielles » de la DTCN, mais aussi les activités opérationnelles de la Marine nationale.

Deuxième obstacle : l'opposition, forte, immédiate et persistante des personnels (notamment ouvriers) et de leurs représentants, très attachés à des structures et régimes dont certains sont pluricentennaires.

Arrêtons là ces rappels d'ordre général, mais nécessaires, pour revenir à la DEFA-DTAT.

Nous passerons rapidement sur les énormes tâches d'adaptation que, parallèlement, cette direction a dû accomplir de 1945 à 1970. Héritière à la Libération de nombreuses petites unités industrielles, devant faire face à des variations de charge rapides et importantes liées aux opérations d'Indochine puis d'Algérie, ensuite à une exportation en croissance rapide, elle connaîtra des évolutions spectaculaires : le nombre d'établissements va passer de 35 à 15 ; les effectifs globaux seront en augmentation de 1944 à 1952 (avec un maximum de 40 000) puis en forte diminution (22 000 en 1975).

Ces évolutions ne seront pas sans compliquer la tâche et gêner le déroulement des programmes, dans le secteur de l'armement moyen calibre comme dans les autres. On verra les rôles joués notamment par l'Atelier de fabrication de Mulhouse (AME) ou la Manufacture nationale d'armes de Châtellerauld (MAC), dont les fermetures ne faciliteront pas l'exécution des programmes en cours.

Mais on doit évoquer ici deux axes importants qui, malgré les difficultés, furent tracés et suivis avec continuité et exemplarité par les directeurs successifs.

Premier axe : l'après-guerre voit apparaître les secteurs techniques nouveaux que sont les missiles, l'électronique, l'atome.

Ces directeurs ont conscience que la DEFA doit être présente dans ces secteurs, et qu'elle le peut grâce à la panoplie de ses compétences et de ses moyens, matériels et humains.

D'où une politique volontariste et conquérante : nous en reparlerons au chapitre 3, section 2.

Second axe : les directeurs de la DEFA ont complètement adhéré à la troisième directive du ministre : le changement de statut des établissements. Ils vont donc entreprendre, dans les années 1960, les remises en ordre nécessaires. La tâche est terminée au début des années 1970, et pour bien marquer leur caractère propre, les quelques dix établissements (un peu plus au départ) à vocation industrielle sont regroupés dans une entité qui reçoit le nom de GIAT, Groupement industriel des armements terrestres.

Le GIAT n'est certes qu'un élément de l'organigramme de la DTAT. Son directeur, d'ailleurs, relève du directeur de celle-ci. Et, sur le plan du fonctionnement pratique, le GIAT reste soumis aux règles de l'Administration (notamment en matière de personnels, de marchés et action commerciale).

Mais sa cohérence et sa relative autonomie vont lui permettre de s'organiser comme un ensemble industriel, de dynamiser les établissements et changer les états d'esprit. Avec le GIAT, on allait bientôt disposer d'un outil dont la meilleure efficacité fut reconnue – bien que limitée par les entraves dues à son statut étatique – et dont la structure donnait la possibilité de passer instantanément, comme c'était le vœu de ses dirigeants, à un statut de société industrielle ; ceci lorsque le pouvoir politique déciderait de « franchir le pas ». Malheureusement, au cours d'une attente qui fut très longue, les handicaps qui persistaient, notamment en matière de politiques industrielle (alliances, fusions, absorptions) et commerciale (diversification, exportation) devaient empêcher la libre « respiration » de cet organisme et rendre plus difficile la tâche de ceux qui, bien plus tard, allaient avoir à le prendre en main (GIAT-Industrie).

En ce qui concerne la DMA, elle connaîtra, 20 ans durant, une quasi-stabilité de sa structure. Notons simplement un changement d'appellation (elle devient, titre plus normalisé, Délégation générale pour l'Armement, DGA) et, aux bons moments, les quelques adaptations nécessaires. Stabilité qui, c'est le moins qu'on puisse dire, n'a pas empêché les grands succès qui ont pour nom SNLE, missiles ou radars X ou Y, avions et chars de combat, et bien d'autres.

C'est en 1984 que cette DGA connaîtra une nouvelle et importante transformation (rapidement suivie de plusieurs autres).

A cette date, les directions ex-techniques récupèrent une partie des tâches « administratives », et notre DTAT devient DAT, Direction des armements terrestres (à côté de DCN, DCAé, DME, DRME...) : ce sera en fait son dernier avatar, avant l'apparition de schémas d'organisation tout différents.

Après ce préambule un peu long, revenons à notre domaine du moyen calibre et examinons les opérations concrètes de renaissance des activités après la « pause » de l'Occupation.

1 – REPRISE DE LA FABRICATION DU CANON HS 404

L'immédiat après-guerre, après une phase de remise en ordre et de rééquipement, voit s'éteindre les productions de pièces mécaniques diverses qui avaient été lancées pour assurer la charge, et se développer progressivement les activités armement. Dans le domaine qui nous intéresse, il s'agira d'abord du redémarrage de la fabrication du canon de 20 mm Hispano-Suiza 404, à partir de la fin des années quarante.

Nous rappelons que ce canon remarquable, développé par l'équipe Hispano de Bois-Colombes, avait été mis en production en France sur trois sites : pour l'arme, Hispano à Bois-Colombes et la Manufacture nationale d'armes de Tulle (qui avait monté une chaîne de fabrication à Brive) ; pour le dispositif d'alimentation continu (DAC, ou « pourvoyeur »), à la Manufacture nationale d'armes de Châtellerauld, où il avait été conçu⁸.

Le conflit devait dès 1940 interrompre cette activité, avec transfert des dossiers, et même de certains équipements en Angleterre.

Le système HS 404 connaît, sous le nom de canon Mark (I à V), le succès que l'on a décrit, en Angleterre et aux États-Unis

Dès la fin du conflit, l'industrie aéronautique française reprend ses activités, et des commandes de nouveaux avions de combat lui sont passées par la Direction technique et industrielle de l'aéronautique (DTIA).

⁸ Voir chapitre 2, section 5.

Pour armer ceux-ci (et notamment l'Ouragan de Marcel Dassault, mais aussi les SE Mistral « Vampire », les SO 6020 « Espadon », les Arsenal VB 10), la DTIA retient le canon 20 mm Hispano et plus précisément la version anglaise Mark V. J'emprunte le texte qui suit à l'ingénieur général Cardinal, alors en poste à la MAT dans les services de fabrication.

« La DTIA [...] choisit le canon anglais de 20 mm Mark V. Elle en commanda un certain nombre d'exemplaires en Grande-Bretagne et parallèlement, décida de faire fabriquer ce matériel en France. Ce matériel prit le nom de « canon de 20 mm HS 404 ». La DEFA fut chargée par la DTIA de réaliser cette production.

La transformation d'anciens HS 404 fut réalisée par la Manufacture Nationale d'Armes de Tulle. Cette transformation consistait en un raccourcissement des tubes-canon.

La fabrication des armes neuves fut confiée à :

- La MAT et Hispano-Suiza Bois-Colombes pour l'arme proprement dite (50 %/ 50 %)
- La MAC pour l'alimentation continue de toutes les armes
- ALKAN pour la détente électrique
- L'ATE pour les munitions

L'arme comprend :

- Un tube canon sur lequel est fixé le système d'emprunt de gaz et le système de déverrouillage.
- Une boîte de culasse, en forme de U renversé, sous laquelle est rivée la plaque de verrouillage et qui est fermée à l'arrière par le bloc de culasse.
- Un ensemble mobile comprenant une culasse mobile, deux coulisses de verrouillage liées par une clavette, le verrou de culasse et le percuteur.
- Un ensemble récupérateur formé d'un ressort hélicoïdal de fils torsadés et un amortisseur constitué par un empilage de rondelles Belleville contenues dans le bloc de culasse.

Au départ du coup, la fourchette de verrouillage, par l'intermédiaire des deux cylindres de déverrouillage, lance vers l'arrière de l'arme les deux coulisses droite et gauche qui relèvent d'abord le verrou de culasse puis entraînent la culasse mobile vers l'arrière. L'extraction de la douille vide se produit alors. Tout l'ensemble mobile est freiné par le ressort récupérateur et l'amortisseur ; puis il est relancé vers l'avant par ce même dispositif. Dans son mouvement vers l'avant, la culasse mobile saisit une cartouche dans les lèvres de l'alimentation continue et introduit la munition dans la chambre. La munition étant à poste, les coulisses continuent leur mouvement en avant, abaissent le verrou et, par l'intermédiaire de leur clavette de liaison, font saillir le percuteur. Et le cycle recommence, jusqu'à ce que la détente soit lâchée.

- Préparation de la fabrication (du canon)

- La DTIA avait ramené de ses missions en Grande-Bretagne, les plans anglais du canon de 20 mm Mark V. La MAT et Hispano-Suiza Bois-Colombes en reçurent chacune un jeu pour traduction et adaptation.

Ce travail ne souleva pas de difficultés particulières :

- Les plans anglais étaient très bien cotés, les règles du dimensionnement étaient respectées.
- La MAT et HS Bois-Colombes disposaient des plans d'origine des HS 404 ; le choix des nuances d'acier, que les aciéristes français pouvaient fournir, fut de ce fait facilité. La liasse des plans établis par la MAT fut choisie comme liasse de référence par la DTIA et la DEFA (Administration Centrale) car elle respectait scrupuleusement la cotation anglaise, alors qu'Hispano-Suiza Bois-Colombes avait repris une cotation par rapport au plan de symétrie de l'arme.
- Des renseignements, des précisions ont été recueillis lors de deux missions en Grande-Bretagne : au Ministère de Londres, à l' Arsenal de Woolwich, à l' Arsenal de Poole, et à l'usine HS de Grantham. En particulier, les Anglais indiquèrent leur temps de fabrication du

canon (100 heures) et fournirent la liasse de plans de tous les vérificateurs de réception des pièces.

- La MAT disposant alors d'un bâtiment inoccupé et d'un parc de fraiseuses non utilisées, le bureau de fabrication prit l'option d'équiper des chaînes de fabrication en grande série, bien que la commande globale portât sur deux milliers d'armes seulement, dont 1 000 pour la MAT.

Le délai de mise en place de la fabrication était très réduit (environ 18 mois). Il fut tenu :

- Pour chaque pièce des appareils standard de positionnement sur les machines furent étudiés et produits en série.
- Les vérificateurs de fabrication furent réduits à la plus simple expression. La plupart des vérifications étant faites avec des comparateurs et des cales, voire des pièces usinées sur la machine et mesurées à l'atelier de précision.
- Le bureau des temps estima les temps de chaque opération, établit les graphiques : temps d'usinage, temps de montage, temps de contrôle de façon à déterminer les opérations qui pouvaient être menées par un seul ouvrier. (Les temps d'usinage pour certaines opérations étaient fort longs).

L'implantation des chaînes découlait de cette étude.

- Pour les pièces les plus importantes (celles qui avaient le plus grand nombre d'opérations élémentaires), les exemplaires furent exécutés par les moyens d'atelier central, à la MAT et à la MAC, et cela jusqu'à un certain stade de fabrication de façon à permettre le réglage de machines simultanément en divers points de la chaîne.
 - La MAT dut s'équiper en rectifieuses planes, de l'ordre d'une petite centaine, pour rectifier les pièces cémentées.
- La fabrication à la MAT
 - Le forgeage de la boîte de culasse s'avéra être à la limite des possibilités du mouton à corde de la MAT.
 - Le forage du tube-canon fut réalisé à l'aide d'un foret à pastilles de carbure. C'était une première pour la MAT ; la mise au point de l'outil (géométrie de l'outil, choix des pastilles) et des conditions de coupes (vitesse de rotation, avance et surtout choix de l'huile de coupe, pression et la filtration des particules de carbure et de copeaux) fut commencée très tôt et menée à bien dans les délais prévus. »

Avant de clore ce paragraphe consacré au 20 mm HS 404, dont la reprise de fabrication marqua le retour des Manufactures d'armes de Tulle et Châtellerauld, après la pause forcée des années 1940-1944, à leur vrai métier, l'armement automatique de petit et moyen calibre, il paraît utile d'ouvrir une parenthèse technique concernant le pourvoyeur du canon (DAC, dispositif d'alimentation continue en munitions). Car il s'agit non seulement d'une réussite totale (on a vu au chapitre 2, section 5 que les études d'autres solutions menées aux États-Unis n'avaient pas pu aboutir à des réalisations de qualité comparable), mais aussi de la naissance d'un concept qui allait être repris pour de nombreux canons de principe analogues à l'HS 404, incontestablement valorisés par des systèmes d'alimentation inspirés, on peut le dire, par le DAC Mle 50. Laissons donc la parole à l'ingénieur en chef Pierre Ligeard, en poste à l'époque à la Manufacture de Châtellerauld.

« Le dispositif d'alimentation continue – DAC Mle 50

- *Historique*

Afin de remplacer le chargeur à 60 cartouches du canon de 20 mm HS 404 et d'augmenter le nombre de coups disponibles pour le combat aérien, la MAC fut chargée en 1939 d'étudier un dispositif d'alimentation continue par bandes à maillons détachables. Le 2 avril 1940,

l'ingénieur militaire principal Martin présenta un dispositif d'alimentation continue à l'Établissement technique Châtelleraut-Versailles.

Les événements de 1940 ne permirent pas d'effectuer comme prévu les essais en vol à Cazaux et l'invention, mise au point par la MAC sans possibilité de dépôt de brevet, fut transférée aux Anglais.

Le DAC fut reproduit à de nombreux exemplaires pour les besoins des alliés.

En 1951, l'état-major des Armées [...] est intéressé par la fabrication de nouvelles armes de 20 mm [...] équipées du dispositif d'alimentation continue Mle 1950. La MAC serait chargée de fabriquer ces dispositifs. Elle a d'ailleurs en commande [...] 114 dispositifs d'alimentation continue pour canon de 20 HS 404 Mle 49, destinés à l'équipement de 114 canons modifiés par la MAT, [...] commande [...] d'ailleurs suivie d'une commande de 990 DAC à livrer de septembre 1951 à août 1952 [...].

- Principe du DAC

La cartouche posée sur une bande avec des maillons détachables demi-ouverts est dégagée du maillon lorsqu'elle a reculé de la longueur de celui-ci.

La bande est entraînée par un barillet dans lequel la cartouche appuyant sur une rampe par la pointe de la balle, suit un trajet hélicoïdal vers l'arrière, tandis que le maillon suit un trajet circulaire.

La combinaison de ces deux mouvements sépare la cartouche du maillon qui est éjecté latéralement tandis que la cartouche arrive en position de présentation. Le mouvement du barillet est commandé au moyen d'une rampe par le recul du canon. Cette rampe agit sur une crémaillère, provoquant la rotation du barillet avec ressort interposé.

- Fabrication du DAC Mle 1950

En réponse à l'état-major, la DEFA indique [...] les prix du canon et du DAC – Délai : un an de démarrage plus six mois pour le régime de série. La MAT et la MAC [...] sont autorisées à entreprendre la fabrication vers mars 1953.

[...] La commande de 990 DAC de 1950 [est] remplacée par une commande de 2436 DAC pour canons de 20 Mark V. [...] commande suivie d'une nouvelle commande [...] du Service Technique Aéronautique de 2650 DAC Mle 50, moitié à droite, et moitié à gauche. La cadence de livraison prévue était de 300 pas mois, d'avril 1953 à fin novembre 1954 [...]

Le temps de fabrication était d'environ 171 heures pour 666 opérations d'usinage et de montage. Une trentaine d'ouvriers travaillaient sur la chaîne. [La commande] fut terminée le 13 septembre 1955.

La fabrication à la MAC du DAC Mle 1950 permet ultérieurement la mise en fabrication rapide, compte tenu de l'expérience acquise, du dispositif d'alimentation continue pour le canon de 30 mm HSS 831, dérivé du DAC Mle 50 pour canon de 20 mm Mark V.

- Banc de contrôle du DAC Mle 50.

Afin d'essayer le fonctionnement des dispositifs d'alimentation continue dans les conditions correspondant à celles du tir, le Service technique aéronautique avait demandé à la MAC d'étudier la réalisation d'un banc de contrôle de DAC. Étudié et réalisé à MAC à partir de mars 1950, le banc pouvait recevoir un dispositif droit ou gauche. Après des essais satisfaisants à la MAC il fut mis en service au centre d'essais en vol en octobre 1950.

Une commande de 30 exemplaires de ce banc fut notifiée et réalisée à la MAC ».

Comme indiqué précédemment, ce dispositif qui valorisait fortement le canon HS 404, notamment pour son emploi aérien, s'est imposé aux États-Unis face aux dispositifs concurrents, et ses principes de base ont certainement influencé la conception des dispositifs d'alimentation réalisés depuis 1950 pour les canons à mouvement alternatif de culasse développés ici ou là en Europe et ailleurs.

Notons enfin que, dans son ensemble, le système arme et pourvoyeur de l'HS 404 sera à l'origine de toute une famille d'armes automatiques de 20, 23 et 30 mm,

développés par Hispano-Suiza Suisse (puis Oerlikon), dont les canons HS 820 (20 mm) et HS 831 (30 mm) dont nous aurons à parler plus loin.

Preuve de ce que l'on a dit précédemment : dans le domaine des armes automatiques, lorsqu'on a mis au point une architecture efficace et performante, son « règne » est long, à travers plusieurs générations : c'est vrai ici pour l'arme conçue par Marc Birkigt (et l'équipe de la MAC), ce sera vrai pour la dynastie des « 30 Avion » DEFA 541, 551, 552, 553, 554.

2 – LES INITIATIVES DE LA DEFA EN 1945 : EXTENSION DU PERIMETRE TECHNIQUE

L'événement important qui allait permettre à la DEFA de prendre place, au plan mondial, parmi les peu nombreux spécialistes d'armement automatique de moyen calibre fut la création de l'Atelier de fabrication de Mulhouse (AME). Avant d'aborder ce sujet, il est nécessaire de situer cette décision dans l'ensemble des initiatives prises par la DEFA en 1945.

De création relativement récente (née en 1935, on l'a dit plus haut, par regroupement des arsenaux terrestres gérés principalement, avant cette date, par l'arme de l'Artillerie), la Direction des études et fabrications d'armement (DEFA) s'était vu confier par les textes un monopole (partiel) en matière d'armes, là où n'existait pas une activité propre dans les autres directions. Les arsenaux de la Marine allaient ainsi continuer à traiter les programmes d'artillerie de marine puis, assez rapidement, ceux de missiles à usage mer. Par contre, dépourvue de moyens industriels, la DTIA devait comme on l'a vu continuer à s'adresser à la DEFA pour ses programmes d'armements canon montés sur aéronef.

Soucieuse de conforter son activité dans le « classique » (blindés, armes, munitions), mais de ne pas s'y cantonner, la DEFA allait mener une politique hardie et volontaire d'investissement dans les domaines techniques nouveaux, comme il est bien décrit dans d'autres fascicules de *l'Histoire de l'Armement terrestre*. Cette politique concerne notamment l'Atome, avec les centres de Limeil et de Gramat, les missiles tactiques (« engins » à l'époque) à l'Atelier de Puteaux, les techniques balistiques et spatiales à Vernon.

Et ce fut aussi la création en Alsace, de deux établissements nouveaux, le Laboratoire de recherches de Saint-Louis (LRSL) et l'Atelier de fabrication de Mulhouse (AME). L'un et l'autre touchent en partie notre domaine du moyen calibre et ont une caractéristique commune : l'essentiel du potentiel est, au départ, constitué par des équipes allemandes.

Ces équipes de chercheurs, ingénieurs et techniciens avaient été, en 1945, intégrées par la DEFA dans plusieurs de ses établissements (comme d'autres équipes l'ont été dans des services et établissements américains, anglais et russes).

Il est vite apparu souhaitable de les regrouper dans des locaux mieux adaptés et situés, dans une bonne perspective du long terme, près de la frontière franco-allemande.

3 – LE LABORATOIRE DE RECHERCHES DE SAINT-LOUIS (LRSL)

A Saint-Louis (Haut-Rhin, à quelques kilomètres du « point triangulaire » France, Allemagne, Suisse), il s'agit essentiellement de l'équipe de chercheurs qui travaillaient auparavant à l'Institut de balistique de l'Académie technique de l'armée de l'Air à Berlin-Gato sous l'autorité du Professeur Schardin.

Il n'y a pas lieu ici d'entrer dans le détail de leurs nombreuses activités, qui ont en commun « les grandes vitesses » : écoulement à haute vitesse (tubes à choc), tirs et

impacts à haute vitesse (canons à gaz léger), explosifs, projectiles à haute vitesse, appareils de visualisation et mesure des phénomènes ultra rapides. Très vite, des chercheurs français se joignent aux chercheurs allemands dans des équipes de petite taille. L'intérêt porté à leurs travaux par les gouvernements des deux pays est tel que ce laboratoire de la DEFA sera, en 1958, transformé en institut bi-national, l'Institut franco-allemand de recherches de Saint-Louis (*Deutsch-Französisches Forschungsinstitut, Saint-Louis*), ou ISL.

Initiative hardie, pionnière à plusieurs égards, complexe. La convention signée a dû faire l'objet d'une ratification parlementaire. L'institut est dirigé par deux directeurs, l'un français, l'autre allemand, coiffé par un conseil d'administration composé de six hauts fonctionnaires, à présidence tournante, et ses travaux sont orientés par un Comité consultatif des recherches et études, également paritaire.

Un certain nombre de ses travaux concerneront directement l'armement terrestre (notamment les charges creuses, les projectiles-flèches perforants à haute vitesse, l'étude de nouveaux concepts d'organisation d'armement).

4 – L'ATELIER DE FABRICATION DE MULHOUSE (AME)

Les Allemands, pendant la guerre, avaient implanté à Mulhouse, une douillerie de gros calibre (artillerie), très moderne. Nationalisée à la Libération sous le nom de FOMHAR (Fabrique d'objets métalliques du Haut-Rhin), elle fut vouée dans un premier temps à la production d'objets métalliques emboutis tels que jantes de roues pour automobiles, autobus et camions, grandes cuves de développement photographique, et autres.

Or la DEFA, d'une part avait à faire face à des problèmes de potentiel de fabrication de douilles d'artillerie, et d'autre part désirait regrouper des équipes allemandes d'ingénieurs, techniciens et ouvriers originaires des firmes Mauser, Diehl, Nobel qui n'avaient plus la possibilité – ou le désir – de continuer à exercer en Allemagne leur métier, mais qui supportaient mal leur « exode » dans divers arsenaux français où ils avaient été répartis dans un premier temps.

Ces équipes étaient puissantes (plus de 200 spécialistes) et de haute compétence. Elles comprenaient des concepteurs (domaine des armes et munitions petit et moyen calibre et de leurs montages), mais aussi des hommes formés aux expérimentations, des ingénieurs-docteurs experts en chimie, métallurgie, détonique...

Dans l'enceinte de la douillerie ex-FOMHAR (constituée de grosses presses, de moyens de traitements thermiques et de surface, d'ateliers de mécanique), la DEFA réalisa les investissements nécessaires à la création du « Centre d'études d'armement de Mulhouse ».

On se reportera, pour plus de détail, à l'annexe 1 où figurent un texte de l'Ingénieur général de Longueville (qui passa plusieurs années dans l'établissement et, à sa fermeture, accompagna à Bourges les trop rares personnels transférés à l'EFAB pour continuer l'œuvre de Mulhouse), ainsi qu'une photographie aérienne de l'Établissement.

Comme l'indique ce texte, ce « petit » centre d'études possédait l'intégralité des moyens d'études et d'essais dans les domaines du petit et moyen calibre, et ceci autant pour les armes que pour les munitions de tous types, et les montages. Ces moyens comprenaient même un champ de tir en forêt de la Harth, à quelques kilomètres, où on alla jusqu'à la mise au point, en vol, avec tir sur butte, des canons de 20 mm montés sur hélicoptères... Exception faite d'Oerlikon, nulle part ailleurs, à notre connaissance, n'existait une telle concentration de moyens.

A plusieurs reprises, j'ai reçu à Mulhouse, au cours des années 1961 à 1965, des Américains intéressés notamment par l'armement des hélicoptères et notre programme de canon 20 mm (on en reparlera plus loin). Combien de fois m'ont-ils dit que nous possédions un atout considérable : disposer sur place, sous l'autorité d'un même directeur local et d'une même direction centrale, de tous les moyens nécessaires au déroulement d'un programme d'armement moyen calibre (arme, munitions, et même certains montages et affûts), solutions qu'ils nous enviaient alors qu'ils souffraient, eux, de la dispersion géographique, du cloisonnement et de la difficulté de dialogue entre les équipes ou branches armes et munitions.

Nul doute que cet état de fait ne fut pas pour rien dans les succès qu'allaient rencontrer nos programmes de 30 et 20 mm ; nul doute aussi que la DTAT en ait eu bien conscience lorsque, à la fermeture inévitable de l'AME, elle constitua à Bourges un pôle « Armement » (du petit au gros calibre) unique et puissant, l'EFAB, disposant chez lui ou chez son voisin « étatique » l'ETBS, de tous les moyens nécessaires à sa mission.

Une partie des équipes de l'AME allait, en compétition interne DEFA avec les équipes de la MAS (Saint-Etienne) travailler sur les programmes d'armement d'infanterie ; d'autres allaient mener des travaux de recherche et développement dans le domaine des amorces, des chargements, des douilles, des obus explosifs, des fusées, qui devaient permettre à la DEFA de prendre une place plus active dans les munitions de moyen calibre et les programmes en cours. Mais le domaine principal devait être celui du canon moyen calibre, où la DEFA allait progressivement, grâce aux équipes de l'AME, prendre place dans le peloton des grands spécialistes mondiaux (armes, « famille » de munitions, mais aussi affûts). Ceci apparaîtra notamment avec les programmes majeurs que nous décrivons plus loin : le canon d'avion de 30 mm à haute cadence, les nouvelles armes de 20 mm à usage terrestre et aérien.

Jusqu'à la fin des années 1950, la présence allemande était évidemment majoritaire à l'AME, avec toutefois un rôle très actif de quelques ingénieurs militaires des fabrications d'armement, Ingénieurs des Travaux de l'Armement, et techniciens français.

A partir de 1961, la DEFA va mener une politique plus ambitieuse. L'Ingénieur en chef Cognée, après huit ans, quitte l'AME pour devenir sous-directeur de la MAT, et en sens inverse, le rédacteur de ces lignes quitte la MAT (également après huit ans) pour prendre la sous-direction (et au bout de quelques mois la direction) de l'AME, où il rejoint l'Ingénieur en chef Perfetti qui aura été un homme charnière dans cette histoire, pratiquement de l'origine de l'AME jusqu'à son transfert à Bourges en 1967. Bien que souffrant un peu partout de l'insuffisance en ingénieurs, la DEFA (devenue DTAT, Direction technique des armements terrestres) consent un effort (relativement) important pour l'AME, où des Ingénieurs de l'armement (J. de Longueville, A. Pierre, J. Hervier), des IETA, des Techniciens viendront pendant six ou sept ans « apprendre le métier », ce qui leur permettra ensuite de recréer à Bourges l'activité moyen calibre.

Car, soit parce que certains sont atteints par la limite d'âge, soit parce que d'autres rejoignent les firmes allemandes d'armement (Rheinmetall, Diehl à la recherche de spécialistes pour conduire les programmes lancés Outre-Rhin), les équipes d'ingénieurs et techniciens allemands de l'AME connaissent une baisse d'effectifs qui ira en s'accroissant à partir de 1964.

5 – DE L'AME A L'EFAB

Ainsi se prépara progressivement un transfert d'activités qui allait être effectif en 1967. En effet, malgré la valeur de l'outil, un maintien de l'Établissement de Mulhouse ne se justifiait plus. S'agissant de l'activité industrielle « douilles de gros calibre », le potentiel

de Rennes (moyennant le transfert d'une partie des machines de Mulhouse) s'avérait suffisant. Quant au Centre études armes et munitions, il apparaissait de plus en plus difficile et coûteux de maintenir un établissement de petite taille, et excentré par rapport aux deux pôles que constituaient Tulle et Bourges.

Tulle, où la Manufacture avait, avec le canon avion de 30 mm, acquis une compétence solide en matière de fabrication, mais aussi dans le domaine allant du développement proprement dit à la fabrication de série : compétence que la DTAT saura exploiter dans l'organisation et la conduite des nouveaux programmes.

Bourges où allait s'opérer avec la création de l'EFAB (Établissement études et de fabrications d'armement de Bourges) un regroupement de trois établissements : l'ex-ABS (Atelier de construction de Bourges : étude et production d'artillerie de campagne et canons de char), l'ex-ECP (École centrale de pyrotechnie, très ancien établissement berruyer : au départ, centre de formation des personnels artificiers confectionnant ou manipulant en corps de troupe ou en dépôts explosifs, poudre et munitions ; puis, centre de recherche, études, et production d'éléments de munitions et parfois munitions complètes) ; et enfin l'ex-AME (plus exactement sa partie centre d'études armes et munitions petit et moyen calibres).

Notons que parallèlement allait se clarifier la séparation entre tâches industrielles confiées à l'EFAB (qui deviendra l'un des pôles du futur GIAT) et tâches étatiques (directions de programmes, expérimentations) confiées à l'ETBS.

Enrichi de l'apport des missions de l'AME, de ses matériels d'essais, et, en nombre malheureusement bien réduit, de ses équipes (13 ingénieurs et techniciens...), avec leurs dossiers et surtout l'expérience acquise, l'EFAB allait constituer, aux cotés du pôle AMX-APX axé sur la mobilité, le pôle Armement du futur GIAT.

C'est l'EFAB qui allait (non sans difficultés, mais avec succès) prendre la relève de Mulhouse pour mener à bien les programmes de 20 mm, et plus tard les canons d'avion à très haute cadence, et les canons automatiques à usages multiples et cadence adaptable.

6 – LES INTERROGATIONS SUR LES ORIENTATIONS ET INITIATIVES DEFA

Au fil des années, la décision de réunir toutes les activités Atome « militaire » au sein du CEA, la création de la DMA et des Directions à vocation interarmes (Engins ou Missiles, Recherche) allaient avoir pour conséquence le transfert depuis la DEFA (devenue DTAT, puis DAT) vers un autre organisme ou une autre Direction de ses activités dans les domaines Atome, Engins-Missile, Recherche. L'ISL, par exemple, dont nous avons parlé plus haut, allait passer sous la tutelle de la DRME.

Dans le domaine qui nous intéresse ici, l'armement automatique de moyen calibre, aucune remise en cause de principe, mais au contraire confirmation du rôle et de la mission « interarmes » de la DEFA. C'est dans cette structure que, par exemple, la DTCA (ex DCAé) et son Service technique, le ST/Aéro s'adresseront à la DEFA, avec l'Armée de l'air, pour lui confier, d'ailleurs en toute confiance et un esprit de collaboration très ouvert, la conduite des programmes tels que le 30 mm pour avions de combat.

Ainsi allait se poursuivre, et même s'intensifier, une activité armement moyen calibre importante.

Mais ceci n'alla pas sans soulever des interrogations, voire des critiques parfois vives, au sein de la DGA, mais aussi de la part d'autres responsables des armées, du ministère de la Défense, voire d'autres ministères.

Nous allons les formuler ici, en trois rubriques. Mais c'est dans la conclusion de ce volume que nous essaierons de fournir des éléments de réponse.

Premières interrogations, d'ordre technique ; elles s'expriment essentiellement dans la première décennie qui suit la fin du second conflit mondial. Celui-ci a été marqué par l'apparition et l'usage croissant de nouveaux armements. Pour ce qui concerne notre sujet, citons les roquettes et les missiles.

Le projectile autopropulsé est vieux comme la poudre. Mais les progrès en propergols, la maîtrise de l'aérodynamique, et la possibilité de doter le projectile de têtes militaires efficaces (grâce notamment à la charge creuse), puis celle d'influer sur sa trajectoire et la maîtriser (le guidage, qui le fait devenir engin, désignation de l'époque, ou missile) le met vite au premier rang des armements offensifs.

Ceci conduit certains à prophétiser, dès les années 1945/1946, non la réduction du rôle joué par les armes à effet « canon » (de gros et surtout moyen calibre) mais leur disparition pure et simple, et ceci à brève échéance, surtout pour les seconds.

Ce débat sera présent au démarrage du programme canon de 30 DEFA pour avion, objet du chapitre suivant : était-il raisonnable, au moment où roquettes et missiles faisaient montre de leurs qualités et promesses, de se lancer dans le développement coûteux d'un armement qui, malgré ses innovations et performances, ne serait sans doute, disaient certains, qu'un ultime sursaut d'un concept dépassé, et ne connaîtrait pas un long avenir. Si ces critiques n'ébranlèrent pas la détermination de la DEFA et de plusieurs responsables de l'armée de l'Air et de la Direction des constructions aéronautiques, elles les amenèrent à être prudents, en équipant les chaînes de production avec une grande économie de moyens. Mais elles participèrent aussi à une évolution des mentalités, notamment chez les jeunes ingénieurs de l'Armement : il n'y avait pas pléthore de candidatures pour les postes proposés dans des établissements tels que Tulle ou Mulhouse, bien plus attiré qu'on était en début de carrière par les filières soit nouvelles (missiles, atome) soit jugés plus riches et porteurs d'avenir et progrès technique, tels les matériels blindés.

La seconde interrogation avait un fondement « commercial » : une industrie française, (de plus pour une part industrie d'État), avait-elle une quelconque chance de pouvoir vendre des armes et munitions moyen calibre sur un marché, dont elle était jusqu'ici quasiment absente, et où elle serait confrontée aux firmes ayant pignon sur rue (Oerlikon par exemple, mais aussi les industriels américains⁹, soucieux de faire tourner les départements armement créés au cours du conflit). Quelle pourrait être également, plus tard, notre compétitivité vis à vis de pays « émergents » qui commençaient à implanter des ateliers de production où le niveau des salaires, mais aussi le moindre souci des conditions de travail et de sécurité permettraient des prix de revient inférieurs aux nôtres ?

Dernière interrogation ou critique, sans doute la plus fondamentale. Elle est d'ordre économique, et même politique.

L'ampleur des besoins pour rattraper le retard en équipement des armées (dû aux années de guerre) d'une part, la pauvreté des ressources budgétaires d'autre part (la DEFA émergeait au budget général et n'avait pas encore accès aux assouplissements, limités mais réels, que devait lui donner au début des années 1950 le régime du « compte de commerce », notamment en matière d'investissements) conduisaient à se poser la question : devait-on ponctionner nos maigres moyens financiers, mais aussi et surtout humains, pour soutenir une activité dont ni la rentabilité ni l'avenir n'étaient assurés, et qui n'était en rien indispensable à la liberté d'action du pays. Car si la capacité d'étudier et produire les armements nouveaux ou lourds était garante de notre autonomie, le recours au marché étranger pour s'approvisionner en armement léger, voire moyen, ne paraissait devoir la compromettre. Des fournisseurs compétents

⁹ Cités précédemment au chapitre 2, section 7.

existaient dans des pays très diversifiés (du très grand pays – États-Unis – au plus petit – Suisse, de la nation « engagée » à celle de stricte neutralité), mus avant tout par des objectifs commerciaux : aucune crainte, donc, de ne pouvoir s’approvisionner ici ou là en matériels « classiques ». Dès lors, pourquoi consacrer une part de nos faibles moyens financiers et humains à de telles activités, alors que nos besoins étaient immenses dans des secteurs multiples d’intérêt national indiscutable ?

Question fondamentale, et permanente ; le débat sera d’ailleurs réouvert périodiquement, et n’est toujours pas tranché à ce jour.

Nous laisserons le lecteur fonder, modifier ou confirmer sa propre opinion, au fil des pages, sur les trois interrogations énoncées ci-dessus.

A titre de conclusion de cet historique 1945-1975 de l’armement moyen calibre, nous les reprendrons *in fine*, non pour leur donner une réponse (en tous cas pas à toutes...), mais pour développer à leur sujet quelques réflexions toujours actuelles.

CHAPITRE 4

LE PROGRAMME « CANON D'AVION 30 MM 550-DEFA »

PREAMBULE : UNE LONGUE ET EXEMPLAIRE HISTOIRE

Il s'agit là de ce qui allait devenir l'un des grands succès techniques et commerciaux de la DEFA (puis DTAT), et de l'industrie française associée.

Ce programme fut assez exemplaire à plusieurs égards. Ce fut un modèle de coopération entre direction cliente et responsable du montage sur avions (DTCA), et direction fournisseur (DTAT), entre ingénieurs français et allemands à l'Établissement de Mulhouse (qui n'eut malheureusement pas le prolongement qu'a connu, dans le domaine scientifique, l'établissement voisin de Saint-Louis¹⁰), entre établissements géographiquement et statutairement éloignés (AME, MAT, ATE, mais aussi Manurhin et autres industriels privés).

Ce fut un programme qui, malgré ses innovations et difficultés techniques, a connu vingt ans durant une parfaite continuité d'orientation et de conduite et un enchaînement sans hiatus des décisions nécessaires (ce qui ne fut pas le cas, on le verra au chapitre 6, des programmes ultérieurs de canons 20 mm).

Mais ce fut aussi un programme révélateur des difficultés de la prévision : en 1945, on l'a déjà dit, l'avenir du « canon » est, dans l'esprit de nombreux responsables (heureusement pas tous...) hautement problématique : quelques années au plus... D'où la décision d'un équipement de fabrication modeste et prudent, en vue d'une production totale estimée à 600 exemplaires : en fait, elle avoisinera les 30 000, à destination de près de 30 pays.

Ce programme est né de la conjonction de deux faits : une idée technique remarquable née en 1943 au sein de l'équipe « moyen calibre » de la firme allemande Mauser, puis la volonté de l'état-major de l'armée de l'Air française de doter ses avions d'intervention d'un armement de même niveau que celui alors envisagé dans les autres grands pays.

1 – 1943-1945 : LE PROJET MAUSER

Pour armer ses nouveaux chasseurs à réaction, la Luftwaffe lance en fin 1942 un programme de canon automatique destiné à remplacer le système de 20 mm MG 151 alors en service. Ce programme ambitieux peut se résumer en une formule : vitesse initiale de 1 000 mètres par seconde x cadence de tir de 1 000 coups par minute (d'où le nom sous lequel il sera connu aux États-Unis et ailleurs : le « Million point gun »).

Plusieurs concepts sont proposés par les firmes allemandes, sur lesquels nous ne nous attarderons pas. L'équipe Mauser voit très vite qu'il ne sera pas possible d'atteindre ni même approcher les objectifs fixés avec une arme classique à mouvement alternatif de culasse.

Sous l'impulsion de son chef, Anton Politzer, elle élabore un projet tout différent, celui d'un canon à barillet.

¹⁰ Voir le chapitre 3, section 3.

En fait, il s'agit d'une synthèse d'idées existantes ; Politzer connaît le brevet pris en 1905 par Charles M. Clarke de Philadelphie (Le « rapid fire gun », reposant sur le principe du barillet, mais qui n'a jamais pu être exploité pratiquement). Il lui associe d'autres concepts, notamment le mécanisme « zig-zag » déjà utilisé au XIX^e siècle dans la *Zick-Zack Karabiner* de Mauser (calibres 9 et 10,6 mm) et quelques autres principes (dont certains également utilisés dans le concept multitubes Gatling).

L'idée de base est de limiter les mouvements alternatifs linéaires à deux ensembles relativement légers, attelés l'un à l'autre, et coulissant sur un rail sous l'impulsion d'un piston fonctionnant par emprunt de gaz dans le tube.

Le premier, appelé tiroir de commande, provoque par ses cames, en cinq allers-retours, la rotation d'un tambour tournant à cinq chambres analogue à celui d'un revolver (se reporter à la vue éclatée du canon DEFA, figure 4).

Le second, porteur de deux poussoirs, assure l'introduction en deux temps des munitions dans les chambres du tambour.

Une munition donnée est dans un premier temps mi-introduite dans une chambre vide. Après rotation d'un cinquième de tour, l'introduction sera achevée (on a donc divisé par deux la course des ensembles mobiles, et nettement diminué leur masse).

La troisième position est une phase d'attente (toutefois, une « plaque anti-recul » – qui devait donner lieu à pas mal d'incidents et difficultés – empêche la munition de ressortir et complète, si besoin est, sa parfaite introduction. La quatrième position (bien visible sur la vue éclatée) est la position « tir ».

La chambre (qui se trouve dans le tambour, et non dans le tube) est « emprisonnée » entre la face arrière du « carter de tambour » et sa face avant (dans laquelle est fixée le tube, qui présente donc à la chambre sa face et son orifice arrière). Un « contacteur compte-coups » prend en compte la présence d'une munition prête à être tirée, et un touchot de mise à feu assure l'inflammation de l'amorce (courant d'alimentation continu 24 à 28 volts).

La position 5, (dernière position) est consacrée à l'éjection de la douille vide qui part linéairement, à grande vitesse, vers l'arrière (processus bien préférable à l'éjection « tourbillonnante » qui est le lot des armes classiques).

Cette décomposition du cycle alimentation – tir – éjection en plusieurs temps, jointe à la plus faible inertie des pièces en mouvement, a plusieurs conséquences bénéfiques pour l'utilisation sur aéronef rapide (avion à réaction), toutes d'un intérêt primordial. La première est l'obtention d'une haute cadence : 1 300 coups par minute pour les modèles 541-551-552-553, 1800 coups par minute pour l'ultime modèle 554 destiné au Mirage 2000 (on a dans ce dernier cas utilisé la phase 3 pour réaliser une alimentation en trois temps).

La seconde est l'instantanéité du tir et de la montée en cadence : un processus d'alimentation « manuel » est réalisé avant le décollage (voir plus loin), il y a donc en permanence une munition en position tir. La « percussion » étant électrique, le temps d'exécution de l'ordre de tir est égal à zéro et la montée en cadence instantanée (ce qui n'est pas le cas, par exemple, du M 61 multitube Vulcan des Américains).

Or, étant donné les vitesses d'évolution de l'avion porteur et de sa cible, la « fenêtre de tir » (temps pendant lequel cette cible se trouve dans la ligne de tir, c'est-à-dire la ligne de mire de l'avion tireur) est très brève (quelques secondes), d'où l'intérêt d'une cadence élevée atteinte instantanément.

Mais cette architecture originale pose des problèmes de conception ardu, ce qui explique sans doute que cette « invention » soit restée longtemps inexploitée. Premier problème : l'imbrication des mouvements, qui réclame une perception « 3D » peu aisée (surtout en 1945, où les assistances informatiques étaient inexistantes).

Par ailleurs, le projectile commence sa course dans une chambre indépendante du tube. D'où trois autres problèmes à résoudre.

Chambre et tube doivent être rigoureusement alignés : c'est l'une des nombreuses fonctions du « tiroir de commande » que d'assurer en fin de course cet alignement.

Il faut ensuite réaliser l'étanchéité entre chambre et tube, sous haute pression (plusieurs milliers de bars) de gaz très chauds. C'est le rôle de la bague d'étanchéité (qui, elle aussi, a été la source de nombreux tourments au cours de la mise au point : bague longue au départ, presque plate en définitive). Toute fuite est à proscrire (sous peine de « coups de chalumeau » sur la face arrière du tube).

Enfin, le projectile pénètre dans le tube avec déjà une vitesse importante. Sa mise en rotation doit être douce, ce qui oblige à des rayures à pas progressif (droites sur les premiers centimètres, les 16 rayures n'atteignent la pente finale de 7° qu'aux 2/3 du tube environ).

A côté de ses avantages, le système a aussi ses inconvénients. Citons-en deux.

Le premier est le caractère un peu laborieux de l'armement du canon. Une fois la bande introduite, il faut en effet faire accomplir à l'ensemble tiroir-poussoir quatre allers-retours pour qu'une première munition soit en position tir. Mais il s'agit là d'une contrainte tout à fait secondaire dans le cas d'un armement d'avion.

Ensuite, si le canon a beaucoup tiré, mais sans épuiser sa réserve de munitions, la présence de l'une d'elles dans une chambre très chaude peut conduire au départ intempestif du coup (accident constaté aux États-Unis, mais vraisemblablement après une série de coups tirés en continu très supérieure aux 150 coups approvisionnés dans tous les montages 30 mm avion connus).

Au départ de l'étude Mauser, le choix est ouvert entre calibres 20 et 30 mm. En définitive, c'est le 30 mm qui sera privilégié. A la fin du conflit, l'équipe Mauser a su trouver des réponses et des solutions viables à tous les problèmes que posait le mariage de principes et idées connus, mais qui n'avaient jamais été mis en application. Après quelques essais partiels menés très vite, elle peut réaliser quelques « démonstrations » de ce nouveau canon, baptisé MG 213, et les premiers tirs effectués sont très prometteurs (mais révélateurs des difficultés restant à surmonter).

2 – LES QUATRE PROGRAMMES ISSUS DES TRAVAUX MAUSER

En 1945, comme toutes les équipes d'armement allemandes, l'équipe moyen calibre de Mauser est démantelée.

Anton Politzer se retrouve à Mulhouse dans l'établissement DEFA décrit au chapitre 3 section 4, (l'AME). Ses trois collègues ou collaborateurs les plus proches se retrouvent, l'un (Otto Von Lossnitzer) aux États-Unis, à *Springfield Arsenal*, le second (Werner Jungermann) en Grande-Bretagne à l'Armurerie royale d'Enfield, le troisième (Fredrick Linder) en Suisse, chez Oerlikon. Ces quatre « chefs de file » emmènent chacun avec eux une petite équipe d'ingénieurs et techniciens, à laquelle s'intégreront progressivement des hommes des pays d'accueil. Et c'est ainsi que quatre canons automatiques à barillet, tous dérivés du MG 213, verront le jour dans ces quatre pays sous les noms respectifs de :

- canon français de 30 mm DEFA types 541 (puis 551, 552, 553, 554)
- canon américain de 20 mm M 39
- canons anglais de 30 mm ADEN
- canons suisses Oerlikon 206 RK, (20 mm), 251 RK (20/25/30 mm), 302,303 et 304 RK (30 mm)

3 – LE DEVELOPPEMENT ET LA CARRIERE DU CANON POUR AVION 30 MM DEFA

Le programme français de canon 30 mm pour avion est officiellement lancé par l'Armée de l'air à la fin de l'année 1948, non sans hésitation, on l'a dit : à l'aube des roquettes et missiles, est-il raisonnable de lancer le développement, long et coûteux, d'un nouveau canon automatique pour avion, arme « conventionnelle » malgré son originalité et le niveau des performances ? Y a-t-il encore un avenir, autre qu'à court terme, pour un tel armement ?

Ces interrogations ne sont pas propres à la France ; citons par exemple quelques extraits d'un article très documenté que la revue britannique *Flight* consacre en janvier 1955 aux grands programmes de canon pour avion en cours de développement en Grande-Bretagne, aux États-Unis, en France :

« La période actuelle est particulièrement appropriée pour entreprendre l'examen critique du problème des canons pour avions de chasse. Les aviations [...] présentent à l'heure actuelle des exemples de ce que sera peut-être la dernière famille de canons aéroportés, car il est probable qu'au cours de la prochaine décennie les canons [...] seront progressivement remplacés par des armes de type différents. En fait, l'évolution a déjà commencé. »

Et, plus loin, après une description du programme américain M 61 Vulcan à six tubes :

« En fait, étant donné que l'orientation actuelle des tendances penche nettement en faveur des armes radioguidées, cette réalisation peut n'être jamais utilisée ».

Là aussi, paroles peu prophétiques... Mais revenons au programme français dit 30 DEFA 550.

Dès le départ, en ce qui concerne le canon lui-même, la DEFA met sur pied une organisation et une répartition des tâches bien définies : le fabricant sera la MAT (Manufacture nationale d'armes de Tulle) qui possède, on l'a vu, une solide expérience dans le domaine moyen calibre grâce à la production du canon Hispano de 20 mm. Le développement de l'arme sera assuré par l'AME (Atelier de fabrication de Mulhouse) où, à côté de trop rares ingénieurs et techniciens français, se trouvent les équipes allemandes (venues de chez Mauser, avec Anton Politzer, pour les armes moyen calibre).

Bien que l'éloignement complique les contacts (aller dans les années 1950 de Tulle à Mulhouse est une véritable expédition), une remarquable coopération va s'établir, avec à sa base deux hommes qui ont, très profondément, le sens et la passion de la mécanique.

A Mulhouse, donc, Anton Politzer, concepteur puissant, de la race des Birkigt, et très ouvert aux idées des autres (il est intarissable sur les « trouvailles » d'armes du passé, réussies ou n'ayant pu aboutir car en avance sur la technologie de leur époque), il saura les utiliser et les combiner au mieux dans les réalisations de l'AME, et notamment le « 30 Avion » (ajoutons que sa parfaite maîtrise de la langue française constituait un atout précieux).

Il trouve en face de lui un autre « mécanicien » de talent, l'ingénieur en chef Lucien Deruelle, alors sous-directeur de la MAT. Lui aussi est un inventeur (la Manufacture utilisera nombre de ses trouvailles en matière de moyens de production, mais aussi en matière d'étude et développement d'armes automatiques de petit calibre). Après ses deux années d'études à l'ENSAr, le jeune ingénieur affecté à Tulle découvrait, après quelques après-midi passées avec lui devant une machine-outil, des faces cachées – mais fondamentales – des techniques d'usinage, le sens profond et les fondements du dimensionnement, la signification des notions de reproductibilité, précision, tolérance...

Ayant beaucoup réfléchi – et écrit – sur ces questions, il avait contribué à hisser les « bureaux de fabrication » (terme consacré dans les Manufactures pour les services méthodes) à un niveau de rigueur et d'efficacité qui les plaçait sans doute aux tout premiers rangs, à l'époque, de la « qualité » industrielle en mécanique.

Les deux hommes s'apprécièrent et s'entendirent immédiatement ; ils surent établir un dialogue ouvert et constructif entre les deux établissements. Compétence et dynamisme font école. Près d'eux allaient se former de jeunes ingénieurs, et ainsi se réaliser une ambition dont beaucoup doutaient : prendre une place de premier plan dans un domaine où le retard sur les firmes étrangères était énorme.

Revenons sur le programme lui-même. Son lancement est concomitant avec celui de la version anglaise, le 30 mm ADEN. Les deux ont une architecture comparable (alors que la « version » américaine, le M 39, non seulement utilise un autre calibre, le 20 mm, mais adopte une architecture « inversée », assez différente de celle retenue par Français, Anglais et Suisses). Un accord intervient entre France et Royaume-Uni pour standardiser les munitions (interopérabilité). Là, s'arrêtera d'ailleurs la mise en commun, les deux développements anglais et français ne faisant l'objet que de très peu d'échanges.

Avant de préciser certains aspects techniques, il est bon d'exposer les raisons du choix initial français pour trois spécifications essentielles : calibre, vitesse initiale, masse de l'obus. Pour ce faire, laissons la parole à Monsieur Vincent de la Direction des constructions aéronautiques qui y fut avec Monsieur Lunati, dès le départ et des années durant, un des partenaires privilégiés de la DEFA, et l'un des artisans de base pour les problèmes d'avionnage des canons, et pour l'évolution des spécifications.

« L'orientation prise dès 1947 par les services de l'Air de passer du calibre de 20 mm au calibre de 30 mm pour l'équipement des chasseurs de la future génération est logique compte tenu de l'évolution de la menace, matérialisée par la mise en service de super bombardiers volant à très haute altitude et de chasseurs bombardiers très performants. Les Américains de l'US Air Force quoi qu'ayant travaillé un temps sur des systèmes de canon de 30 mm ont attendu la dure leçon de la guerre de Corée pour abandonner leurs mitrailleuses de 12,7 mm et monter au calibre 20 mm, rejoignant ainsi l'US Navy qui les avait précédés depuis plusieurs années [...]

[...] Comme pour tous systèmes complexes, le choix du calibre résulte d'un compromis fait, sur les hypothèses du moment, entre la probabilité de destruction la plus grande de la cible considérée et les contraintes maximales en masse et volume admissibles par le porteur.

Pour les Allemands et par la suite pour les Français et les Britanniques, l'objectif était le bombardier du type Super Forteresse B 29, entièrement métallique et très fortement défendu.

Le chasseur, limité dans ses évolutions par sa faible vitesse relative et ses marges de manœuvre réduites en altitude ne pouvait espérer placer qu'une courte rafale au but dans le secteur arrière du bombardier, secteur le plus battu par la défense de bord. Pour détruire à coup sûr, il fallait que les quelques projectiles (deux ou trois) touchant la cible pénètrent assez profondément à l'intérieur avant d'exploser et provoquer par effet de souffle et effet incendiaire la destruction des œuvres vives. De là, l'emploi d'obus mine à paroi mince à chargement explosif incendiaire important (70 g d'hexogène aluminium), de fusée à retard (1 à 2 m) et à autodestruction (interception au-dessus du territoire ami).

De même, un système d'arme capable de délivrer en une fraction de seconde le maximum de projectiles au but.

Les performances optimales du chasseur pour qu'il puisse remplir sa mission (plafond, vitesse, marge de manœuvre supérieurs à l'hostile et bien entendu temps de montée le plus faible possible) imposaient une masse et un volume d'armement réduit au strict nécessaire. D'où un nouveau compromis sur les munitions :

- Longueur et masse les plus faibles possibles au détriment de la balistique (tir de près en air raréfié)
- Chargement en munition réduit pour quelques secondes de feu

Et, par voie de conséquence, compromis également sur l'arme : tube court, faible vitesse initiale. »

Mais les limites résultant de la très faible vitesse retenue (600 mètres/seconde) apparaissent vite rédhibitoires, ce qui conduisit au réajustement de programme décrit par M. Vincent.

« L'entraînement au tir des pilotes des nouveaux chasseurs Mystère II et IVA se faisant en Air-Sol et à moyenne altitude en Air-Air faute de moyen de remorquage adapté à la haute altitude, l'insuffisance de la balistique du 30 mm à Vo 600 m/s s'est rapidement fait sentir :

- Air-Sol tir nécessairement de près et ressource acrobatique au ras des cibles
- Air-Air, secteur de tir très limité par l'importance des corrections tireur.

Un nouveau compromis a donc dû être recherché pour augmenter le domaine de tir à basse et moyenne altitude sans toucher à la longueur de la munition.

En diminuant la masse du projectile et en réduisant sa longueur, une quantité de poudre plus importante a pu être placée dans la douille. Après allongement du tube canon de 300 mm, la nouvelle vitesse initiale obtenue était de 815 m/s avec une masse de projectile de 236 g et une masse d'explosif de 50 g encore très suffisante pour obtenir un bon effort de souffle.

Depuis 1954, la famille de munitions de 30 mm s'est agrandie et des obus mieux adaptés à un emploi spécifique Air-Sol ont été créés. Deux améliorations ont également été apportées aux différents éléments pour les rendre compatibles avec un emploi sur des avions très performants (ceinture fer fritté, explosif haute température...) mais le compromis balistique a été conservé. »

Tout en gardant ces nouvelles spécifications de base (vo 815 m/sec, obus de 236 g), le canon de 30 mm DEFA devait connaître quatre versions successives : 30-551, 552, 553, 552 A (voir Figure 5) ; Monsieur Vincent en explique les raisons :

« Après la création du canon 551 tirant les cartouches à Vo augmentée, une première étape a été marquée par la mise en service du 552 dès 1956. Cette version allégée du 551 a reçu un nouveau tambour à chambres rayées pour améliorer la tenue du projectile dans le parcours libre avant l'attaque des rayures du tube, et des bagues d'étanchéité courtes réduisant le martelage sur la face arrière du tube.

En 1967, pour couvrir les besoins des nouveaux programmes d'avions d'arme, le Jaguar puis le Mirage F1, une nouvelle version a été mise au point présentant les améliorations suivantes :

- Tube canon renforcé à âme chromée équipé d'un dispositif décompresseur de gaz réduisant les perturbations sur les entrées d'air de réacteurs (Durée de vie doublée par rapport à l'ancien tube)
- Carter de tambour forgé plus résistant et en forme modifiée pour supprimer la déviation systématique de l'arme
- Boîtier d'alimentation s'ouvrant en deux parties pour faciliter la mise en œuvre dans un espace réduit
- Améliorations de fiabilité diverses découlant de l'expérience acquise et refonte du système électrique.

Pour homogénéiser les fabrications et compte tenu que le nouveau canon 553 n'était pas interchangeable avec le 552, la MAT a adapté certaines améliorations au 552 : tube chromé, carter de tambour forgé [...] et a ainsi créé une nouvelle version le 552 A dont la fabrication conjointe au 553 est démarrée depuis 1971.

CANONS DEFA. 30mm
POUR
AVIONS DE COMBAT



TYPE 841



TYPE 851



TYPE 862



TYPE 863

Fig. 5

Enfin, en 1976, pour les besoins de programme Mirage 2000, la mise au point de la version 554 a commencé. Cette version est caractérisée par une cadence nominale augmentée de 50 %. »

Nous ne reviendrons pas par la suite sur les problèmes nombreux et complexes qui se posèrent pour le montage de l'arme sur avion. Ils furent essentiellement traités par les services techniques « avion », mais en liaison constante avec les services techniques « arme » de la DEFA. Il faut souligner, pour l'avoir vécu, la qualité de ces rapports et la confiance réciproque et totale qui a toujours régné entre les hommes des avions et ceux des canons (et des munitions...). Aidé par une heureuse permanence des hommes en place des deux côtés pendant les phases cruciales du programme, cet état de fait ne fut pas pour rien dans son succès.

Bornons-nous pour conclure sur ce point à citer une énumération des principales difficultés rencontrées, empruntée à Monsieur Vincent :

« Les difficultés techniques rencontrées pour la mise au point du système d'arme, qu'il s'agisse de l'arme, de la munition, de l'avionnage ont été multiples et il fallait beaucoup de persévérance et d'ingéniosité aux techniciens pour parvenir aux résultats actuels. Sans entrer dans le détail, citons ici quelques faits marquants touchant l'avionnage :

- l'harmonisation du canon – les châssis canons interchangeables
- l'éjection des maillons – la récupération des maillons
- les risques d'explosion des gaz évacués – la ventilation
- les effets des pressions de bouche – les revêtements, les radômes
- les décrochages et extinctions des moteurs – les dispositifs déflecteurs
- les conteneurs sous voilure ou sous fuselage – les dispositifs amortisseurs
- les départs intempestifs – sensibilité des amorces et protection des armes »

Quelques données techniques sur l'arme elle-même.

Le canon est alimenté par une bande à maillons détachables : l'alimentation peut être droite ou gauche, sans pièces supplémentaires (il suffit d'inverser ou retourner, par un montage-démontage simple, quelques pièces de l'arme).

Il est doté d'un réarmement pyrotechnique (une cartouche sans balle lance un piston qui provoque un aller-retour des ensembles mobiles et la rotation d'un cinquième de tour du tambour, et donc l'élimination d'une cartouche défailante).

Ce réarmement était en position latérale sur les types 541 et 551, est passé (toujours monocoup) en position centrale sur les types 552 et 553, et est devenu enfin multicoups (six cartouches en place) sur le type 554 (ce qui permet l'armement initial, en utilisant quatre des six cartouches).

L'arme (avec le berceau intégré) pèse 80 kg. La longueur du tube varie suivant le type (pour le 552 : 1400 mm, soit une longueur totale de l'arme de 1957 mm). Toujours pour le type 552, l'effort de recul est de 2600 kg, la longueur de recul de 18 mm. Le tube seul pèse 12 kg, le nombre de rayures est de 16.

Nous renvoyons, pour plus de détail sur le déroulement du programme, au texte écrit sur le sujet par M. Peyrutie, de la MAT (annexe 2) ; il précise notamment les spécificités des versions successives, leur emploi sur les appareils de l'Armée de l'air française, les ventes à l'exportation et les quantités produites (jusqu'en 1989, année de rédaction du texte). Retenons-en ici quelques phrases.

Les armes de 30 mm anglaises et françaises ont vu leur qualité démontrée par la maîtrise du ciel lors de la campagne de Suez en 1957 ; le canon français connaîtra une diffusion beaucoup plus large que le 30 anglais ADEN, grâce à ses qualités propres, un progrès constant en fiabilité et durée de vie à travers ses versions successives et aussi la grande diffusion des avions Dassault qu'il équipe. En 1989, il était en service dans les

armées de l'Air de plus de 25 pays, et était fabriqué sous licence (en totalité ou partiellement) dans plusieurs d'entre eux.

Outre l'originalité du cycle de fonctionnement, avec son tambour central à cinq chambres, le canon de 30 mm frappe aussi par sa conception mécanique.

Pendant plusieurs décennies, les armes de poing, les fusils, les mitrailleuses faisaient recours de façon privilégiée aux pièces « taillées dans la masse ».

Le cas le plus représentatif est sans doute le canon Hispano HS 404 (et aussi ses nombreux successeurs, dont le HS 820 20 mm et le HS 831 dont nous parlons plus loin). Si l'on approche, quand on le peut, la forme définitive par un forgeage ébauche, l'essentiel du travail est fait par « enlèvement de copeaux », et souvent rectification.

Les Allemands ont été les premiers à rechercher l'emploi d'autres méthodes (le canon MG 151 en est un exemple). Mais ceci prend une plus grande mesure avec le 30 mm DEFA. Certaines pièces continuent certes, à devoir être « taillées dans la masse » (c'est le cas du tambour et du tiroir de commande, notamment).

Mais chaque fois qu'on le peut, on a recours à l'emploi de la tôle, aux techniques de déformation et procédés d'assemblage les plus aptes à une fabrication aisée et économique. On trouvera figure 6 les vues éclatées du berceau, du boîtier d'alimentation, de l'ensemble prise de gaz – réarmement pyrotechnique de la version 552, qui illustrent bien la variété des techniques employées.

Un rail central fait appel à l'usinage classique (c'est sur lui que coulisse l'ensemble tiroir-poussoir). Mais, pour le reste, la variété est grande (cependant toutes les pièces sont, bien entendu, en acier) : une face avant forgée, le corps en tôle épaisse emboutie, plusieurs tourillons, supports d'axe sortis de décolletage, des ressorts (dans le rail). Tout ceci assemblé, essentiellement, par soudure, mais aussi par rivetage (le rail sur le corps de berceau, la charnière arrière).

Même variété de techniques dans le boîtier d'alimentation. La troisième illustration permet en outre de bien visualiser l'ensemble complexe où sont utilisés, soit les gaz de propulsion du projectile, prélevés dans le tube et venant agir sur le piston à gaz, soit (réarmement automatique en vol en cas de défaillance d'une cartouche) les gaz produits par la cartouche de réarmement pyrotechnique, qui agissant sur un piston intermédiaire, lui-même repoussant le piston à gaz. Le mouvement de ce piston provoque le cycle élémentaire complet : aller-retour de l'ensemble tiroir-poussoir, rotation du tambour d'un cinquième de tour et avancée d'un pas de la bande de cartouche.

Avant de parler des munitions développées parallèlement, évoquons quelques péripéties ou épisodes vécus.

La chaîne de fabrication : on l'a dit, les prévisions portaient en total sur 600 armes à produire. Les achats de machines-outils ne pouvaient se faire qu'au compte-goutte. Aussi, devait-on utiliser au maximum l'existant. Pas étonnant alors de voir dans les ateliers de Tulle une proportion importante de fraiseuses Bariquand ou Puteaux datant des années...1890 ou du tout début du siècle, heureusement progressivement dotées par l'atelier spécialisé de la MAT (« l'ACM ») de moteurs électriques individuels remplaçant les poulies, courroies plates, arbres de transmissions aériens allant chercher l'énergie aux énormes moteurs électriques trônant en tête des allées. Et j'ai souvenir de divers « bricolages » qui, des années durant, firent partie des chaînes de production du « 30 Avion » : à titre d'exemple, le polissage des chambres du tambour, qui s'était avéré nécessaire à la bonne extraction des douilles vides au cours du tir. Pas de moyen existant, un achat aurait été très coûteux : une vieille perceuse, plus un excentrique, deux lames à ressort, supportant deux pierres, l'ingéniosité du concepteur, l'ingénieur militaire Robert Cognée : le problème était résolu, et bien résolu.

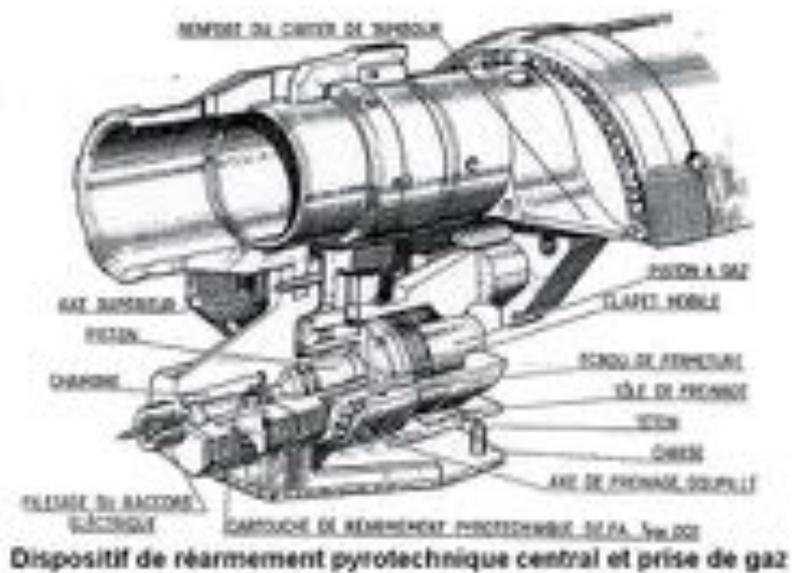
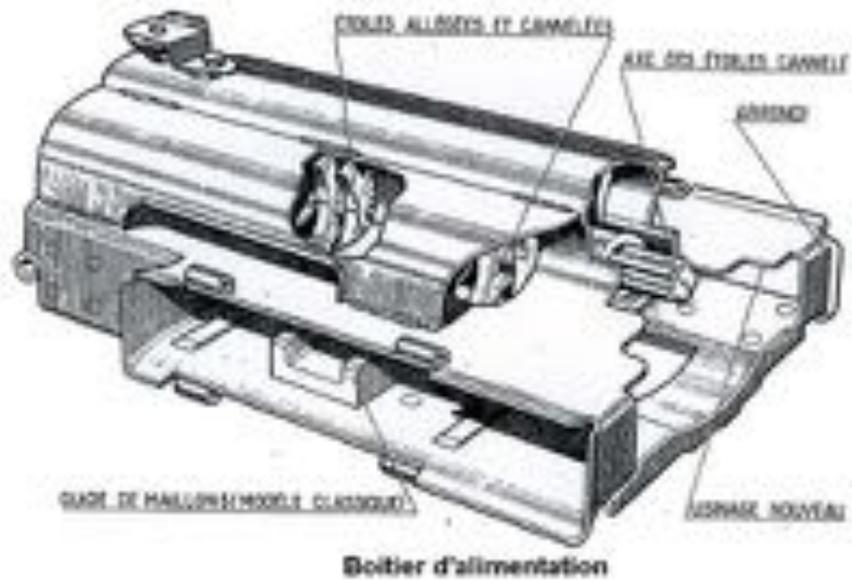
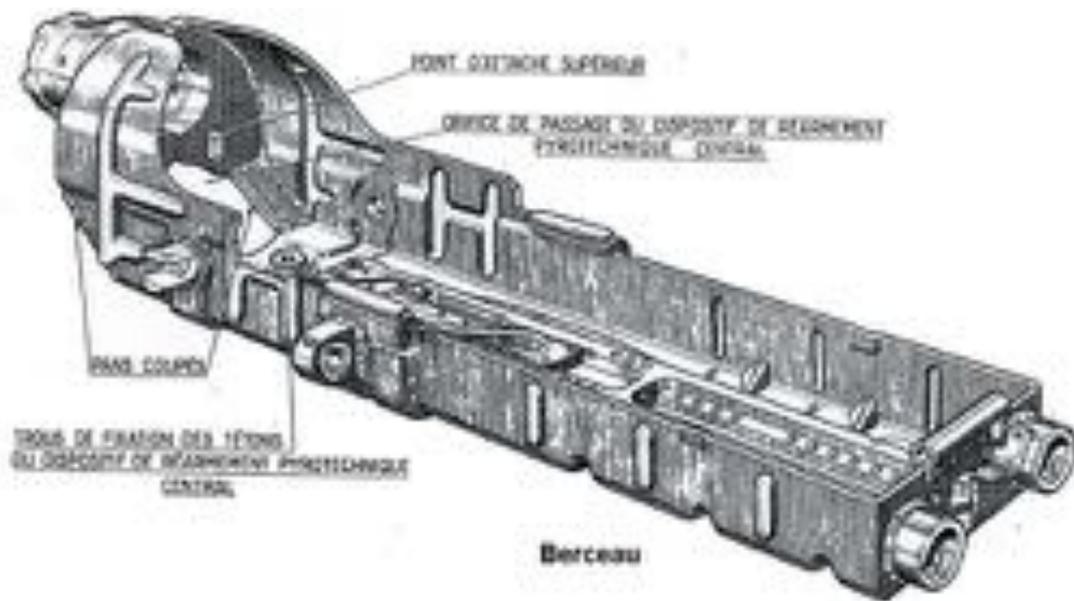


Fig.6
Vues éclatées du canon de 30mm DEFA

Les premières années furent riches en péripéties, et le nombre d'heures passées – parfois fort tard – par le sous-directeur et les ingénieurs et techniciens concernés au chevet des canons « en panne » sur l'affût de tir (les maladies de jeunesse) fut très important.

De temps en temps, des moments de grande émotion. Nous étions en phase de réception de canons pour un client étranger, en présence de l'un de ses représentants. Tout se passait bien, l'heure de fin de travail arrive. Discussion autour du canon. L'air préoccupé de l'un de nos techniciens m'intrigue ; dès que notre client nous a quittés, il se précipite avec l'ingénieur en chef Deruelle et lui dit : « venez voir, nous avons un pépin incroyable ». Un coût d'œil dans le tube du canon, confirmé par l'examen endoscopique, révèle un vrai désastre : sur plusieurs décimètres de longueur, les cloisons entre rayures sont aplaties ou arrachées. Réaction de Lucien Deruelle : à Tulle, on travaille cartes sur table. Et il m'envoie rattraper notre client ; je le ramène au stand, on le met au courant, en ajoutant que l'on ne savait pas l'origine du mal, mais qu'on l'informerait au fur et à mesure de l'enquête technique. Attitude tout à fait typique de notre sous-directeur, et de l'action constante qu'il a menée pour passer de l'esprit « contrôle, méfiance, dissimulation », qui était encore celui de trop nombreux acteurs, à une politique « qualité, confiance, ouverture ».

Pour conclure avec notre incident, disons simplement qu'il provenait de l'incompatibilité de deux modifications concernant l'une le traitement intérieur du tube, l'autre le matériau de ceinture. Aucun essai n'avait été fait, mais il n'était effectivement pas du tout évident qu'une telle interaction puisse exister.

Il convient maintenant de parler des autres composants du système, et essentiellement des munitions.

4 – LES MUNITIONS DU « 30 AVION »

Dans un système, les munitions sont souvent mises au dernier rang de l'information publiée et de l'intérêt porté par l'observateur non spécialiste. On parlera beaucoup dans les médias de tel avion de combat ou de tel char de combat, un peu moins du canon qui les équipe, très peu ou pas du tout des munitions que ce canon met en œuvre.

Et pourtant, sans canon (ou autre armement tel que missile) le char n'est rien, et sans bonnes munitions, le canon n'est qu'un joujou sans grand effet vulnérant.

Par ailleurs, si l'on considère le coût d'un système-canon, on s'aperçoit que le chapitre munition représente en valeur bien davantage que le seul chiffre d'affaires « canon ». Et ceci est particulièrement vrai pour des munitions aussi élaborées que les « obus », qu'ils soient d'artillerie ou de moyen calibre (avec, dans ce dernier cas, une consommation très élevée due au tir en rafale).

Une certaine continuité s'était manifestée dans les programmes précédents, tous au calibre de 20 mm (Oerlikon, Hispano-Suiza, MG 151), qui avait permis des transpositions pour le développement des munitions destinées à tel ou tel système. D'où la possibilité (on le verra mieux en abordant au titre 5 les nouveaux programmes de 20 mm français de la période 1960-1975) de simplifier les études en les limitant à des travaux d'adaptation et de validation.

Le nouvel armement de « 30 Avion », en raison du calibre et des caractéristiques propres, obligeait à créer un nouveau standard et une nouvelle collection de munitions.

L'ampleur du travail à mener fut considérable et nécessita l'intervention de nombreuses firmes, françaises et étrangères.

Dans des versions successives, trois types d'obus furent développés (outre un obus d'exercice).

- L'obus de 30 OAPEI : antipersonnel explosif incendiaire. L'obus a des parois épaisses ; la charge d'explosif les brise en fragments ayant un effet antipersonnel et anticibles légères. En outre, l'explosif est doté d'une capacité incendiaire. C'est le projectile le plus utilisé pour l'attaque au sol. Il est ou non doté d'un traceur.
- L'obus de 30 OPIT : performant incendiaire traceur. Obus à parois minces avec un noyau perforant et une petite charge incendiaire. C'est aussi un obus air-sol, destiné à l'attaque des blindages et du béton.
- L'obus de 30 OMEI : obus mine explosif incendiaire. A parois très minces, mais emportant une charge explosive maximale, il agit par effet de souffle. C'est la munition du combat air-air, anti-aéronef.

On l'a vu dans l'introduction technique de ce volume, de nombreuses compétences sont nécessaires pour développer des munitions. Sans entrer dans les détails techniques, citons les principales firmes ou établissements mis à contribution dans le programme « 30 Avion ».

- douille : DEFA (AME, ATE) Manurhin, Oerlikon
- poudre : Direction des Poudres (Bergerac, Pont de Buis)
- amorçage : DEFA (ATS), Oerlikon
- corps d'obus : DEFA (AME, ATE), Manurhin, Oerlikon
- explosif : Direction des Poudres (Sorgues)
- chargement : DEFA (AME, ARS, ASS)
- fusées : DEFA (AME), Manurhin, Oerlikon

Il serait fastidieux et complexe de détailler les travaux menés sur les différentes munitions de « 30 Avion » et leurs composants. Plus que pour l'arme elle-même, il s'agissait comme on l'a dit d'un travail collectif, réparti entre plusieurs spécialistes. En fait, il y eut trois acteurs principaux, concepteurs d'ensemble (chacun présentant des modèles originaux) et maîtres d'œuvre vis à vis des nombreux coopérants : la DEFA, Manurhin, Oerlikon.

Au sein de la DEFA, l'AME joua un rôle important. L'établissement disposait des moyens (de douillerie, d'encartouchage, de pyrotechnie, de fabrication de fusées, etc.) et des spécialistes. Je citerai, pour donner une idée du genre de difficultés à résoudre, les paragraphes suivants empruntés à un texte de l'ingénieur en chef Perfetti, de l'AME.

Celui-ci fut, pendant plus de dix ans, le coordinateur efficace des nombreuses équipes qui, tant à l'AME que dans les autres entreprises et établissements DEFA concernés, ont travaillé sur les munitions du 30mm Avion ou leurs composants.

Et, au sein de l'AME, il fut l'animateur compétent et vigoureux des équipes munitionnaires, parmi lesquelles on citera notamment celle chargée des fusées, avec à sa tête un spécialiste allemand de grande envergure, l'ingénieur diplômé Kessler. Citons donc l'Ingénieur en chef Perfetti.

« L'essentiel des travaux de l'AME a porté sur les munitions de 30 mm, notamment les fusées, que l'on traitera ci-dessous dans l'optique des difficultés, leur principe de fonctionnement étant fort connu.

- Les fusées autodestructrices de 30 mm (1502 et 1511)

La fusée 1502 (pour le 30-540, vo 600 m/s) fut rapidement abandonnée avec le matériel 30-540, mais la 1511 (30-550) donna lieu aux mêmes incidents, [portant tous sur deux fonction précises] :

- Les temps d'autodestruction

Ils se sont avérés difficiles à stabiliser jusqu'à ce qu'on puisse incriminer à coup sûr l'influence de l'encuvrage des tubes (ceintures du projectile en tombac). Cet encuvrage, dont l'effet avait été soupçonné, avait des conséquences curieuses sur les temps d'autodestruction : ceux-ci demeuraient stables pendant un certain temps, puis des temps courts apparaissaient de plus en plus nombreux, puis ils se rétablissaient progressivement jusqu'à devenir normaux pendant un certain temps, puis l'évolution vers les temps courts reprenait, etc. Ce phénomène fut appelé « à relaxation ». L'expertise révéla que des languettes se produisaient, qui, sortant de la couche limite, freinaient la vitesse de rotation et par conséquent modifiaient les temps d'autodestruction. Des photographies ultra-rapides à la bouche montrèrent que ces languettes se formaient à l'avant de la ceinture, par raclage du cuivre déposé par les coups précédents. Le seul remède fut le panachage des munitions avec des ceintures en fer doux (fritté ou non) dans des proportions qui varièrent de 1/5 à 1/15, jusqu'à l'adoption systématique des ceintures en fer fritté, malgré leur effet d'usure plus important.

- Les détonateurs

Il s'agissait de détonateurs à retard pyrotechnique de conception mécanique et pyrotechnique assez compliquée. Les temps de retard, de l'ordre de 0,6 milliseconde au départ durent être ramenés à environ 0,1 ms, du fait de l'évolution de la dimension des cibles (bombardiers lourds remplacés par des chasseurs bombardiers). Le plus gros problème fut celui de la résistance au choc du détonateur en tir de sécurité de bouche. Les fonctionnements intempestifs au cours de ces tirs ne purent être totalement éliminés que par un soin extrême en fabrication.

• La fusée percutante air-sol 1520

Munie d'une sécurité de stockage, cette fusée devait être très sensible suivant le programme de ST/Aéro. Cela fut obtenu par l'extrême sensibilité de la partie mécanique et de l'amorce percutante. Des fonctionnements sur trajectoire s'étant produits sur gouttes de pluie, la sensibilité dut être diminuée par action sur les parties mécaniques, la chaîne pyro restant inchangée.

Par la suite, des fonctionnements intempestifs apparurent au tir, dans l'immense majorité des cas à 1 m environ de la bouche. Inexpliqués jusqu'au début des années 1980, ils purent être imputés au choc du rotor porte amorce sur la goupille d'arrêt du mouvement de cette pièce, générant des décélérations d'autant plus importantes que cette pièce était dure et entraînant un fonctionnement par inertie de l'amorce percutante en position armée.

Il y avait en l'occurrence un vice de conception.

• Autres fusées

- Fusée I A I 1525 (Inerte active inerte)

L'étude des courbes de poursuite avion-projectile montrait que les avions, dont les vitesses ne cessaient de croître, avaient tendance à rattraper les projectiles et à passer dans les nuages d'éclats dus à l'autodestruction. D'où l'idée d'une fusée sans autodestruction, à sécurité de stockage qui se remettait en position sécurité au bout de 10 à 20 secondes de vol.

L'étude fut menée presque jusqu'à son terme, jusqu'à son abandon par l'État-major de l'Air qui ne voulut pas voir le territoire, ou ses champs de tir, pollués par des munitions non explosées dont la pyrotechnie, bien qu'en position sécurité, soit encore active.

- Fusée hydrodynamique

Cette fusée découlait de l'idée qu'un avion est pratiquement une citerne volante. Elle devait fonctionner, par action des liquides (kérosène, essence) sur le dispositif de mise à feu.

L'idée, séduisante, ne put être réalisée : les non fonctionnements étaient excessivement nombreux et dus vraisemblablement à des phénomènes de cavitation au moment de l'impact. »

Autre élément faisant appel à des techniques particulières : le maillon détachable, qui doit allier souplesse et résistance et assurer la parfaite tenue de la munition durant son

transfert très chaotique depuis les coffres à munitions jusqu'à l'arme. Travail confié à deux spécialistes, les établissements Rossi et Gros Lambert.

Disons ici un mot de ce composant sur lequel nous sommes passés rapidement dans les chapitres introductifs.

Il joue un rôle essentiel dans l'alimentation d'une arme automatique à partir d'une bande ; l'alimentation à partir d'un chargeur, donc de munitions nues – sans maillon – ne permet qu'un approvisionnement en quantité très limitée. Couramment utilisée en armement portatif, elle ne l'est en moyen calibre que dans des cas particuliers (par exemple, tir de munitions coûteuses – notamment perforantes – utilisées en coup par coup dans un canon à alimentation double).

Malgré son aspect anodin, le maillon est soumis à des contraintes considérables, et réclame des spécifications sévères. Il doit tenir fermement la munition, sans aucun déplacement longitudinal, pour empêcher tout blocage dans les couloirs allant du coffre à munitions à l'arme, mais être suffisamment élastique pour qu'au moment du tir, il permette au mécanisme de l'arme d'extraire la munition sans trop d'effort et sans meurtrissure. Il doit résister aux sévères sollicitations périodiques provoquées par la traction d'une bande de munitions longue parfois de plusieurs mètres, dans un mouvement avance-arrêt à la cadence de 10 à 30 fois par seconde. Son office rempli, il doit se détacher aisément de la bande pour être éjecté.

Ceci explique, là aussi, le petit nombre de modèles (parfois un seul) pour tout un standard de munitions, et le nécessaire recours aux rares spécialistes ayant la maîtrise de cette technique.

A titre d'illustration, voici une planche (Figure 7) représentant la gamme de fabrication du maillon destiné au 30 550. Il y a évidemment lieu d'y ajouter les opérations de traitements thermique et de surface, d'importance capitale.



Fig. 7

Il faudrait aussi citer les équipementiers électriques (Société Alkan), ainsi que le responsable des interfaces arme/avion.

5 – SYNTHÈSE

C'est donc un tissu industriel très vaste qui fut associé au 30 DEFA. Celui-ci allait constituer, on l'a dit, l'un des gros succès techniques et commerciaux de la DEFA : dès la fin de la période 1945-1975, près de 15 000 armes produites, équipant une quinzaine de types d'avions de combat dans une vingtaine de pays (en fin d'annexe 2, figure la liste des 30 pays utilisateurs à la fin de la période 1990).

Ces chiffres confirment ce que nous disions au début de ce tome : quand un modèle de canon automatique moyen calibre est réussi, son « règne » dure longtemps : né à la fin des années 1940, avec premières livraisons en 1954, le 30-550 sera toujours sur les catalogues du fabricant français dans les années 2000.

Ces chiffres mettent par ailleurs en évidence la fragilité des prévisions, si l'on rappelle les hésitations ayant accompagné son lancement en 1948, et les consignes données à Tulle de mettre en place des moyens adaptés à la technicité du produit, mais les plus sommaires possibles, compte tenu d'une probabilité de production totale ne dépassant pas les 600 exemplaires...

Rappelons d'ailleurs que, loin d'être un point final en matière de canons pour avions de combat, la série des 30 DEFA 550, après son ultime version 554 pour le Mirage 2000, allait faire place au nouveau programme de 30 mm 791 (destiné au Rafale), qui sera développé à Bourges (GIAT/EFAB) par l'équipe dynamique et compétente qui aura pu se constituer et s'aguerrir grâce aux programmes de 20 mm traités au chapitre 6.

CHAPITRE 5

DÉFENSE ANTIAÉRIENNE 30 MM (PROGRAMME HS 831) ARMEMENT DES HÉLICOPTÈRES

Nous regroupons dans le présent chapitre 5 deux sujets qui n'ont aucun point commun, mais qui constituent une transition commode entre le programme « 30 Avion » et les programmes 20 mm traités au titre 6.

Venant après les exposés sur le canon 30 mm pour avion, il est en effet intéressant de parler du deuxième programme de 30 mm qui a pris place pendant la période 1945/1975 : le canon 30 mm HS 831. Nous pourrions alors tourner la page des 30 mm, et aborder les programmes 20 mm par le biais de travaux qui auront eu une influence très importante sur les choix futurs concernant ces programmes : l'armement des hélicoptères.

1 – DEFENSE ANTIAERIEENNE 30 MM. GENESE DU PROGRAMME

C'est en 1955 que état-major de l'armée de Terre prononce l'adoption du canon Hispano-Suiza (Genève) HS 830. Il en est prévu un emploi très large : montages sur affûts terrestres, montages en tourelles, avec dans tous les cas comme mission principale la défense contre avions (défense classique à courte et moyenne portée).

Cette adoption intervient après une série d'études opérationnelles et techniques menées au cours des années 1952 et 1953.

S'agissant des armes, trois calibres avaient été pris en considération : 20, 25 et 30 mm. La quasi-absence d'armes de 25 mm sur le marché fait très vite abandonner ce calibre. En 20 mm, les possibilités ne manquent pas, avec une gamme étendue de puissance (produit de l'énergie cinétique d'un coup – masse du projectile multipliée par vitesse initiale au carré – par la cadence).

Nous n'entrerons pas dans le détail, puisqu'en définitive ce calibre ne sera pas retenu. Indiquons simplement que sont examinés, et pour certains expérimentés, les canons présentés par Hispano et Oerlikon, ainsi qu'un prototype de la DEFA (le 5 CGF, conçu par l'AME, dont nous reparlerons plus loin) et enfin le canon allemand MG 151.

Parallèlement sont réalisés un affût monotube, dit affût de transition (ou affût « consortium », réalisé en commun par trois constructeurs – Précision moderne, SAGEM, La Varenne – dont sont réalisées des versions prototypes adaptées aux différents canons envisagés ; cet affût sera à nouveau évoqué au chapitre 6 section 5), et une tourelle quadruple équipée de l'arme 20 mm MG 151 (tourelle protégée dite PM 512 de la Précision moderne).

Cette dernière, adoptée sous la désignation « de matériel anti-aérien » de 20 mm quadruple MG 151 Modèle 1953 T1S1, fait d'ailleurs l'objet d'une petite série de 20 exemplaires, qui sont affectés à la défense de tours de relais hertziens Paris-Lille et Paris-Lyon.

Nous reviendrons au chapitre 6, section 5, sur la « carrière » de l'affût Consortium « de transition ».

S'agissant du 30 mm, des prototypes d'affûts, monotube et bi-tubes sont réalisés en 1952. Ils doivent permettre de procéder à l'expérimentation des trois armes envisagées :

deux canons Hispano-Suiza (le HS 604 et le HS 830) et un prototype français, le 5 CGF en cours d'étude à la DEFA (Atelier de fabrication de Mulhouse, AME).

Évoquons tout de suite le cas de ce dernier. Il s'agit d'un projet de canon « classique » conçu par l'équipe moyen calibre de l'AME dans l'esprit et le prolongement du canon allemand MG 151. Comme ce dernier, le 5 CGF devait avoir deux versions, le passage de l'une à l'autre se faisant par le simple changement du tube et de quelques pièces du système d'alimentation. Mais au lieu des calibres 15 et 20 mm (MG 151), le 5 CGF adoptait les calibres 20 et 30 mm. En calibre 30 mm, il tirait une munition de 30 mm « aviation » à vitesse initiale de 790 m/sec (poids de l'obus 240 g) qui était d'ailleurs proposée comme standard OTAN.

Concentrées sur le canon de « 30 Avion », les équipes de Mulhouse n'en étaient qu'au début des démarches exploratoires pour le programme de défense contre avion de l'état-major ; le 5 CGF, faute de mise au point suffisante, fut vite éliminé des possibilités tant en 20 qu'en 30 mm.

Entre les deux canons Hispano-Suiza, l'option est prise dès 1952 de privilégier la piste HS 830, et, afin de confirmer cette option, un marché est passé pour la fourniture de quatre armes, montées sur affût suisse type 641, les munitions étant alimentées à partir de chargeurs cylindriques de 20 cartouches. Une expérimentation, d'ailleurs assez sommaire, est menée aussitôt sur les polygones de Versailles et Toulon. Écoutons l'ICETA Josset, de l'ETTN, qui devait suivre tout ce programme HSS 831 (numérotation définitive de la version retenue par la France).

« Les tirs commencèrent à l'ETVS puis à l'ETTN en 1953 avec ces matériels. Le constructeur répondant à la demande de la DEFA et de l'état-major qui voulaient une alimentation par bande (on songeait à la défense des pelotons de chars avec un matériel homogène, les chargeurs ronds de 20 cartouches ne convenaient donc pas) étudia un pourvoyeur fonctionnant avec le recul du canon et mit au point le maillon pour avoir une bande souple.

Un essai comportant seulement un tir de 800 coups sur un affût type 641 modifié fut effectué à la Renardière à Toulon. »

Parallèlement, au cours de ces années 1953-1954, les tendances de l'état-major s'orientent, pour des considérations opérationnelles et non techniques, vers « un calibre au moins égal à 30 mm ».

Au dernier trimestre 1954, décision est prise de cesser tous les travaux sur le 20 mm, de réorienter les études en cours (affûts, montages notamment) sur le 30 mm, et la DEFA est invitée à négocier avec Hispano-Suiza Genève en vue de l'adoption et l'approvisionnement d'armement antiaérien type HS 831.

L'adoption est prononcée dès le début de 1955 ; la munition de base subit quelques modifications, le pourvoyeur à bande est seul retenu, et le matériel reçoit l'appellation « canon de 30 mm HS 831 A ».

2 – DEROULEMENT DU PROGRAMME 30 MM HS 831

La satisfaction des besoins de l'état-major se fera par deux voies. La première est la fourniture rapide par Hispano de 200 canons, équipés de pourvoyeurs moitié à alimentation à droite, moitié à alimentation à gauche, et 12 000 munitions (à obus d'exercice et obus explosifs). La seconde est l'achat d'une licence, avec mise en fabrication en France pour les besoins complémentaires (estimés alors à plusieurs milliers).

Cette fabrication sera assurée :

- par la MAT (Tulle) en ce qui concerne l'arme
- par la MAC (Châtellerauld) en ce qui concerne le pourvoyeur, la MAT étant responsable du pilotage technique et de la présentation en recette de l'ensemble canon et pourvoyeur
- par Manurhin et Luchaire en ce qui concerne les munitions (les maillons, constituant toujours très délicat, étant confiés à deux des spécialistes français : MGY – Manufacture Geoffroy – à Thiers, et Société Gros Lambert à Besançon).

La livraison des 200 armes de fabrication suisse se déroula de mars 1956 à fin 1957. Écoutons à nouveau l'ICETA Josset :

« La réception en usine à Genève commença en 1956 du 20 au 28 mars. Je fus désigné par l'ingénieur général de Vals comme membre de la commission dont le président était le chef d'escadron Bonfils de la STA. La recette fut fractionnée en neuf périodes d'une semaine, échelonnées jusqu'en 1957. A chaque lot, deux armes étaient prélevées pour des tirs complémentaires à Toulon. Avant la présentation en recette, l'arme de 30 HSS 830 fut rebaptisée 30 HSS 831 A, ainsi que la munition dont le dessin de l'obus fut légèrement modifié. Mes premiers comptes-rendus de mission sont datés des 3 avril, 4 mai, 2 juillet, 1^{er} septembre 1956. Certains sont illustrés de croquis. Des améliorations furent apportées aux pourvoyeurs des armes en cours de recette consécutives à des incidents survenus sur des armes de lot. »

Dans le même temps, Tulle et Châtellerauld préparent la fabrication en France. Celle-ci devant porter sur des grandes quantités, les manufactures (notamment la MAT) bénéficient d'une dotation en crédits importante, qui permettra une notable évolution de l'équipement en moyens de production : remplacement de machines réellement obsolètes, mise en place de rectifieuses de qualité, dont les canons Hispano sont gros « consommateurs ».

On peut, à titre de parenthèse, comparer les décisions prises à trois années de distance pour les deux canons de 30 mm produits par la MAT.

Pour le premier¹¹, prévision de production très limitée (600 armes) et donc équipements conçus dans un souci de stricte économie ; on sait ce qu'il en fut en réalité (plus de 20 000 canons fabriqués).

Pour le second : prévision de production de plusieurs milliers, chaînes équipées en conséquence, mais qui ne fabriqueront que quelques centaines d'armes.

Fermons cette parenthèse (surprenante...), sans en expliciter davantage les raisons (car il y en a eu, dans les deux cas), et revenons aux commentaires sur la fabrication du canon et de son pourvoyeur.

Le HS 831 est vraiment un « grand frère » du HS 404, dont Tulle (et Châtellerauld) avaient l'expérience de fabricants. On s'attendait donc à une mise en production sans histoire. En fait, bien qu'il n'y ait pas eu de problèmes vraiment majeurs, les équipes françaises rencontrèrent quelques difficultés. On peut les classer en deux catégories.

On dut constater, tout d'abord, que les données de définition fournies par la firme suisse, au demeurant de grande qualité, comportaient parfois des lacunes. Celles-ci apparurent aux premiers montages d'armes complètes, puis aux premiers tirs. Les experts suisses venus, au titre de l'assistance technique, examiner les premiers jeux de pièces produits par Tulle et Châtellerauld, en reconnurent la grande qualité. Mais ils relevèrent quelques oublis de détail (du type : telle face de pièce, ou premier cône de chambre non polis à la pierre, tel chanfrein non exécuté de telle façon) ; mais en fait, ces

¹¹ Voir chapitre 4, section 3.

finitions n'étaient spécifiées nulle part : elles s'étaient avérées nécessaires chez le fabricant suisse, y étaient devenues une spécification d'atelier, non reportée sur les dessins. Deuxième difficulté, concernant le fonctionnement du pourvoyeur. On dut se rendre compte que les principes cinématiques de base n'étaient plus connus (peut-être suite au départ de certains des concepteurs) ; pour comprendre certains dysfonctionnements (notamment aux conditions climatiques extrêmes, en chambre froide à l'ETBS), les ingénieurs de la MAT durent se livrer à l'analyse expérimentale et théorique du fonctionnement, en reconstituer les règles, avant de pouvoir corriger les défauts constatés.

Mais, au total, les choses se passèrent bien. Comme prévu, les premiers exemplaires sortirent de chaîne en début de 1959, et la première présentation en recette eut lieu au début de l'année 1960.

S'agissant des affûts et tourelles mettant en œuvre le canon HS 831, nous renvoyons le lecteur au volume 3, consacré à la défense aérienne. Celle-ci ayant été le seul usage du canon en France, le volume 3 traite complètement du volet « montages ». Nous dirons, par contre, un mot des munitions.

Le canon adopté par l'état-major français est le HS 831 A. Les caractéristiques communes des munitions qu'il utilise sont : longueur totale 285 mm, masse de la cartouche 950 g, dont 160 g environ de charge propulsive (poudre) et 365 g pour la douille nue (en acier, longueur 170 mm). La vitesse initiale est de 1 000 m/sec.

Quatre types d'obus ont été développés : exercice et exercice-traceur, explosif-incendiaire et explosif-incendiaire-traceur. Pour ces derniers, l'obus est chargé avec de l'hexal 70/30 (deux modèles d'obus, à 45 et 28 g d'explosif) et amorcé par une fusée à autodestruction (5 à 12 secondes) avec sécurités de transport et de début de trajectoire. La durée de traçage est de quatre secondes (soit 2500 mètres).

Dans un premier temps, les munitions ont été approvisionnées en Suisse ; elles furent ensuite mises en production chez Manurhin.

Signalons enfin qu'il existe une autre arme très voisine, le canon HS 831 L. Il met en œuvre la famille de munitions HS 831 L, à vitesse initiale un peu plus élevée (1 080 m/sec), avec obus un peu plus légers. Ces munitions sont également utilisées par le canon de 30 mm Rarden, et sont elles aussi produites par Manurhin.

3 – LES MONTAGES SUR HELICOPTERES : ASPECT HISTORIQUE

Avant de décrire les deux grands programmes de canon automatique de 20 mm qui ont marqué la période 1960-1975 (l'AME 621 et le 20 mm F1 puis F2, alias 693), nous nous arrêterons sur ce qui les a précédés, et qui fut une histoire assez singulière à divers égards : la naissance de l'armement des hélicoptères par des canons de 20 mm.

Histoire assez singulière : ce nouveau concept n'est en effet pas issu d'une démarche méthodique et organisée par les services centraux, mais très largement d'initiatives locales. Et les premières réalisations relèvent de purs « bricolages », au départ désapprouvés, parfois même interdits par la hiérarchie.

Ce concept d'hélicoptère armé voit le jour en 1956, quasi-simultanément en France et en Algérie.

En France, il s'agit de la réflexion de certains « techniciens », au premier rang desquels il convient de citer l'ICETA Josset, en poste à l'Établissement technique de Toulon (ETTN) centre d'essais de la DEFA disposant d'un polygone de tir en mer, et

notamment de positions de tir à site négatif (tir plongeant du haut d'une falaise abrupte de 92 mètres de hauteur, ce qui allait se révéler très précieux dans le cas présent).

En Algérie, ce furent les réflexions du colonel Brunet, commandant un escadron d'hélicoptères de l'armée de l'Air basé à Oran, et de ses adjoints.

L'appui aérien avait, de longue date, prouvé son intérêt pour la protection et l'action des troupes au sol. Mais, dans certains cas, l'avion a un inconvénient : sa vitesse de déplacement, excessive pour beaucoup d'interventions qui réclameraient un vol stationnaire ou quasi-stationnaire.

Le (relativement) nouveau venu, l'hélicoptère, convient beaucoup mieux. Mais alors employé avant tout pour les déplacements, les transports et l'observation, il n'avait été utilisé comme plateforme de tir que pour l'emploi d'armes « légères » (fusil, pistolet-mitrailleur, petites roquettes).

L'idée nouvelle était simple ; compte tenu des porteurs dont on disposait (notamment le « gros » Sikorsky H 34), ne serait-il pas possible de les munir d'armements plus efficaces, et notamment de canons automatiques ?

Traduite et diffusée dans la hiérarchie sous forme de rapports, l'idée est rejetée par les uns, retenue avec plus ou moins d'intérêt par les autres. Elle sera mise en application progressivement avec les moyens locaux, l'emploi de mécanismes récupérés d'affûts terrestres et comme arme, soit le canon HS 404 (qui est connu des utilisateurs), soit le canon Mauser MG 151, jugé plus adapté par les techniciens qui l'ont expérimenté et n'ignorent pas son succès sur les ailes allemandes pendant la guerre, et dont la France a « récupéré » plusieurs milliers d'exemplaires (en plus ou moins bon état) à la fin du conflit.

Laissons la parole à l'ICETA Josset pour relater la période juillet 1957 à juin 1959. Il s'agit de la phase « artisanale » de l'histoire de l'hélicoptère-canon français ; bien que limitée ci-après à des extraits, la narration de l'ICETA Josset montre parfaitement, et de manière très vivante, ce que quelques hommes, pressés par la nécessité vitale et confiants en la justesse de leurs vues, ont su réaliser à force d'initiative et de débrouillardise.

« Le colonel Brunet, commandant l'escadre d'hélicoptères n° 2 à Oran [...], pilote de chasse qui a fait ses preuves pendant la guerre 1939-1941 a pu apprécier les avantages qu'on pouvait obtenir de l'hélicoptère pendant ses séjours en Indochine. Il a par la suite beaucoup réfléchi à son emploi dans le combat antiguerilla et rédigé le premier règlement d'emploi de l'hélicoptère pour les évacuations sanitaires et les héliportages d'assaut.

Lui-même et son adjoint technique le capitaine Émile Martin montent d'abord un 75 sans recul. Ce fut "catastrophique", a écrit Martin. Ensuite, Martin trouve un canon de 20-404. La pauvreté des moyens d'atelier rend impossible son montage sur un affût tournant. L'arsenal de Mers-el-Kebir lui confie une MG 151-20 et un berceau de montage avec lien élastique allemand d'origine. Un support tubulaire est confectionné prenant appui sur l'armature du plancher face à la porte du H 34, l'hélicoptère Sikorsky désigné pour être armé. Le personnel de Sud-Aviation détaché à la base apporte son aide. De grandes difficultés viennent de la hiérarchie, une note de service signée en haut lieu ordonne de cesser toutes activités visant à armer un hélicoptère pour le combat, mais nos "bricoleurs" continuent, montent trois mitrailleuses. 50 récupérées à la 2^{ème} escadre de chasse, toujours clandestinement.

A l'armée de Terre sont trouvés des tubes lance-roquettes de 73, six sont montés sur une potence côté droit. A gauche un panier lance-roquettes SNEB de 68 venant d'une base d'avions T6.

Il faut beaucoup d'ingéniosité, de ruses et de temps pour réaliser ces montages. Juillet et août 1957 : premiers essais avec comme tireur Potelle, para des commandos de l'Air. Réaction très vive de l'état-major, mais le colonel Brunet finit par obtenir un accord sur un armement de l'hélicoptère comprenant le canon et les mitrailleuses. Dès lors l'hélicoptère canon devient bien vite indispensable. Il est baptisé Mammouth (indicatif radio de Brunet). Il

participe à toutes les opérations importantes au sein des détachements d'interventions hélicoptérées (DIH). Au printemps 1958, Monsieur Lunati ingénieur au STAé, donne rendez-vous à Villacoublay à Monsieur Leroy de la SAMM devant un H 34 pour qu'il réalise un prototype d'affût dans les délais les plus brefs. Il lui montre l'encadrement de la porte, lui dit que l'arme à monter est la MG 151-20, Leroy et ses monteurs relèvent le défi. Voici ce qu'écrivit Leroy : "Avec une petite circulaire de 200 ou 250 sur laquelle nous avons fixé une fourche en acier soudé de 5 mm et d'autres pièces, nous avons présenté aux essais un affût pas très joli d'aspect mais réalisé en moins d'une semaine. "

Cette réalisation par la SAMM est le prototype de l'affût S450 fabriqué en 20 exemplaires, contrôlés par le STAé et livrés à l'Armée de l'air en juillet 1958. Il se compose essentiellement d'une partie tournante supportant un coffre à munitions pouvant contenir 60 cartouches et d'un berceau oscillant recevant le canon 151-20. Le coffre est relié au berceau par un couloir en tôle. Sur le côté gauche du berceau : un réceptacle pour les maillons éjectés. A l'arrière : deux poignées en tôle et une détente pour la commande mécanique du lâcher de culasse.

Cet affût tant attendu, monté sur hélicoptères auxquels sera donné le nom de "Pirate" déçoit un peu, car des incidents d'alimentation sont fréquents et la capacité du coffre est trop faible [...]. Des camarades français, suivent de près l'évolution des travaux. Il s'agit d'officiers de marine basés à Lartigues : le lieutenant de vaisseau Michel et l'ingénieur mécanicien Salmon veulent armer un H SS1, version Marine du Sikorsky 58 dont le H 34 est la version armée de l'Air.

Ils réalisent un support tubulaire un peu différent de celui de Martin avec plus de facilités en moyens techniques mais devront œuvrer malgré tout en semi clandestinité, couverts par le commandant du GATAC 2, le colonel Ezzano.

Le 15 novembre 1958 est la date où pour la première fois fut expérimenté le H SS1 de la 32 F au cours d'une petite opération dans le secteur de Saïda. Il avait été baptisé : "Rameur canon". Le général Ezzano (il avait été promu le 1^{er} juillet) était à bord pour assister aux essais. Sur le support est boulonné l'affût de la SAMM, le S 450, cédé par état-major Les résultats encourageants font déclarer cet hélicoptère canon opérationnel.

Ce "Rameur canon" de Michel et Salmon, dérivé du "Mammouth" de Brunet et Martin, la Marine suivant l'armée de l'Air, apporte un élément nouveau. Son concours deviendra très efficace, le Colonel Bigeard saura utiliser l'hélicoptère "canon".

1959 connaît une série d'incidents (dont deux explosions en vol), et l'affût S 450 du Rameur canon nous est confié.

Dès le premier examen à vue nous relevons plusieurs causes possibles d'incidents. Le constructeur de l'affût qui, rappelons-le, a dû sortir en une semaine le prototype, n'était pas suffisamment informé sur les conditions de montage essentielles pour un bon fonctionnement de l'arme. Nous apportons les modifications les plus indispensables.

Le 18 mars commencent les tirs. 800 coups sont tirés sans aucun incident (ce furent les premiers tirs d'un montage pour l'hélicoptère effectués sur notre polygone de la Renardière, dont la situation permet le tir à site négatif). Dès la fin des tirs, l'affût S 450 est renvoyé à la 32F, et l'OE Roy et moi partons [en Algérie].

Nous nous rendons à la base de La Senia près d'Oran et présentons l'affût modifié aux camarades de l'armée de l'Air ; je remets la liste des modifications à faire. Lors d'une mission que nous ferons fin juin le commandant Guinchard déclarera que les modifications "donnaient entière satisfaction. "

Les aviateurs nous montrent un coffre pouvant contenir 120 coups. Il s'adapte bien sur la partie tournante de l'affût, il double ainsi la capacité du coffre réalisé par la SAMM, [...] sans que cela se traduise par un effort sur la circulaire [...]

A Lartigues [où nous retournons], l'affût modifié est monté sur un Piasecki H 21 C de la 31^{ème} flottille ; il a été baptisé Couleuvrine par le capitaine de corvette Babot, commandant la flottille, [qui aura par la suite] une action prépondérante dans l'armement des hélicoptères.

Avec le c.c. Babot comme pilote, nous allons tirer fin mars 1959 dans la Sebkhah d'Oran avec le S 450 modifié. Essais concluants, et départ pour Sidi Bel Abbas où sont préparés les hélicoptères en vue d'une opération [...]. Sous les ordres du colonel Bigeard, [avec] première participation de la "Couleuvrine" le 3 avril ; le comportement du montage canon est bon, mais,

à l'évidence il faut augmenter le nombre de coups disponibles sans avoir à réalimenter le canon.

Le mardi 7 avril, message de Marine-Paris ordonnant à la DCAN l'étude en urgence du montage du canon 20 HS 404 en lieu et place de la MG 151 pour une question de logistique (leurs avions "Corsaire" et "Aquila" sont armés du 20-404). Une équipe est créée. Au cours de la première réunion la définition du montage est établie. L'accord se fait sur l'emploi de pièces de récupération. L'alimentation par couloir souple est choisie, à partir de coffres de grande capacité, le tout récupéré sur avion "Neptune". L'affût comprendra une fourche pivotante qui recevra le berceau.

Le 10 juin 1959 a lieu la première présentation du matériel sur le polygone DEFA de Toulon-La Renardière, en présence de représentants de Marine-Paris et du ST/Aéro. L'affût est fixé sur une plaque de renfort vissée sur le plancher d'un HSS 1. Deux coffres à munitions de 250 coups chacun sont reliés au dispositif d'alimentation continue d'origine américaine par un couloir souple. Le berceau est muni d'un système simple de visée, deux poignées type aviation sont fixées sur une lame ressort à l'arrière du berceau. Elles sont volontairement espacées pour faciliter le pointage. La poignée de gauche permet à l'aide d'un bouton de rentrer dans le circuit interphone de bord, celle de droite comporte le bouton de commande de la détente électrique. Le 10 juin, 150 coups sont tirés ; de même le 17 juin après renforcement de la structure de l'appareil exécuté en quelques heures à la DCAN Toulon.

Les 24, 25 et 26 juin, mission en Algérie (Lartigues et Sidi Bel Abbes), l'affût DCAN est monté sur H SS1 et sur H 21. Quelques améliorations sont apportées à notre retour à Toulon. Le 1^{er} juillet, vu les résultats, ST/Aéro considère l'affût fiable, autorise le lancement en fabrication à l'arsenal de Toulon.

Mais après les tirs de juin en Algérie un tir d'endurance est décidé avec un affût rigide monté sur roulements [plus divers réaménagements]. La construction de ce nouveau prototype (qui porte le N°4) est menée tambour battant par la DCAN. Les essais comportent 10 000 coups tirés soit au sol, soit en vol. Les défaillances viennent de la structure de l'hélicoptère, qu'il faut renforcer. Nouvelle série de tirs (5 000 coups) sans incident. Les derniers tirs ont lieu à Toulon le 2 novembre 1959.

Derniers épisodes avant la phase "industrielle" qui prendra la suite : après une nouvelle série d'essais en Algérie, le c.c. Babot décide de sa propre autorité de remplacer le canon HS 404 par le 20 mm MG 151. L'affût est jugé "séduisant", mais ne peut-on faire mieux ? L'attention de l'équipe se porte sur un petit affût de DCA allemand, constitué d'un tronc de cône en tôle et d'une fourche pivotante en acier supportant un berceau doté de liens élastiques, dans lequel est monté le canon 20 mm MG 151. Il faudrait modifier l'affût pour qu'il s'adapte à l'architecture de l'hélicoptère, agrandir la fourche tournante, revoir les couloirs d'alimentation, etc.

L'affût est confié au Groupe d'hélicoptères de l'Aéronautique navale (GHAN), qui va se livrer à un "cannibalisme" à partir d'affûts S 450 modifiés, de berceaux d'origine allemande, plus des éléments réalisés sur place.

Des essais sont réalisés en mars, en présence de l'ICETA Josset et de représentants de la DCAN Toulon. Les résultats sont très encourageants, et il est décidé de réaliser quelques exemplaires de cet affût auquel est donné le nom "affût GHAN" qu'il conservera par la suite.

Une recherche est lancée dans les arsenaux et dépôts pour trouver et récupérer des liens élastiques identiques à ceux utilisés sur le "prototype". Résultats décevants, mais l'attention est attirée sur les liens montés sur un affût terrestre, le 53T1 (nous en disons un mot plus loin), dont 200 exemplaires sont stockés à la DCM de Rennes Bruz, et qui paraissent adaptables à l'affût GHAN.

Un jeu de liens est transporté le 25 avril ; la DCAN réalise en quatre jours un affût de circonstance, et l'on va au tir : les résultats sont surprenants (précision, maniabilité, souplesse, absence de réactions sur le porteur). Il s'avère que les liens avaient été conçus et réalisés par l'AME (Atelier de fabrication de Mulhouse). Dès lors, la décision est prise de donner à l'affaire une tournure plus normale. »

4 – UN ABOUTISSEMENT : L’AFFÛT GHAN-AME

Le 6 mai 1960, le capitaine de corvette Babot, l’ICETA Josset et quelques autres se rendent à Mulhouse, où les premiers contacts ont lieu avec les ingénieurs militaires Cognée et Perfetti et Monsieur Politzer et ainsi s’amorce la phase « industrielle » de l’armement canon français des hélicoptères.

Deux modèles un peu différents sont définis, qui seront équipés de berceaux en magnésium dotés de liens élastiques AME (ultérieurement, le socle de l’affût sera également réalisé en magnésium).

Les deux affûts sont expérimentés en juillet et en octobre 1960 : ils confirment tous les espoirs mis en eux, et la DCAN lance la fabrication de 54 exemplaires.

Il est temps de dire un mot des liens élastiques AME et du concept de « tir flottant » qu’ils permettent. Les lignes qui suivent sont empruntées à la notice « Hélicoptère armé Sikorsky S58 – H SS1 – A 34 » publiée en 1960 par la Direction des constructions et armes navales de Toulon (DCAN) ou inspirées par elle.

« Le lien AME et ses avantages techniques »

Nécessité d’un lien élastique.

Pour installer sur un aéronef une arme de 20 mm tirant à 650 coups par minute un projectile pesant 115 grammes avec une vitesse initiale de 705 mètres par seconde, il est nécessaire d’interposer entre l’arme et les tourillons de l’affût un lien élastique qui permet un mouvement de recul parallèle à l’axe du canon. Ce lien élastique comprend un système de ressorts "récupérateurs" qui permet le retour de l’arme "en batterie" et un système de "freins" qui absorbe une partie de l’énergie pendant le recul et la rentrée en batterie.

Description du lien AME

Le lien AME comprend essentiellement deux "récupérateurs" et deux "freins" disposés symétriquement autour de l’axe de l’arme.

Le frein constitue l’originalité du lien, son principe est basé sur le système des gaines de freinage (tresse métallique enfilée sur un cylindre rectifié et sous-tendue par un ressort). Il est à double action : il agit au recul et à la rentrée en batterie.

Fonctionnement – Tir flottant

Le tir automatique avec le lien AME donne ce que l’on appelle un "tir flottant". L’arme ne rentre pas complètement en batterie après chaque coup : le coup suivant part alors que la masse reculante n’a pas terminé le mouvement de rentrée en batterie. Ce principe permet une diminution importante de la valeur maximale des efforts supportés par l’affût et l’aéronef pendant une rafale.

Avantages techniques

Par rapport à la solution classique du frein hydraulique, le lien élastique AME présente les avantages techniques suivants :

- Entretien nul (fonctionnement assuré qu’il soit graissé ou non)
- Fonctionnement indépendant de la température
- Endurance exceptionnelle (plus de 100 000 coups)
- Prix de revient minimum
- Remplacement très facile
- Pas de réglage en service.

Avantages militaires de l’affût GHAN – AME.

On peut passer de la version hélicoptère armé à la version cargo en 5 minutes 15 secondes (armement, berceau et affût démontés et débarqués).

L'hélicoptère n'est donc pas spécialisé, il peut servir indifféremment soit comme "Cargo" transport de personnel et de matériel, soit comme hélicoptère armé. L'ensemble affût étant léger (structure magnésium, aucune motorisation), l'emport disponible est élevé. Ceci permet un approvisionnement en munitions très important (1 050 coups).

L'alimentation continue des canons se fait par bandes de 350, avec changement rapide du coffre à munitions.

Le tir se révèle d'une étonnante précision (avantage dû à l'ensemble lien-affût) avec en conséquence une économie considérable de munitions en opération. »

Reprenons pour un temps l'exposé historique. Le début de 1961 sera marqué par un événement tragique (17 janvier) : l'explosion en vol d'un hélicoptère-canon pris à parti par des tirs de mitrailleuse au cours d'un engagement.

L'expertise et les essais montrent la nécessité de munir les coffres de plaques de blindage de 9 mm : car une fusée de 20 mm peut être initiée par une balle (de fusil ou de mitrailleuse), et l'explosion se transmettre aux munitions voisines du coffre.

Au cours de l'été, nouvelle série d'incidents graves (explosion d'obus 20.151 à l'intérieur des tubes-canons ou à la bande). Il faudra une enquête et une expertise difficiles pour trouver l'origine des incidents : la présence de micro-inclusions dans le corps de fusée en laiton. L'AME réalisera alors une nouvelle fusée avec sécurité (la fusée Modèle 61).

Les étapes suivantes seront la présentation de l'affût à des délégations étrangères, puis son adaptation à l'Alouette III, et enfin la substitution au canon MG 151 du nouveau canon français, le 20 mm AME 621 dont nous parlerons plus loin (la figure 8 présente en page suivante deux photos du montage de ces deux armes sur hélicoptère).

Les très nombreux montages des trois canons MG 151, AME 621 et 20 F2 sur porteurs terrestres (AML, JEEP) et aériens (hélicoptères Alouette II et III, SA 330 Puma, SA 341 Gazelle, SA 361 Dauphin) seront évoqués ultérieurement.

Canon de 20 MG 151



Canon de 20 621

Fig. 8

CHAPITRE 6

LES DEUX NOUVEAUX PROGRAMMES 20 MM FRANÇAIS

PREAMBULE :

STANDARDS DE MUNITIONS 20 ET 30 MM ; ENCHAINEMENT DES PROGRAMMES

Nous avons déjà rencontré plusieurs familles (standards) de munitions. Avant d'aborder les nouveaux programmes 20 mm et leurs standards, il paraît utile de récapituler, dans le tableau qui suit, les caractéristiques essentielles des six standards (calibres 20 et 30) à la base des armements conçus ou utilisés en France au cours de la période 1945-1975.

Calibre	Désignation	Longueur (mm)		Masse (g)			Vitesse initiale (m/sec)	Masse explosif (g)*	Principales armes utilisatrices
		totale (cartouche)	douille	totale	obus	poudre			
20 mm	MG 151	146	82	210	112	19	720	9	MG 151
	HS 404	182	110	255	125	30	840	14	HS 404
	M 55	168	102	255	105	40	1000	9	M 39 et M61 (États-Unis) AME 621
	HS 820	213	139	310	120	55	1050	10	HS 820 Rh 202 20 Mle F2 (693)
30 mm	30 DEFA 550	200	113	430	240	50	815	50	30 DEFA Avion 551 à 554
	HS 831 A	285	170	950	420	160	1000	28-45	HS 831 A

*obus explosif

Quelques commentaires sur ce tableau :

- Les chiffres donnés sont des valeurs moyennes. La masse de poudre et la vitesse initiale peuvent avoir des valeurs assez différentes suivant qu'il s'agisse de la munition explosive, de la munition perforante, ou autre. De même, la masse d'explosif peut différer quelque peu suivant le modèle d'obus.
- Ce tableau montre bien comme on l'avait noté dans l'introduction de ce volume, que l'amplitude du domaine « moyen calibre » est importante : l'écart est grand entre la munition MG 151 de 210 g et son obus de 112 g, et la munition HS 831 de 950 g et son obus de 420 g.
- On pourra se reporter à ce tableau comparatif, lorsque dans les paragraphes qui suivent, on parlera des choix qu'ont dû faire les décideurs avant de lancer les programmes futurs.

Au début du chapitre 4, consacré à l'armement avion 30 mm DEFA, nous avons souligné que ce programme avait, plus de 30 ans durant, et dès son lancement, connu une très remarquable continuité dans sa conduite et son déroulement : cinq versions développées successivement, en filiation très directe, quelques 30 000 armes produites sans que, malgré la haute technicité et la nouveauté du canon et de ses munitions, le programme ne connaisse ni interruption, ni hiatus, ni remise en cause.

Toute autre va être l'histoire des programmes 20 mm, du premier stade (582 FINABEL) jusqu'au dernier (20 mm F2, alias 693) : hésitations, périodes d'attente, remises en cause des décisions, transfert des responsabilités techniques (Mulhouse – Bourges) dans une phase cruciale, auront en effet constamment émaillé cette histoire.

Le lecteur s'en rendra compte au fil des pages. Compte tenu de ces faits, il a paru utile de donner les références des décisions les plus importantes prises au fil des ans. Elles seront indiquées, dans le texte, par une notation abrégée : (R1), (R2)... qui renvoie à une liste de références placée à la fin et en complément de l'annexe 4. Ceci permettra au lecteur curieux de trouver les réponses aux questions qu'il pourra encore se poser, ou de compléter son information sur tel ou tel point.

1 – LE PROGRAMME 20 MM FINABEL

Rappelons que c'est en 1953 que les chefs d'état-major des armées de terre de France, Italie, Pays-Bas, Belgique et Luxembourg décidèrent, sur proposition du premier (le général Blanc) de créer un comité de coordination, qui fut appelé FINBEL. En mars 1956, la République fédérale d'Allemagne s'y joignit, d'où le nouvel intitulé Comité FINABEL. Organe de coordination à très haut niveau, le comité éditait entre autres, à l'issue de ses travaux, des accords sur les caractéristiques militaires des matériels futurs.

C'est ainsi que fut rédigée est approuvée une fiche de caractéristiques pour un système d'armement automatique de 20 mm. Dans ce cadre, la DEFA confia à l'AME, en 1957, une commande pour la définition et le développement d'un canon et de ses munitions.

Plutôt que d'adopter un standard existant, l'AME s'orienta vers la mise au point d'une cartouche nouvelle, dont le diamètre de douille important (par rapport aux cartouches plus « cylindriques » comme la HS 820) permettait de réduire la longueur totale (ce qui est propice aux cadences élevées).

Quant à l'arme, elle fut l'objet des options suivantes : mouvement alternatif de culasse, verrouillage par deux béquilles latérales, déverrouillage par emprunt de gaz double (deux événements, deux pistons), percussion électrique ; large emploi de la tôle emboutie (pour une fabrication économique), recherche d'un encombrement minimal et d'efforts de recul réduits. Des renseignements techniques complémentaires seront fournis plus loin, lorsqu'on traitera des armes 621 et 693, directement dérivées de cette arme « FINABEL ».

Un premier prototype était réalisé en 1958, et reçut à l'AME, le numéro de baptême 582 (c'est-à-dire, deuxième matériel dont le prototype a vu le jour en 1958). Les premiers essais étaient menés à partir de 1959, en même temps qu'étaient conçues et essayées les munitions de différents types.

En 1961, le système était suffisamment avancé pour que des jugements puissent être portés : ils étaient unanimes quant au caractère judicieux des choix techniques et au niveau des performances obtenues. Robuste, relativement légère, de service facile, l'arme répondait parfaitement aux espoirs des concepteurs.

Mais le développement d'un système complet : arme, cartouche de nouveau standard, munitions de plusieurs types supposait un engagement financier très lourd : confronté avec les exigences de nombreux autres programmes, l'état-major de l'armée de Terre ne paraissait pas près d'être en mesure d'y faire face, et semblait devoir remettre à bien plus tard la décision de lancement.

Parallèlement, les essais du canon 582 étaient suivis avec grand intérêt par le Service technique aéronautique et l'état-major de l'armée de l'Air, dans le cadre du remplacement futur des canons MG 151 et HS 404 sur hélicoptères et avions.

Et c'est d'ailleurs l'EMAA qui allait donner une impulsion et une orientation nouvelles à ce programme d'armement 20 mm.

2 – LE PROGRAMME AME 621

C'est au tout début de l'année 1962 que le Service technique aéronautique, en plein accord avec l'EMAA, fit part de son analyse et de ses conclusions.

Le système 582 (FINABEL) présentait pour eux l'inconvénient d'être entièrement nouveau, avec deux conséquences : coût élevé de travaux de développement portant à la fois sur l'arme, sur la cartouche de base (conception et mise au point de la douille, de la charge propulsive – poudre –, de la balistique intérieure), sur les différents obus (explosif, perforant, etc.) ; mise en place de toute la chaîne logistique nécessaire à la mise en service, l'approvisionnement, le stockage des munitions du nouveau standard.

Par ailleurs, pour les aéronefs concernés (hélicoptères, avions légers), cet armement était trop puissant et inutilement lourd. Seul avantage : avoir un système commun avec l'armée de Terre ; mais celle-ci paraissait devoir retarder sa décision, ce qui était de moins en moins compatible avec les besoins de l'armée de l'Air (ainsi d'ailleurs qu'avec les besoins export des fabricants d'hélicoptères).

Or, l'armée de l'Air utilisait largement une autre munition de 20 mm, la munition américaine M 55, destinée au canon à barillet M 39 (à haute cadence) équipant une partie des appareils en service en France (les F 100). D'où la question posée à la DEFA (devenue DTAT) et à l'AME : pourrait-on réorienter le développement en cours vers une arme gardant l'architecture et les qualités de la 582, mais tirant la munition américaine, montée sur le maillon américain M 12. La réponse, affirmative, de la DTAT fut rapide, ainsi que l'évaluation du coût prévisionnel et du délai. L'un et l'autre satisfaisaient l'armée de l'Air, qui décida donc de lancer et financer seule un nouveau programme d'arme, qui prit le nom de canon 20 mm M 621 et démarra en 1962, soit cinq ans environ après le début des travaux de l'AME sur le canon 582-FINABEL.

On trouvera en annexe 3 un texte de Monsieur Capy, de la MAT, qui décrit l'arme et fait l'historique du programme. Retenons-en ici quelques éléments importants.

Arme automatique à culasse calée, fonctionnant par emprunt de gaz, à mise de feu électrique, logée dans un berceau doté de liens élastiques très « souples », légère (45 kg, 57 kg avec le berceau), peu encombrante, pouvant être équipée de deux types d'alimentation : arrivée des cartouches et éjection des maillons, soit sur le même côté (droite ou gauche), soit sur deux côtés opposés de l'arme ; le 20 mm 621 se présente d'une certaine manière (même si ses mécanismes sont tout différents) comme le successeur moderne et plus performant de la MG 151 allemande (voir pages suivantes photo et caractéristiques du 20 M 621).

Canon de 20 621



Utilisation

Ce canon de 20 mm (20 621 de 621) est une arme polyvalente (type de munition à montage défilé). Particulièrement adaptée pour l'entraînement de jeunes Nigériens (armées, unités militaires, écoles, ...).

Cane stratégique générale

Ce canon est performant en caractéristiques :

Longue portée

4 points à 400 m (500 m) de portée, 400 m au-dessus de 1000 m de portée de recul, à la hausse et à l'insensibilité au vent.

Précision importante grâce aux charges adaptées par une gamme de munitions diversifiée.

Équipement complet (crosse, visée, etc.) et d'entretien. L'utilisation, l'entretien et l'entretien techniques, la durée des processus d'entretien.

Caractéristiques principales

Canon : 20 mm (20 mm)

Échelle de recul : 200 mm

Longueur de canon : 1000 mm - 1000 mm

Échelle de recul : 200 mm

Longueur : 1000 mm

Diamètre : 1 - 20 mm / 20 mm

1000 mm

Performances

Canon de 20 : 700 mm (20 mm)

Munition : 1000 mm (20 mm)

1000 mm (20 mm)

Fig. 9

Canon de 20 621, caractéristiques

Le Canon 20 621 (C71) équipé pour sa grande utilisation, est destiné à l'armement de groupes blindés, rattachés au char.

Il est le membre de 20 mm du standard international (R 1) 102 et convient aux fonctions actives: air air, air sol, sol sol ou sol air, de protection, d'accompagnement ou d'intervention.

Les caractéristiques d'intégration aux véhicules blindés et celles de sa utilisation sont compatibles avec les besoins de maintenance en tout temps adaptés pour les conditions types.

Il est notamment monté sur les véhicules blindés suivants: véhicules blindés, sur le véhicule blindé M2 102 avec l'installation de canon 621, sur les véhicules blindés M2 102 et M2 102, sur les véhicules blindés M2 102 et M2 102, sur les véhicules blindés M2 102 et M2 102.

- Armement blindé par groupes de 20
- Poids total: 47 kg
- Effet de recul moyen: 230 daN
- Capacité maximale de tir: 400 coups/min
- Impact de tir: 100 kg par coup, relatif à l'armement au char
- Hauteur efficace: 1 000 m
- Vitesse initiale: 1 000 m/s
- Réarmement: 10 s
- Alimentation: 24 V - 10 A
- Dimensions L x A x H: 1 220 x 700 x 200 mm

Fig. 10

Le développement du canon 621 est donc lancé par l'armée de l'Air en 1962. Cette décision pose bien entendu problème à l'armée de Terre, qui n'a pas encore arrêté son choix et se trouve prise de court.

Un an plus tard, en avril 1963, en bonne partie sous la pression de la DTAT, elle se rallie au projet 621, qui devient ainsi un programme commun EMAT-EMAA¹².

Ce ralliement vient conforter le programme, mais il le ralentit : car l'EMAT demande un certain nombre de modifications ou compléments d'équipement, pour tenir compte de ses propres conditions ou impératifs d'emploi.

Mentionnons par exemple le dispositif inédit évoqué par M. Capy (demandé par l'EMAT, pour conférer au canon une totale autonomie) : le « générateur d'infanterie », qui exploite la course en avant de la culasse sous l'action de ses ressorts « récupérateurs » pour produire et stocker l'énergie nécessaire à la « percussion électrique ». Original, fonctionnant parfaitement, il ne fut jamais produit en série suite au retrait du programme décidé par l'EMAT en 1969.

Ce programme va par ailleurs se dérouler dans un contexte difficile.

Car, en 1965, la DTAT doit reconnaître que le maintien en activité de l'AME ne se justifie plus¹³, et décide le transfert de la partie « Centre d'études » sur Bourges. Certes, on l'a déjà mentionné, elle a pu affecter à l'AME, à partir de 1962, un certain nombre (quoique bien réduit...) d'ingénieurs et techniciens français, pour préparer la relève des personnels allemands ; ce sont eux qui constitueront plus tard le noyau du Département moyen calibre qui sera créé au sein de l'EFAB (Établissement d'études et de fabrications d'armement de Bourges). Mais ce seront moins de quinze personnes que les quatre ingénieurs de l'Armement Perfetti, de Longueville, Hervier et Pierre emmèneront avec eux en 1967 à Bourges.

Ils auront la lourde charge et le grand mérite de reconstruire les équipes à partir d'éléments jeunes, riches de volonté sinon d'expérience, et simultanément de mener à bien les programmes en cours et nouveaux, et notamment le canon AME 693.

L'en-cours comprend pour une part importante le programme 20 mm 621. L'EFAB, c'est sa mission, va en assurer le pilotage d'ensemble, et traiter assez directement les volets munitions et montages.

Le canon lui-même est déjà parvenu à Mulhouse à une certaine maturité. La fin de son développement est largement supporté et même pris en charge par les ingénieurs et techniciens de la Manufacture nationale d'armes de Tulle, travaillant en étroite liaison avec leurs collègues de Bourges.

Malgré ces difficultés, le programme se déroule plutôt bien. Une vingtaine de prototypes sont construits et soumis aux essais. Fin 1968, ceux-ci ont été poussés suffisamment loin pour que l'on considère le projet comme réussi, et satisfaisant entièrement ses objectifs de départ (seul reste encore à améliorer le taux de bon fonctionnement, mais ceci n'a à ce stade rien d'anormal).

C'est l'année suivante qu'intervient la décision de l'EMAT de quitter le programme, en raison de l'insuffisance du canon 621 en perforation, et de s'orienter vers un matériel plus puissant¹⁴.

Malgré son retrait, l'EMAT est amené à suivre le développement du 20 mm 621 : c'est en effet la STAT qui, à la demande de la DTAT, mènera en 1971 une expérimentation complète, dans le cadre du soutien à l'exportation, sans aucune intention de s'en doter, précise l'EMAT par écrit.

¹² Nous reviendrons plus en détail au chapitre 6, section 3, sur cette phase « historique » de 1963.

¹³ Voir chapitre 3 sections 4 et 5.

¹⁴ Le 20 mm 693, sujet traité au chapitre 6, section 3.

Toutefois, l'intérêt de l'EMAT renaîtra ultérieurement, sous la forme de l'armement de 14 hélicoptères A330 PUMA de l'ALAT, qui seront équipés du canon 621, en montages sabord type YT II R, ou 19 A, ceci sans adoption formelle de l'arme. L'affaire ne prendra un tour plus officiel qu'en 1981, avec la décision d'équiper 67 hélicoptères SA 341 Gazelle (montage axial type 22A, livré à partir de 1987).

On notera dans l'exposé de M. Capy que malgré le retrait de l'EMAT en 1969, le programme 621 (devenu alors essentiellement un programme « export ») est une réelle réussite, comme en témoigne le cumul d'environ 1200 canons livrés à la fin de l'année 1989.

Dernière réalisation des équipes de l'AME avant le transfert à Bourges, menée à bien dans des délais réduits, le 20 mm M 621 est donc sans conteste un nouveau succès français dans le domaine du moyen calibre. Il convient, avant de parler des munitions, de souligner à nouveau l'importante contribution de la MAT à la fin du développement du 20 M 621, à son industrialisation, et à la mise au point du système de commande, très performant et souple. La boîte de commande électronique assure l'alimentation électrique (250 V), le déclenchement de la détente (24 V), l'ensemble des sécurités, le pilotage de la cadence : rapide (700 coups/min), lente (300 coups/min), coup par coup, tir de précision (le courant est envoyé à l'amorce lorsque toutes les pièces de l'arme sont immobiles), limitation de la rafale à un nombre choisi de coup, réarmement pyrotechnique.

Le développement de l'arme fut accompagné de travaux importants concernant les munitions, menés en fait sur deux plans.

D'une part, il s'agissait de « franciser » la cartouche de base américaine M55 : expérimentation poussée des munitions d'origine (douille, balistique intérieure), établissement des équivalences balistiques, mise au point d'une poudre sphérique aussi proche que possible de la poudre américaine, définition par l'ATE (Atelier de fabrication de Toulouse) d'une gamme de fabrication d'une douille en laiton compatible avec les spécifications américaines et les normes françaises, avant le développement d'une douille acier.

D'autre part, définition d'une gamme d'obus, spécifiquement conçus pour le combat terrestre contre le personnel et les véhicules légèrement blindés, pour la défense aérienne à courte portée et pour tir air-sol (depuis hélicoptères) contre le personnel et les blindés légers (la gamme américaine avait été conçue, rappelons-le, pour le combat air-air à partir des canons haute-cadence M 59 et M 61 montés sur avions de chasse).

Les premiers travaux seront menés à l'AME avant sa fermeture (avant d'être repris par l'EFAB) et par Manurhin ; sont ainsi définies, mises au point et produites quatre munitions : OX (exercice), OXT (exercice traceur), OEI (explosif-incendiaire), OPT (perforant traceur).

La longueur totale est de 168 mm, la masse totale de 255 g, avec une vitesse initiale de 975 m/sec (munition perforante : 265 g et 1000 m/sec) ; la douille, de longueur 102 mm, est en laiton (masse 120 g) ou en acier (113 g). L'obus pèse 101 g, la charge propulsive 35 g. L'obus explosif contient 9 g d'explosif.

La munition explosive est munie d'une fusée percutante à autodestruction (déclenchée grâce à la diminution de la force centrifuge, celle-ci liée à la décroissance de la vitesse de rotation le long de la trajectoire). Comme c'est toujours le cas, c'est la mise au point de la fusée qui se révélera la plus longue et délicate.

La munition perforante possède un obus de 110 g, dont le noyau en carbure de tungstène pèse 70 g. Ses performances : perforation 36 mm à 600 mètres sous incidence normale (15 mm à l'incidence limite de 45°). Performances tout à fait satisfaisantes compte tenu des caractéristiques de la cartouche de base, mais relativement modestes par rapport à celles des armes construites autour de munitions

plus puissantes, notamment la munition HS 820 : canons HS 820, Rheinmetall Rh 202, et ultérieurement 20 mm F2 (M 693) français.

C'est d'ailleurs l'insuffisance de ces performances en perforation qui conduira l'Armée de terre à abandonner ce matériel pour les emplois terrestres.

Avant de clore ce chapitre du 20 AME 621, il convient de mentionner l'intérêt porté à ce programme par les Américains, même si en définitive l'affaire ne connut pas de suite.

Comme les Français, les Américains ont découvert les potentialités des hélicoptères armés, et se sont lancés dans l'exploration puis l'essai des différentes possibilités. Pour en rester aux solutions « canons automatiques », leur démarche est allée du calibre 7,62 mm NATO au 40 mm. En ce qui concerne les mitrailleuses (7,62 et 12,7), diverses solutions multi-armes ont été testées, et pour certaines adoptées. Il s'agissait soit d'armes fixes, soit d'armes montées sur affûts (plusieurs ont été essayés, aucun semble-t-il n'avait ni la simplicité ni la précision de l'affût GHAN français). S'agissant du 40 mm, la mise en œuvre était basée sur l'emploi du remarquable lance-grenade automatique de 40 mm M 75 (les grenades sont tirées à la cadence relativement faible de 250 à 300 coups par minute, avec une vitesse initiale de 230 mètres par seconde, donc très faible). Deux avantages : une arme très légère (23 kg), simple (entraînée par moteur électrique) et à très faible réaction sur le porteur ; une grande efficacité de la munition.

L'inconvénient : portée extrêmement réduite, zone battue très étroite.

L'armement de 20 mm avait été essayé, mais à partir des armes dont ils disposaient : armes à très haute cadence – M 39 à barillet, M 61 « Vulcan » multitube, canon de la Navy – ou assez brutales compte tenu des liens élastiques utilisés – l'arme Hispano HS 820 par exemple. Ces essais se sont semble-t-il tous terminés par des échecs, voire des accidents. D'où un discrédit assez répandu portant sur le canon automatique en général, et notamment le 20 mm (à l'époque, d'ailleurs, les Américains n'utilisent pas le 25 ou le 30 mm).

C'est à l'occasion d'une mission américaine à Toulon et Mulhouse, début 1964, que des ingénieurs et officiers américains prennent conscience des réalisations françaises : emploi effectif et opérationnel de l'arme allemande MG 151 grâce à la mise au point d'affûts conçus pour l'emploi sur l'hélicoptère, démarrage d'un projet français (AME 621) d'une arme moderne, simple mais complète et adaptable (plusieurs types d'alimentations, commandes électriques), dotée d'un affût minimisant les contraintes sur les structures.

Une coopération est très vite mise sur pied, et c'est le 17 juillet 1964 qu'un canon AME 621 (le prototype n° 12) est expédié pour expérimentation au Springfield Arsenal (Mass.).

L'ingénieur des travaux Volle – qui fut peut-être, depuis son affectation à l'AME, l'ingénieur le plus longtemps associé au canon moyen calibre – partait début octobre pour participer aux essais, qui furent menés très rapidement. Et fin décembre, l'ingénieur de l'Armement Pierre (qui sera ensuite le leader, à Bourges, de « l'aventure » 20 mm 693) et moi-même allions faire le point sur place avec les ingénieurs et officiers américains.

L'arme utilisée était un prototype incomplet, avec des imperfections diverses au niveau du service, des démontages, de l'alimentation. Mais 2 300 coups avaient été tirés à Springfield, sans aucune rupture de pièces de l'arme, et avec « seulement » cinq incidents imputables à l'arme (chiffre très faible compte tenu de l'imperfection du prototype).

Parallèlement, 500 munitions perforantes étaient envoyées à Frankford Arsenal, à Philadelphie, pour expérimentation.

Tout ceci se déroulait dans un contexte extrêmement actif et parfois tendu. En fait, les Américains avaient leurs propres programmes, qui devaient déboucher ultérieurement

sur des réalisations très intéressantes. Et si la formule « canon automatique classique de 20 mm » avait de solides partisans (d'où l'essai de l'AME 621 pour les hélicoptères, et, à la même époque, celui de l'Hispano 20 mm HS 820 pour l'armement de véhicules terrestres), elle avait encore en ce qui concerne les hélicoptères d'assez nombreux détracteurs, peu impressionnés semble-t-il par l'expérience française.

La carrière de l'AME 621 aux États-Unis s'arrête là, sans doute pour un cumul de raisons : mais il ne s'est agi en aucune façon d'un échec technique ; tout au contraire, les spécialistes américains ont reconnu la qualité – et la rapidité – du travail accompli par les équipes AME de la DTAT, jugement corroboré par les succès remportés par ce matériel à l'exportation.

3 – LE PROGRAMME 20 MM 693 (20 MODELE F2)

Le programme AME 621 a donc été lancé en début 1962 par l'EMA, pour l'armement des hélicoptères (et peut-être ultérieurement, d'avions légers ; pour le même emploi, il intéresse aussi les deux autres états-majors qui en suivront à ce titre le déroulement).

Mais cette orientation nouvelle donnée aux travaux de Mulhouse pose problème à l'EMAT. Le canon 621 est directement dérivé du prototype 582 étudié par l'AME dans le cadre du programme FINABEL, programme défini par les états-majors terre des six pays du Groupe et financé par eux. D'où les interrogations de l'EMAT : l'AME 621, bien que ne répondant pas aux spécifications FINABEL (la munition M 55 est trop peu puissante), peut-elle quand même satisfaire les besoins « Terre » de la France ? Ou bien l'EMAT doit-il continuer à financer, seul, le programme 582 (coûteux : une arme et tout un standard de munitions) ? Ou bien encore, doit-il faire expliciter une solution évoquée par les ingénieurs de Mulhouse : développer, toujours sur le concept 582, une arme utilisant la munition suisse de 20 mm HS 820 (qui est en train de devenir un nouveau standard international, retenu notamment par la firme allemande Rheinmetall pour développer son nouveau canon, le Rh 202 ; la République fédérale d'Allemagne a en effet déjà en stock et en fabrication les munitions HS 820).

De son côté, la DTAT est le siège de discussions internes difficiles, et son double rôle d'une part de Direction de programme et conseiller de l'EMAT, d'autre part de responsable d'un ensemble industriel ne simplifie pas le débat. On peut résumer comme suit les thèses en présence.

Pour les uns, il est clair que le projet 582 de l'AME, malgré ses qualités, ne pourra probablement jamais être financé par le seul EMAT. Mieux vaut y renoncer.

Un projet conservant la même architecture, mais dessiné autour de la munition HS 820, aboutirait à un coup moindre (seule l'arme serait à développer). Mais l'arme serait plus encombrante, et en particulier plus longue que la 582 (à puissance et performances comparables, la munition AME « FINABEL 582 », grâce à sa douille renflée, est plus courte que la munition HS 820 à douille plus cylindrique). Et ceci soulève de très vives réserves de la part des ingénieurs du service mobilité de la DTAT : monter une telle arme en armement secondaire sous tourelle de blindés lourds, ou en armement principal de blindés légers serait, disent-ils, à la limite, et sans doute même hors limite du possible.

Enfin, ajoutent d'autres, s'il est douteux que la France puisse s'offrir en même temps deux programmes de 20 mm, il est non moins douteux que les équipes de l'AME, de plus en plus affectées par le départ des personnels allemands, soient en mesure de mener « de front deux développements ».

Par contre, le choix par l'EMAT, pour tous ses besoins moyen calibre, de l'AME 621, apporterait à ce programme une solidité et un avenir assurés. Quelques voix

discordantes font remarquer que sa munition, la M 55 américaine, est loin d'atteindre ou même approcher les performances de perforation qui sont ou seront celles des armes utilisant la munition HS 820. Mais on s'accroche à l'espoir que les techniciens spécialistes en projectiles sauront, grâce aux progrès de base entrevus dans leur domaine, améliorer suffisamment ces performances pour satisfaire l'armée de Terre.

La DTAT se fait donc l'avocat d'un ralliement de l'EMAT au programme AME 621. Le débat n'est pas simple non plus au sein de l'EMAT, et remontera au niveau du chef d'état-major lui-même, devant qui est organisée une présentation de maquettes, tableaux de caractéristiques, des diverses solutions possibles.

En avril 1963, l'EMAT prend sa décision : il se rallie au programme 621, ce qui signifie en même temps l'arrêt de tous les travaux DTAT sur le canon 582 et sur sa variante à munition HS 820.

En France, comme on l'a vu au chapitre 6, section 2, le programme 621 va se dérouler correctement, malgré l'évolution du contexte humain. Un groupe de travail consultatif « mitrailleuse de 20 mm 621 » est créé en septembre (R1)¹⁵. L'EMAA y participe aux côtés de l'EMAT. Mais il faudra attendre 1968 pour que la fiche-programme « canon automatique de 20 mm AME 621 » soit approuvée et diffusée (R2 et R3).

A l'étranger, la munition HS 820 se voit confirmer chaque jour davantage comme le nouveau standard international. Autour d'elle, les équipes de la firme allemande Rheinmetall (qui comptent dans leurs rangs quelques anciens de l'AME) développent, comme on l'a dit plus haut, une arme moderne, la RH 202, dotée dit-on des dispositifs relativement nouveaux, tels que la « double alimentation », qui sont dorénavant réclamés par les utilisateurs.

Ce canon RH 202 fait en 1968 l'objet d'une présentation en Allemagne, à laquelle sont invités et assistent des représentants de l'EMAT. Ce sont avant tout, bien entendu, les performances en perforation qui les frappent : l'écart de puissance entre munitions HS 820 et M 55 est tel que, comme on pouvait s'y attendre, la RH 202 surclasse de loin, en pouvoir de perforation, la 621.

En fait, la munition perforante HS 820 permet de doter un véhicule porteur genre AMX 10 P d'une arme capable de défaire, de face, le BMP 67, véhicule soviétique de même catégorie, à la distance de 1 000 m. Pour reprendre une phrase de l'ingénieur général Davout, il est ainsi possible de passer réellement de la notion de « véhicule transport de troupe » à celle de « véhicule de combat ». Mais il est loin d'en être de même avec la munition américaine M 55, trop peu puissante, utilisée par l'arme AME 621.

Ainsi, le 21 janvier 1969 (R 5), l'état-major fait connaître par écrit que, pour l'armement des futurs véhicules de combat de l'infanterie, sa préférence va au canon allemand RH 202. Il demande que « des négociations soient ouvertes avec les autorités allemandes pour connaître [...] les conditions d'équipement de l'Armée française en canons de 20 mm RH 202. »

Le 7 février (R 7), il complète sa décision en demandant que « la mise au point de l'AME 621 soit poursuivie avec diligence, l'existence d'un armement au point pouvant constituer un atout dans la négociation [...] et, en cas d'échec, une solution de repli. »

Compte tenu des observations de la DTAT, il accepte néanmoins de mener une expérimentation comparative des armes AME 621 et RH 202, chacune dans leur version « alimentation simple » (en fait, Rheinmetall n'a pas encore maîtrisé les problèmes posés par la version « double alimentation », où l'arme, accouplée à deux ensembles « coffre et couloir d'alimentation », est capable de passer très rapidement du

¹⁵ L'abondance de documents cités a conduit à en regrouper les intitulés dans la liste figurant à la fin de l'annexe 4. Les parenthèses (R1), (R2)... apparaissant dans le texte de la présente section renvoient à cette annexe.

tir de munitions d'un certain type – explosives, par exemple – à celui de munitions d'un autre type, perforantes par exemple).

Cette expérimentation, menée rapidement, conduit aux conclusions qui pouvaient être prévues dès le départ, et essentiellement au constat que l'arme RH 202 répond au cahier des charges en perforation : 20 mm sous 60° d'incidence à 1000 m, alors que l'AME 621 ne perce que 15 mm, sous 45°, à 600 mètres.

Les autres conclusions, positives, sur les qualités du canon 621 en termes d'encombrement, de masse, fiabilité ne sauraient contrebalancer l'insuffisante capacité en perforation : l'EMAT ne peut que confirmer son choix de l'arme allemande RH 202.

Ce choix est durement ressenti au sein de la DTAT, par les ingénieurs-concepteurs, par les experts techniques, par les responsables industriels.

Depuis 1953, les ingénieurs-concepteurs ont travaillé sur le programme FINABEL, et ont conçu, mis au point et présenté un prototype dont les performances et les qualités ont été reconnues. Certes, ce travail n'aura pas été inutile, puisque c'est à partir de lui qu'a été développé le canon plus léger M 621. Mais même si celui-ci s'annonce comme un succès, il ne constituera qu'un programme relativement secondaire (armement d'hélicoptères et avions légers) vis à vis du programme-phare que constitue l'équipement de l'armée de Terre en canons automatiques de 20 mm.

On peut donc comprendre leur amertume de voir l'arme 582 (ou sa variante possible utilisant la munition HS 820) rejetée au profit d'une arme concurrente, sans qu'ils aient aucunement démérité.

Les experts techniques connaissent l'arme de Rheinmetall, arme moderne, robuste d'excellente présentation. Mais ils estiment que ses caractéristiques en matière d'encombrement, de masse, facilité d'emploi sont inférieures à celles du concept français 582 ; ils estiment également que la mise au point de l'arme elle-même, et surtout des dispositifs d'alimentation double (et même triple) annoncés par Rheinmetall est loin d'être aussi avancée qu'on le dit. Sur tous ces points, d'ailleurs, l'avenir ne leur donnera pas tort, on le verra.

Les responsables industriels, eux, ont une double raison d'être préoccupés. Le programme Terre sera très important en matière de charge. Certes, il sera sans doute possible de négocier un achat de licence avec Rheinmetall, mais certainement avec partage de charge, et en outre sans les libertés en matière d'exportation que l'on aurait avec une arme française.

Enfin, beaucoup d'efforts ont été consacrés, aux plans financier, matériel, humain, à la création du pôle d'études moyen calibre de Bourges, successeur du défunt AME : ne pas lui confier le premier grand programme national que sera le 20 mm armée de Terre paraît totalement inconséquent.

Sans attendre la décision de l'EMAT, qu'elle pressentait, la DTAT avait entrepris une réflexion interne, qui aboutit aux constats et actions suivants.

Constat d'avoir, à deux reprises, choisi une mauvaise voie. La première, en 1953, était le choix pour répondre aux spécifications FINABEL, de développer une munition performante, mais entièrement nouvelle. Dans un passé récent, la DEFA avait certes réussi, avec la munition de 30 mm 550 pour canons d'avions de combat, à créer et faire reconnaître un nouveau standard (en bénéficiant, il est vrai, de l'appui du Royaume-Uni).

Pour le 20 mm, un nouveau standard était déjà en train de s'imposer mondialement, le HS 820 (nouveau succès de l'industrie suisse Oerlikon/Hispano-Genève) ; l'espoir de diffuser un autre standard (la munition 582 de l'AME) devenait quasiment vain, et faire cavalier seul s'avérait extrêmement aventureux, malgré les indéniables qualités du projet 582.

Second mauvais choix, en fait une véritable erreur : avoir sous-estimé en 1963 l'importance de la performance « perforation » pour une arme destinée au combat

terrestre, et avoir poussé l'EMAT à adopter un canon 621 manifestement insuffisant à cet égard, en raison de la faible puissance de la munition M 55 qu'il met en œuvre.

Mais sera-t-il possible, si le choix de l'EMAT est celui que l'on pressent (l'arme allemande RH 202), de faire une contre-proposition crédible ?

L'équipe de Bourges se met au travail. Elle ressort des cartons le projet AME d'une arme conçue sur les principes de l'AME 582 (comme l'AME 621), mais utilisant la munition HS 820, le finalise et réussit en un temps record à construire, non pas réellement un prototype, mais une maquette probatoire apte au tir de ce que serait un canon famille 582, redessiné autour de la munition HS 820. Cette « maquette » est réalisée à partir d'un prototype 621, dont la boîte de culasse est découpée, allongée, ressoudée, la culasse modifiée pour être adaptée à la percussion mécanique de la cartouche HS 820, un tube réalisé, une alimentation « bricolée »; quelques tirs avec munitions HS 820 sont réalisés, pour vérifier que « ça marche ». Tout ceci, bien entendu, dans la plus grande discrétion.

La DTAT recherche alors et obtient l'appui du Délégué général pour l'armement qui, le 27 juin 1969, annonce lui-même (au cours du salon de Satory) au chef d'état-major de l'armée de Terre l'existence de ce prototype, le lui présente, propose un plan de développement (devis et calendrier) et suggère que la décision de l'EMAT (choix entre le canon RH 202 et ce nouveau canon français, désigné sous le vocable M 693) soit différée jusqu'à réalisation de nouveaux essais comparatifs par la STAT (R 12).

Pour être complet, précisons que la DTAT propose le choix entre trois projets d'arme, baptisés M 691, M 692, M 693.

La M 693, on vient de le voir, est dessinée autour de la munition HS 820.

La M 691 utiliserait une munition comportant la douille HS 820, mais sertie sur des obus américains M 55-M 56 légèrement modifiés.

La M 692 utiliserait une douille nouvelle dérivée de la douille M 55 (allongée), mais garderait tels quels les obus M 55-56. Ce qui aurait sans doute permis de développer une seule famille d'obus (mais non de munitions) pour le 20 M 621 (hélicoptères) et la future 20 mm de l'EMAT. Notons que la M 691, gardant inchangés la douille HS 820, sa charge propulsive, sa balistique intérieure, n'obligerait pas au développement coûteux d'une nouvelle « cartouche de base » ; par contre, elle aurait rompu toute interopérabilité avec les utilisateurs de munitions HS 820, les Allemands notamment.

Une réunion importante se tenait immédiatement (R 13), et le 18 juillet 1969, l'EMAT faisait connaître (R 14) qu'il se ralliait à la proposition DTAT d'une nouvelle arme de 20 mm, conçue sur les principes du canon AME 621, mais utilisant la munition HS 820 : le programme M 693 était né.

Le calendrier de développement sur lequel la DTAT s'engageait était extrêmement tendu (« optimiste », écrit l'EMAT...) :

- Fin 1969 : définition du prototype.
- Année 1970 : poursuite de l'étude de l'arme et de ses montages, construction des prototypes.
- Début 1971 : essais STA, pour une décision d'adoption à la fin du premier trimestre.
- Mise en fabrication des armes de série mi-1972, pour ne pas retarder la sortie des premiers AMX 10 P.

Le 24 juillet, l'EMAT proposait (R 15) de constituer un « Groupe de travail consultatif-Armement de moyen calibre à tir tendu (GTC-AMCTT) », qui était effectivement mis en place le 20 août (R 16 et 18). Ce GTC allait avoir à jouer un grand rôle et, depuis sa première séance le 18 septembre 1969 jusqu'à sa dernière le 16 septembre 1987, se réunira 66 fois (dont 20 entre le 18 septembre 1969 et le 28 juin 1971). C'est l'Ingénieur

général Marest qui, compte tenu de l'importance du sujet et des difficultés rencontrées, en assurera la présidence pendant la phase initiale la plus cruciale (les comptes-rendus de ces réunions, diffusés sous le timbre ASA/DTAT/INF, constituent un historique complet et détaillé du développement du canon M 693).

Donnons ci-après quelques points importants de la fiche-programme (R 3) :

Missions :

- Mettre hors de combat les engins blindés et rapides jusqu'à 1000 mètres au moins.
- Effectuer sur du personnel à découvert des tirs précis et efficaces jusqu'à 1200 mètres et des tirs de neutralisation jusqu'à 2000 mètres.
- Participer à l'autodéfense antiaérienne des unités jusqu'à 1500 mètres.

Munitions :

- Géométrie générale de la cartouche HS 820.
- Projectile perforant : percer 20 mm d'acier à blindage à 1000 mètres sous 60 degrés d'incidence.

Un programme d'évaluation des munitions (autres que la perforante) d'origines française et étrangère était défini.

En ce qui concerne les montages, nous énumérerons plus tard les nombreux affûts et tourelleaux prévus dès le départ.

Enfin, un calendrier d'ensemble était fixé. L'avis de la STAT (après expérimentation complète suivant les normes en vigueur) était requis pour le 1^{er} avril 1971 ; parallèlement, devait être organisée la mise en fabrication, étant précisé que la cadence de production devrait être de 50 armes par mois à partir d'octobre 1972.

Les difficultés d'ordre technique et calendaire que devait résoudre l'équipe de Bourges étaient nombreuses, et l'on doit souligner l'ardeur, la persévérance et l'efficacité du groupe animé par l'Ingénieur principal de l'armement Pierre. La poignée d'ingénieurs et techniciens arrivés de Mulhouse s'était enrichie d'éléments de qualité, mais avec peu ou pas d'expérience dans le domaine du moyen calibre. Il faut également mentionner l'importance du rôle et du soutien de la Manufacture nationale d'armes de Tulle, chargée d'épauler Bourges pendant le développement et d'assurer la fabrication des prototypes, puis de la série, ainsi que ceux de l'Atelier de fabrication de Toulouse (ATE) pour les munitions.

Les obstacles ne manquèrent pas. En novembre 1970, des incidents répétés affectèrent la deuxième série de prototypes. Malgré des essais intensifs, la DTAT ne put qu'annoncer un retard de trois mois (accompagné, heureusement si l'on peut dire, d'un retard du même ordre du programme de série AMX 10 P).

De son côté, l'équipe STAT « moyen calibre » installée à l'ETBS de Bourges allait connaître de 1969 à 1975 une intense activité. C'est en effet trois matériels (et même quatre) qu'elle eut à expérimenter successivement ou parallèlement.

Au départ, il s'était agi de comparer le canon français AME 621 et l'arme allemande Rh 202. Nous n'y reviendrons pas. Rappelons seulement que, compte tenu du lancement du canon M 693, l'EMAT se retira du programme AME 621 le 21 octobre 1969 (pour n'y revenir officiellement que 17 ans plus tard, en 1986, année où elle adoptera le matériel sous le nom de CN-MIT-20 m 621 F1, notamment pour l'armement des hélicoptères de l'ALAT¹⁶).

Cependant, l'expérimentation de l'AME 621 continua, pour les besoins Armée de l'air et exportation.

¹⁶ Voir chapitre 5, section 4

De plus, parallèlement au « duel » principal M 693 – RH 202, il était demandé à la STAT d'expérimenter un nouveau canon d'origine Hispano-Genève, le HS 827. Toutefois, son planning de développement s'étant révélé incompatible avec le calendrier des besoins français, cette demande n'eut qu'une suite limitée.

Restait en définitive le programme de validation du M 693, mené en constant et étroit parallélisme avec celui du RH 202. Pour l'un comme pour l'autre, ce programme porta successivement sur deux versions de base différentes.

Dans la version « alimentation simple », le canon est alimenté par un seul couloir d'alimentation (ou un seul magasin). Bien sûr on peut « panacher » la bande ou succession de cartouches (par exemple, cinq explosives suivies d'une perforante), mais sous réserve que la balistique soit la même, et au prix d'un certain gâchis de munitions.

Dans la version « double alimentation », le canon est alimenté par deux couloirs d'alimentation indépendants, l'un amenant des munitions d'un certain type (explosives, incendiaires, ou un panachage des deux), le second des munitions perforantes dont la balistique peut être, et est généralement, différente.

Pour que ce canon à double alimentation soit pleinement et commodément utilisable, plusieurs conditions doivent être réunies.

Le passage d'un type de munition à l'autre doit être quasi-instantané. Ce passage ne doit nécessiter aucune intervention manuelle sur l'arme (qui est souvent inaccessible), mais être opéré en télécommande.

Il doit être accompagné d'une modification de la cadence : cadence haute (ou moyenne) pour les munitions incendiaires ou explosives. Pour les munitions perforantes, qui réclament une haute précision et sont en outre très coûteuses, tir à très basse cadence, et même au coup par coup. Parallèlement, il y a lieu de procéder au changement de réglage du viseur.

Une double alimentation possédant toutes ces caractéristiques est chose très rare : ce sera le cas de la M 693, et on peut voir là l'une des raisons de son succès.

L'expérimentation parallèle M 693-RH 202 allait montrer que pour la première, comme on s'y attendait, il restait beaucoup de progrès à faire et de problèmes techniques à régler. Mais, plus inattendu, la STAT devait constater que le canon de Rheinmetall était beaucoup moins au point qu'on ne le croyait : d'ailleurs, le 26 novembre 1970, elle estimait (R 32) que les deux armes française et allemande avaient une fiabilité comparable.

Enfin, le 30 juin 1971 (R 42), elle émettait un avis favorable à l'adoption de principe du canon M 693 développé à l'EFAB, en ajoutant qu'il lui était impossible, au stade actuel, de formuler un avis semblable sur le canon RH 202.

Et, au vu de cet avis, l'EMAT prononçait le 26 juillet 1971 (R 47) l'adoption de principe du M 693 sous le nom de « canon mitrailleur de 20 mm modèle F1 », en abrégé « CN-MIT 20 F1 ».

A ce stade, faisons une pause dans l'exposé historique pour accompagner cet épilogue heureux de trois commentaires.

Tout d'abord, il confirme la prudence que doit conserver tout observateur devant une démonstration, même brillante. En 1968, la présentation du canon RH 202 effectuée en Allemagne devant les représentants de l'EMAT les avait suffisamment convaincus pour qu'en janvier 1969 celui-ci annonce qu'il retenait ce matériel et demande à la DTAT de négocier les conditions de son acquisition. Trois ans plus tard, après une vraie expérimentation, le jugement n'était plus le même...

Deuxième commentaire : les équipes de la DTAT n'ont bénéficié ni de l'avantage numérique, ni d'une meilleure expérience. C'était là le premier ouvrage qu'ingénieurs et techniciens français menaient à bien seuls (c'est à dire sans la présence de leurs collègues allemands de Mulhouse auprès desquels ils avaient appris le métier). Le

résultat obtenu justifiait la lettre par laquelle le directeur des armements terrestres, le 16 août 1971, adressait ses félicitations et ses remerciements « à tous ceux qui ont travaillé avec enthousiasme et ténacité à cette étude qui fait honneur à la DTAT ».

Dernier commentaire : on a déjà dit que, « sur le papier », le canon français présentait des performances supérieures à celles de son concurrent allemand, comme le montre le tableau comparatif des caractéristiques significatives :

Caractéristiques	Canon Rheinmetall Rh 202	Canon DTAT M 693
Largeur hors tout	460 mm	204 mm
Hauteur	380 mm	280 mm
Masse	150 kg	80 kg
Effort de recul	700 daN	450 daN
Longueur hors tout, cadence de tir (variable, y compris coup par coup) dispositifs d'armement – réarmement – ont des valeurs ou performances voisines ou semblables. La balistique est identique (les deux armes tirant la même cartouche HS 820).		

L'expérience a montré que le M 693 fut également gagnant en rapidité de mise au point. Tout ceci est incontestablement dû, en partie, à son principe de fonctionnement et son architecture, dont le mérite revient, il faut le souligner, à ses concepteurs d'origine, c'est à dire au départ l'équipe d'ingénieurs et techniciens allemands de l'AME, mais avec l'aide rapidement croissante des ingénieurs et techniciens français formés à leur école (la future équipe de l'EFAB). Une précision complémentaire : c'est à l'équipe de Bourges (et ses appuis tullistes) que l'on doit (outre la lourde tâche de passer du prototype au modèle de série totalement fiable) la conception très originale et performante de la double alimentation incorporée au canon 693, pratiquement sans équivalent pendant de nombreuses années.

Après l'adoption de principe de juillet 1971 va s'ouvrir une période de mise au point longue et émaillée d'incidents divers, apparus notamment au cours de sévères essais d'endurance (la durée de vie spécifiée était de 16000 coups, objectif très ambitieux même s'il était admis et prévu un plan d'échange systématique en cours de vie des pièces les plus sollicitées). Ceci obligera à des modifications assez profondes, aboutissant à la version définitive « canon mitrailleur de 20 mm Modèle F2 » en abrégé CN-MIT 20 F2. L'adoption en est prononcée le 30 décembre 1975 (fin de la période examinée par le Comité pour l'histoire de l'armement terrestre) (voir page suivante photo et caractéristique du CN 20 F2 – ou M 693).

Ainsi, le pari qu'avait fait la DTAT en 1969 en présentant le projet 693 et son calendrier plus que tendu aura finalement été gagné. Mais il aura fallu, de 1971 à 1973, traverser des périodes délicates.

Délicates pour les relations entre DTAT et EMAT ; au sein de ce dernier, certains avaient mal accepté, après avoir été entraînés en 1963 à faire le mauvais choix de l'AME 621, de se voir pratiquement imposer en 1969 de renoncer au nouveau choix (le 20 mm RH 202) qu'ils avaient fait et officiellement exprimé. D'où des réactions parfois vives face aux retards et incidents du programme 693 (voir par exemple R 20).

Même à l'intérieur de la DGA, les critiques ne manquèrent pas, et des jugements sévères étaient émis (en oubliant souvent que les circonstances, notamment la fermeture de Mulhouse, n'étaient pas étrangères aux difficultés rencontrées).



Canon de 20 693 (F1,F2)

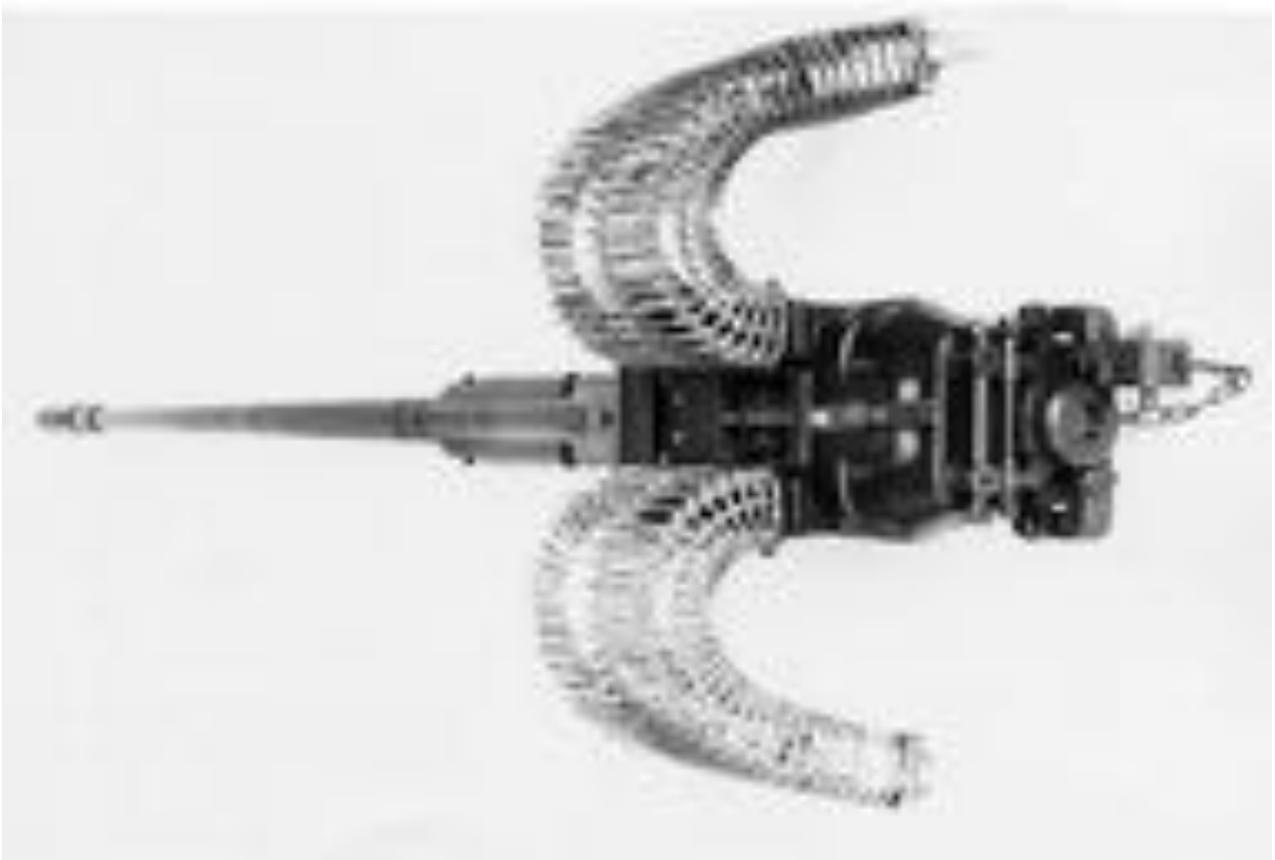
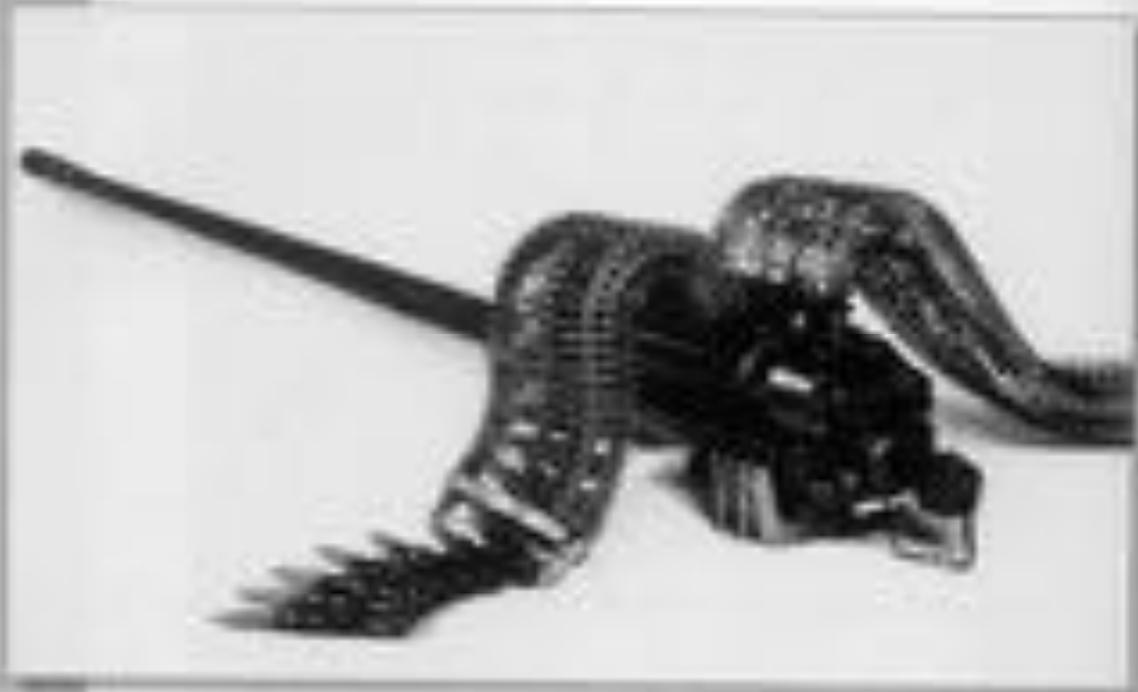


Fig. 11

Canon de 20 693 (F1,F2),caractéristiques



Le canon 20 MM offre un travail à l'arrêt et à l'avance de petits animaux en vol.

Il est la mesure de 20 mm au standard international 20 x 100 et convient aux montres-vidéo, soit en mode noir et blanc ou couleur, de protection, d'ambiance ou d'innovation.

Il est équipé par un double mécanisme qui permet un choix de montures (1/30, 1/60 ou fonction de la cible et assure une efficacité maximale : la première mesure être complétée par un apte ultérieurement par le second.

Le canon 20 MM est notamment monté sur l'objectif 100 mm couleur vidéo.

Caractéristiques

- Avec mécanisme par impact de gaz
- Masse : 87,7 kg
- Hauteur de vue : 430 mm maximum
- Capacité de tir : 700 images
- Modes de tir : coup de feu, rafale continue ou semi-automatique
- Hauteur : 20 mm x 100
- Poids efficace : 1 100 kg
- Vitesse initiale : 1 200 m/s
- Alimentation : électrique ou thermique
- Alimentation : 20 V - 10 A continu
- Dimensions : 110 x 100 x 200 x 254 mm

Fig. 12

On trouvera en annexe des extraits des documents écrits en 1989 par Messieurs Maury (MAT) et Blain (ETBS) qui apportent des compléments d'information sur le programme. Retenons-en trois points :

- L'arme est moderne, de service facile ; malgré sa puissance, elle est relativement légère (80 kg berceau compris), compacte (largeur 204 mm, hauteur 260 mm berceau compris), avec un effort de recul modéré (450 da N) rendant possible le montage sur porteurs terrestres et aériens légers (hélicoptère, par exemple).
- L'EFAB a développé pour cette arme un système de double alimentation extrêmement performant (probablement sans véritable équivalent) qui a contribué au succès de ce matériel.
- L'arme est dotée d'un système de détente permettant de choisir entre trois modes de fonctionnement : rafale libre, rafale limitée, coup par coup.

En rafale, la cadence normale (qui assure la meilleure durée de vie) est de 750 coups/minute. Mais elle peut être portée (en procédant simplement au changement des événements) à la cadence de 900 coups/minute, notamment pour son utilisation en défense antiaérienne.

A la date de rédaction du document Maury, 6000 canons avaient été produits. Ils armaient les véhicules blindés français VTT AMX-13, l'AMX-10 P, l'AMX-30, les affûts antiaériens 53T1, 53T2, 76T1 et 76T2, pour des utilisations françaises et export (dans ce dernier cas, sur porteurs et affûts français et étrangers).

Cette réalisation aura prouvé que, grâce à l'opiniâtreté d'une petite équipe d'hommes, le passage du relais entre Mulhouse et Bourges s'est bien passé, malgré des difficultés nombreuses. Nous le constaterons de nouveau lorsque, à titre de conclusion du présent tome, nous évoquerons brièvement les voies nouvelles dans lesquelles, après le programme 693, et au terme de la période 1945-1975 objet de l'étude ComHArT, allaient s'engager les équipes de l'EFAB et des établissements GIAT et Industriels associés.

Nous terminerons cet historique du programme 20 mm 693/F1/F2 en nous intéressant au problème des munitions.

Remarquons qu'il ne se pose pas ici de la même manière que pour les deux programmes précédemment traités, le 30 Avion 550 et le 20 mm 621.

Dans le cas du « 30 Avion », tout était à faire. Le calendrier de développement de la munition, nouvelle, devait accompagner celui de l'arme, et même, pour les caractéristiques de base (dimensions et forme de la cartouche, balistique intérieure) le précéder. Et ce sont toutes les disciplines « munitionnaires » qui étaient mobilisées pour définir la balistique, la poudre et son chargement, la douille, l'amorce, le profil du projectile et sa balistique extérieure, les différents types d'obus, leurs fusées, et, complètement obligatoire, le maillon. En bref, c'est toute une industrie qui, en France et à l'étranger, a été concernée par ce programme « 30 Avion » dès le stade du développement.

Le cas du 20 mm 621 est différent : le canon, on le sait, a été dessiné autour d'une munition existante, la munition M 55 américaine, déjà produite en grande série et dans plusieurs pays pour être utilisée par le canon d'avion à barillet M 39 (et par le multitube M 61 Gatling).

La 621 trouva donc « sur le marché » les munitions permettant les emplois air-air et air-sol.

Toutefois, avec l'adoption – même provisoire – par l'armée de Terre, et pour les besoins export, il a fallu développer une gamme complète de munitions sol-sol et sol-air (ceci a été exposé dans le paragraphe consacré au programme M 621).

Le programme M 693 (ou F1-F2) correspond à un troisième cas de figure. Lors de son lancement, le canon HS 820 d'Hispano est déjà fabriqué en série et vendu ; avec lui et pour lui, toute une gamme de munitions a été mise au point. Cette munition a été adoptée par les Allemands dès la décision prise de développer le canon RH 202. Il y a donc, notamment en Suisse et en Allemagne, toute une gamme disponible ou en cours d'études, qu'il s'agisse de munitions d'exercice, explosives, incendiaires ou perforantes plein calibre.

Mais reste à satisfaire l'objectif qu'a fixé l'EMAT : percer 20 mm à 1 000 m sous 60° d'incidence ; c'est un objectif que les techniciens ont jugé accessible, mais très loin en 1969 des performances atteintes ici ou là. Et c'est un objectif que les autres pays utilisateurs de la munition HS 820 se fixent également, avec quelques variantes.

Cependant, ces performances ambitieuses en matière de combat anti-blindé conduiront nécessairement, tous les spécialistes le savent, à une balistique extérieure très différente de celles des munitions d'autre type (antipersonnel et anti-cibles légères), interdisant le panachage sur bande unique. C'est la raison pour laquelle, en Allemagne (RH 202) comme en France (20 Mle F1) les armes sont conçues avec double alimentation sélective.

Cinq firmes ont donc entrepris dans les années 1970, de façon crédible, des études de munitions perforantes sous-calibrées capables de satisfaire les exigences exposées ci-dessous :

- Hispano-Suiza (sur le point d'être racheté par Oerlikon) en Suisse,
- Rheinmetall, I.W.K et Diehl en Allemagne,
- La DTAT (EFAB) en France.

En ce qui concerne les autres munitions, compte tenu de l'existence sur le marché de plusieurs modèles satisfaisants, aucune étude n'est financée en France : la satisfaction des besoins se fera après exécution d'un programme d'essais comparatifs.

Nous n'entrerons pas ici dans le détail d'opérations industrielles complexes. En définitive, achats de licence et mise au point de solutions nationales (notamment pour le perforant sous-calibré) aboutiront pour la France à une répartition des fabrications entre, principalement, le GIAT (EFAB et ATE) et Manurhin.

Énumérons simplement, pour en terminer avec cet historique du programme 20 mm 693/F1-F2, la gamme complète de projectiles que pouvait proposer *in fine* le GIAT (puis GIAT-Industries), pour être utilisés dans les canons RH 202, famille HS 820 et famille 693 (F1, F2 et F2 ACA) :

- OEI : obus explosif incendiaire
- OEIT : obus explosif incendiaire traceur, les deux avec fusée d'ogive à fonctionnement instantané à l'impact et autodestruction
- OPEI : obus perforant explosif incendiaire avec fusée de culot à fonctionnement à court retard et autodestruction
- OPNT : obus perforant traceur à noyau
- OX et OXT : obus d'exercice et exercice traceur.

Les obus « actifs » sont tous équipés de fusées possédant les sécurités de stockage et manipulation, de transport, de tube et de début de trajectoire.

Débordant un peu le strict aspect « armes et munitions », deux sections seront consacrées, la première aux travaux menés à l'Institut de Saint-Louis (ISL) dans le cadre du Groupe études de concept (GEC), la seconde aux activités affûts et montages 20 et 30 mm.

4 – LE GROUPE ETUDES DE CONCEPTS (GEC) DE L'ISL

Nous avons évoqué au chapitre 3, section 3, la création en 1945 du Laboratoire de recherches de Saint-Louis (LRSL), transformé en 1958 en établissement bi-national, l'Institut franco-allemand de recherches de Saint-Louis (ISL). Nous indiquons que certains de ses travaux (charges creuses et formées, projectiles perforants « flèches » notamment) intéressaient directement l'armement terrestre.

En 1965, l'Ingénieur général Billion (DRME) et l'Ingénieur général Deruelle (DTAT) eurent l'idée de « fédérer » les travaux menés par différentes équipes de l'ISL dans ce domaine de l'armement terrestre au sein d'un « Groupe études de concepts » (GEC), formé de chercheurs et Ingénieurs de l'ISL ; ce GEC, structure « horizontale » agirait sous les directives du « Conseil consultatif des recherches et études » – CCRE –, organisme réunissant des responsables français et allemands, siégeant trois fois par an pour orienter l'ensemble des activités de l'Institut. L'idée était de donner, grâce au GEC, une impulsion nouvelle aux recherches intéressant l'armement terrestre, de les coordonner et surtout d'initier très tôt une coopération industrielle franco-allemande pour une exploitation en commun des résultats de ces recherches. Dès le départ, des firmes industrielles françaises et allemandes, désignées paritairement, seraient donc associées aux travaux de Saint-Louis. Ceux-ci s'orientèrent vers un sujet d'intérêt commun pour les deux pays, l'armement moyen calibre des véhicules de combat légers de l'avenir. Un tel programme comportait naturellement les trois volets : canon, munitions, montage.

S'agissant de l'arme, l'ambition était d'accomplir un pas décisif : s'affranchir de la nécessité d'une douille en mettant au point un armement à munition sans douille. Comme on l'a indiqué dans les généralités, la douille métallique présente (à côté de tous ses avantages de solidité, étanchéité, aptitude aux déplacements brutaux, parfait accouplement avec l'obus) de nombreux inconvénients. Elle alourdit la munition, avec deux effets pénalisants : elle grève le devis-poids du porteur (ou contraint à limiter la quantité de coups embarqués), elle nécessite un dispositif d'alimentation puissant et consommateur d'énergie.

Le coup parti, il est nécessaire d'extraire la douille vide, étape non productive du cycle de fonctionnement, puis d'éliminer cet objet, ce qui pose problème, car ce détrit us est non seulement encombrant, mais pollué (gorgé de gaz). Il en résulte des limites pour son rejet (il ne doit pas venir meurtrir le porteur ou son environnement) ou son stockage (lorsque le rejet est non souhaitable).

Les travaux du GEC portèrent donc à la fois sur la conception de « munitions de base » nouvelles (définition de la charge propulsive, sa composition, sa géométrie, sa « liaison » – ou non – avec le projectile) et sur la recherche d'architectures d'arme appropriées, une munition sans douille s'accommodant mal des manipulations brutales imposées par les mécanismes traditionnels.

En ce qui concerne les projectiles, le GEC se proposait de mener des études pour deux types de perforants, l'un à charge « formée », l'autre de type « flèche ».

Enfin, l'objectif global étant l'armement des VCI, étaient prévues des recherches sur un concept de tourelleau intégrant tous les acquis récents en matière de motricité et de visée.

Dès le départ, des firmes industrielles furent associées aux travaux du GEC, essentiellement : en France la DTAT (EFAB et APX) et la Direction des poudres ; en Allemagne, Rheinmetall et Diehl.

Les propositions du GEC furent présentées à partir de fin 1970. S'agissant du canon, elles furent à la base de travaux menés en Allemagne par Rheinmetall (développement

exploratoire franco-allemand « GEC-Armement à munitions sans douille »), qui ne devaient pas déboucher sur un projet concret.

S'agissant des projectiles, les travaux portèrent sur les deux voies envisagées au départ, avec comme objectif de référence : percer 20 mm de blindage, sous 60° d'incidence, à 1 200 mètres de portée.

Première voie : un projectile à charge formée et à propulsion additionnelle. Un travail de recherche opérationnelle et d'optimisation fut mené, qui mit en évidence l'organisation très complexe que devrait avoir un tel projectile. Son développement et son éventuelle réalisation seraient, à n'en pas douter, très délicats, voire aléatoires. Cette voie ne déboucha donc pas sur un projet concret, mais fut cependant à la base d'un progrès des connaissances et d'un brassage d'idées mis à profit, fût-ce inconsciemment, par les spécialistes industriels des deux pays qui avaient suivi les travaux du GEC.

Par contre, les travaux menés sur les projectiles perforants « flèches » sont à la base des développements réalisés ensuite en Allemagne et en France (EFAB) en moyen calibre et gros calibre (canons de chars).

Enfin, la répartition des tâches avait, pour les études de montage de l'arme, associé l'ISL à un établissement de la DTAT, l'APX. Le concept de principe qui en résulta, dit « Tourelleau GEC », devait être à la base de plusieurs réalisations importantes. Nous y reviendrons à la fin de la section suivante.

5 – AFFÛTS ET MONTAGES

Ce thème pourrait justifier à lui seul un chapitre. Dans le seul calibre 20 mm, le nombre d'affûts, montages, tourelleaux étudiés ou adoptés en France pour la mise en œuvre de l'une des armes que nous avons décrites (MG 151, 20 mm 621, 20 Mle F2, 20 mm HS 820) est de l'ordre de la vingtaine ; s'y ajoutent tous les montages des canons de 30 mm. Mais nous avons déjà décrit les affûts et montages pour hélicoptères¹⁷, et le volume 3 (la défense antiaérienne) du présent Tome 8 traite assez complètement des affûts et tourelles 20 et 30 mm destinés au tir contre-avion, mais également, dans beaucoup de cas, au tir contre objectifs terrestres. Nous nous bornerons donc ici à souligner quelques traits caractéristiques concernant la conception de ces matériels, et en terminant à dire quelques mots du tourelleau GEC, en raison de son histoire particulière et de ses retombées.

Affûts et montages sont à l'interface constructeur-utilisateur, et même (montages sur aéronefs et véhicules, tourelles et tourelleaux) à la double interface armurier-concepteur du porteur-utilisateur. Il en résulte plusieurs conséquences.

Tout d'abord, l'absolue nécessité d'un dialogue entre les parties concernées. On aura vu, par exemple, comment l'équipement un peu hâtif des hélicoptères en canons de 20 mm, sans consulter les spécialistes armes, avait conduit à des défauts de fonctionnement, et même des accidents. En sens inverse, l'avis des autres parties, s'il est sollicité et écouté très tôt, pourra avantageusement être pris en compte avant qu'il ne soit trop tard. Nous nous bornerons à citer un exemple ; celui de l'affût monotube antiaérien 20 mm 53T2 dit « à pointage intégral ».

On a évoqué précédemment, que, dans la perspective de l'équipement des forces terrestres en matériel de défense antiaérienne courte portée, la DEFA avait lancé au début des années 1950 une étude d'affût monotube pour canon de 20 mm.

¹⁷ Voir chapitre 5, section 3.

Trois constructeurs, on l'a dit, mirent en commun leurs compétences pour réaliser en commun un prototype, dit affût « Consortium », qui devait déboucher sur un modèle, simple et robuste, désigné sous le vocable 53T1. En fait, laissé en sommeil, cet affût reprit de l'actualité à partir du moment où l'armée de Terre disposa d'un canon de 20 mm moderne. C'est alors que fut entreprise une analyse critique de l'affût par la Section technique de l'armée de Terre, et tout spécialement les médecins de son département ergonomie. Ceci, bien entendu, en étroite liaison avec les équipes de la DTAT, notamment de l'EFAB et d'industriels associés.

Ainsi, se dégagèrent les principes d'une architecture nouvelle, où notamment le tireur fait constamment corps avec le viseur et l'arme (d'où le nom de pointage intégral). Rien de nouveau d'ailleurs, une telle architecture avait connu quelques précédents. Mais grâce à la pertinence de l'analyse et la constance du dialogue, les résultats ne déçurent pas ; à première vue peu différent de son prédécesseur 53T1 (dont d'ailleurs il reprenait une partie importante de la mécanique), le 53T2 « Tarasque » apporta des gains surprenants en matière de suivi de cibles, précision de la visée, et donc efficacité, sans rien perdre de sa simplicité et de sa robustesse. (Fig. 13).



Fig. 13

Ces dialogues permettront également d'assurer la cohérence de l'ensemble. Une même arme peut être utilisée dans des contextes différents, justifiant des choix techniques différents. L'expérience a montré, par exemple, que l'emploi du 20 mm sur hélicoptère en tir air-sol rapproché, par l'ouverture latérale, s'avérait le plus efficace avec un pointage manuel (arme bien équilibrée avec liens élastiques souples), et viseur des plus simples. Adopter dans un tel cas un pointage assisté (hydraulique, électrique) et un viseur sophistiqué est non seulement inutilement coûteux, mais nuisible. Au contraire, dans d'autres utilisations, la même arme de 20 mm devra bénéficier de tels équipements pour atteindre l'efficacité optimale (affûts antiaériens multitubes, par exemple).

L'architecture d'ensemble, les sources d'énergie (moteurs de divers types, accumulateurs), les types de viseur peuvent faire le choix de solutions diverses, faisant appel à l'imagination et la créativité : là aussi, au départ, il est bon d'ouvrir le dialogue, faire appel à la concurrence d'idées (on aura noté par exemple la compétition efficace, suivi d'une mise en commun, pour l'affût 20 mm dit « consortium »).

Enfin, comme pour toute interface, le choix du technicien responsable (entre spécialiste de l'arme et concepteur du porteur) devra tenir compte de l'importance des contraintes et difficultés d'un côté et d'autre. Par exemple, la quasi-totalité des installations d'armes de 20 mm sur hélicoptères a été réalisée par les armuriers ou sous leur maîtrise d'œuvre, alors que toute installation des mêmes armes sous tourelle est confiée à juste titre au responsable du véhicule terrestre (char ou blindé léger) : mais, bien entendu, le dialogue ne doit pas cesser au cours du développement.

Pour conclure ce paragraphe, quelques mots du tourelleau GEC (nous faisons là un résumé d'un exposé plus complet de M. Urvoy, de GIAT-Industries).

Cette affaire, on l'a dit, prend ses racines en 1968 dans le cadre du « Groupe études de concepts » créé au sein de l'ISL¹⁸ avec comme thème l'avant-projet d'un système d'armement pour un futur véhicule de transport de troupe. Des industriels français et/ou allemands sont associés aux travaux concernant les constituants du système.

En 1970, l'APX s'engage dans l'étude et la réalisation de la maquette fonctionnelle d'un système télécommandé et stabilisé, organisé autour du canon mitrailleur de 20 mm.

Objectif militaire : lutte contre les blindés légers, les personnels à découvert, les aéronefs à très basse altitude. Idée directrice : sur le toit du véhicule transport de troupe, un support motorisé en site et azimut, télécommandé de l'intérieur du véhicule. Le système de visée, lié mécaniquement à l'arme, est repris par une caméra de télévision.

Le tourelleau est constitué de cinq éléments :

- Un plateau circulaire mobile indéfiniment
- Une masse oscillante portant l'arme (et son alimentation en munitions)
- Un bloc de visée stabilisée (par gyroscopes), lié mécaniquement à l'arme, avec sortie par caméra
- Deux chaînes de motorisation électrique (plateau et masse oscillante)
- Un poste de commande séparé de la tourelle.

L'opérateur pilote la ligne de visée par un palonnier, le champ de visée apparaissant sur moniteur de télévision. Donc, trois options fondamentales :

- tourelle télécommandée
- stabilisation mécanique de la ligne de visée par gyroscope
- motorisation électrique du système.

Le choix de la télécommande présente des avantages opérationnels décisifs : ne pas avoir à embarquer un opérateur diminue énormément volume et masse du tourelleau et par suite (car un tourelleau est placé en superstructure) améliore fortement la discrétion (silhouette) et la mobilité du véhicule.

¹⁸ Voir les chapitres 3, section 3 et 6, section 4.

La stabilisation de la ligne de visée est d'une grande simplicité mécanique, les seules pièces en mouvement étant les deux anneaux de cardan du gyroscope qui permettent ses deux déplacements angulaires relativement à l'axe de l'arme.

Le pilotage de la ligne de visée se fait au moyen des deux moteurs-couple de précession du gyroscope, fixés sur les deux axes de cardan, ainsi que de deux capteurs angulaires qui fournissent constamment la position relative de l'arme et de la ligne de visée.

La motorisation du tourelleau, spécialement étudiée pour faire disparaître les jeux mécaniques et diminuer les élasticités de la transmission, est constituée de moteurs à commande d'induit, à aimants permanents, pilotés par amplificateurs à découpage à transistors classe D. Démonstration a été faite que cette technologie nouvelle permet de concilier rendement énergétique, précision et dynamique de la commande.

De cette étude « tourelleau GEC » on peut tirer deux filiations qui ont débouché respectivement l'une sur le système d'armement de l'hélicoptère HAC-HAP, l'autre sur le système de pointage de l'arme principale du char Leclerc.

En 1976, a été initialisé le programme Cassiopée qui a permis de réaliser le premier prototype expérimental d'armement ventral d'un hélicoptère. Celui-ci a été monté sur l'hélicoptère Puma (SA 330) et allait subir entre 1979 et 1982 des expérimentations en vol qui ont permis de valider le concept. Et cette étude exploratoire devait finalement déboucher sur le développement de l'armement de l'hélicoptère HAP-HAC (Hélicoptère d'appui protection et antichar – le Tigre franco-allemand).

Le système de pointage de l'arme principale du char Leclerc a également puisé une partie de ses sources dans le tourelleau GEC ; le principe d'une motorisation électrique à commande d'induit allait permettre de s'affranchir des limites énergétiques et cinématiques des motorisations hydrauliques et les potentialités dynamiques des amplificateurs de puissance à découpage allaient être totalement exploitées dans le système de stabilisation de la tourelle.

Dans cette filiation, l'étude du tourelleau GEC a ainsi contribué à l'amélioration des performances en stabilisation d'une arme et à la maîtrise technologique des motorisations électriques de puissance passées en une décennie de 2 à 40 kW.

EPILOGUE

LES PROGRAMMES DU FUTUR

Nous arrivons au terme de cette histoire des armes automatiques de moyen calibre pour la période 1945-1975.

Comme on l'a dit, il était difficile en 1945, compte tenu de l'arrivée prometteuse des armes nouvelles, de prévoir que le canon automatique connaîtrait, au cours de ces trente ans, autant de programmes et de débouchés, et garderait une place, réduite certes mais importante, dans la panoplie du combattant.

Très affaiblie après la guerre, l'industrie française a reconstitué au fil des ans, un potentiel de valeur, que ce soit dans le domaine des munitions (établissements du GIAT, SNPE, Manurhin, Luchaire) ou dans celui des armes.

Dans ce dernier cas, si la compétence fabrication n'a jamais fait défaut, la compétence études-développement n'a plus eu rapidement qu'un seul dépositaire : l'établissement créé à Mulhouse par la DEFA, l'AME. C'est dire si la fermeture de l'AME en 1966, et la petitesse en nombre du potentiel humain transféré de l'AME à l'EFAB de Bourges ont pu faire douter de l'avenir.

On a vu comment l'équipe de l'EFAB, par son dynamisme et son opiniâtreté, et grâce aussi à un appui sans faille des autres établissements DTAT concernés (notamment la MAT), a pu mener à bien, malgré les contraintes de délai, le programme du canon de 20 mm modèle F1. Et, à l'écoute des gens venus de Mulhouse, de nouveaux techniciens et ingénieurs ont pris le relais. Relais nécessaire, car de nouveaux besoins se pressentaient.

D'où les travaux menés à l'EFAB dès la fin du développement de l'arme de 20 mm F2, sous l'impulsion de l'Ingénieur principal Marcon, pour préparer le futur dans le domaine des avions de combat d'une part, dans le double domaine de l'armement des hélicoptères et des véhicules terrestres d'autre part.

Dans le premier cas, il s'agissait de jeter les bases d'un canon susceptible d'équiper le futur successeur des Mirage (qui sera le Rafale). L'architecture commune des canons de 30 de la famille 550 avait été exploitée au maximum de ses possibilités, donnant naissance successivement au 541 (vitesse initiale 600 m/sec, cadence 1200 coups/minute), puis aux 551, 552, 553 (vitesse 800 m/sec), et enfin 554 (destiné au Mirage 2000, avec vitesse initiale de 800 m/sec, et cadence de 1 800 coups/minute).

Pour faire mieux, il fallait, tout en gardant le principe d'une arme à tambour, concevoir une organisation de l'arme entièrement nouvelle. Objectif qui sera atteint le moment venu avec le canon GIAT/EFAB 791 destiné au Rafale (arme monotube, vitesse initiale de 1 025 m/sec, cadence de 2 500 coups/minute : voir pages suivantes photos et caractéristiques).

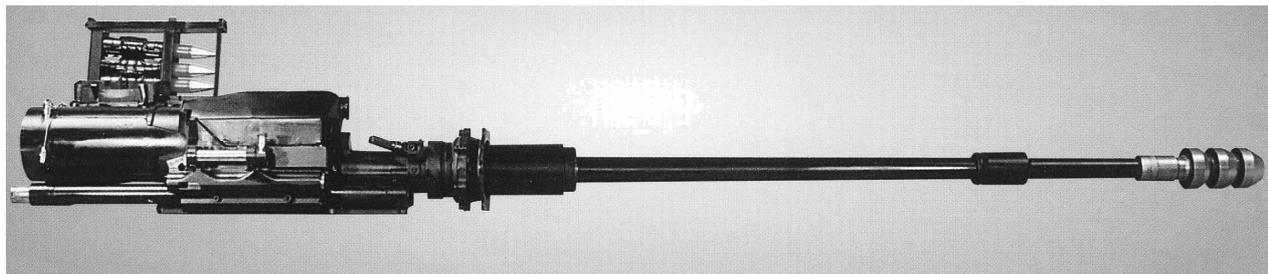


Fig. 14
Canon 30 791

Canon de 30 79r Cavalléristiques.



Notes. Le canon 30 M 79r et ses munitions 30 mm à 130 ml ont été développés pour l'armement du futur et offrent une efficacité élevée en combat aérien. Le très haut calibre de ce canon, remarquable et le très grand volume initial des munitions améliorent la portabilité d'armes, tandis que l'absence de porteur assure un compromis idéal entre les effets d'impact et l'effet de souffle de l'explosion.

Spécifiquement conçu pour acquiescer avec la famille de canons 30 M 130 CCM, le canon 30 M 79r et ses munitions bénéficient d'une très grande compatibilité. Ses caractéristiques par rapport à ce qui est le canon de calibre 30 mm.

Caractéristiques Canon à barillet, automatique, fonctionnement par impact de gaz. Le canon à feu des munitions est électrique.

- Masse - 130 kg.
- Effort de recul - 2 700 daN.
- Capacité de tir - 3 000 coups par minute (11 coups secs et 1 kg d'explosif détonés en 0,3 s).
- Modes de tir - volée, tir séquentiel 0,5 s ou 1 s ou 50 ms.
- Munition - 30 mm à 130 mm d'une amorce de détonation I A / 1 W.
- Vitesse initiale - 1 000 m/s.
- Alimentation - portée longue.
- Alimentation électrique - 28 V, 1 A - continu.
- Dimensions L x l x H - 2 400 x 200 x 240 mm.
- Température de fonctionnement - 10 °C à 74 °C.

Fig. 15

Deuxième cible, l'armement des hélicoptères et celui des véhicules terrestres. Là, l'équipe Marcon va explorer une voie toute nouvelle, le canon automatique à énergie externe ; le fonctionnement (alimentation, mise à poste, éjection des résidus) n'est plus assuré par une exploitation de l'énergie de tir, mais par un moteur externe. On trouvera en annexe 5 de larges extraits d'un exposé de l'Ingénieur principal Marcon (rédigé en 1988). Retenons-en l'essentiel.

La quasi-totalité des canons automatiques de moyen calibre conçus depuis les années 1920 (naissance de cette famille d'armement), extrapolés des armes portatives, étaient comme elles à source d'énergie « interne ». Les mécanismes nécessaires : ouverture/fermeture de culasse, alimentation en munitions, éjection de résidus (douilles vides) recevaient leur énergie, directement ou indirectement, de la combustion de la poudre au moment du tir : prélèvement de gaz sous pression dans la chambre, qui agissent sur un ou des piston(s), utilisation du recul de l'arme, ou de celui des pièces mobiles. Autrement dit, fonctionnement en cycle fermé, avec comme avantage une totale autonomie (comme une arme portative). Avantage payé par divers inconvénients : difficile maîtrise de la cadence, sensibilité aux conditions extrêmes (température notamment), sollicitation importante des munitions et des mécanismes (chocs), sensibilité extrême à la qualité des munitions, haute spécialisation des concepteurs d'armes, coût élevé de l'instruction et formation des utilisateurs (obligation de tirer, c'est-à-dire consommer des munitions coûteuses).

Dans l'arme à énergie « externe », on confie à un moteur (qui peut être électrique, basse ou haute tension, hydraulique, ou autre) toutes les fonctions « mouvements » : ouverture-fermeture de culasse, approvisionnement et mise à poste des munitions, évacuation des douilles. Les mouvements sont « doux » (plus de chocs), modulables (cadence variable). L'instruction, la formation (démontage, entretien) se font pour l'essentiel sans tirer de munitions.

On perd l'autonomie ; mais dans la quasi-totalité des cas, le canon étant monté sur un porteur disposant de sources d'énergie, l'autonomie n'est pas nécessaire.

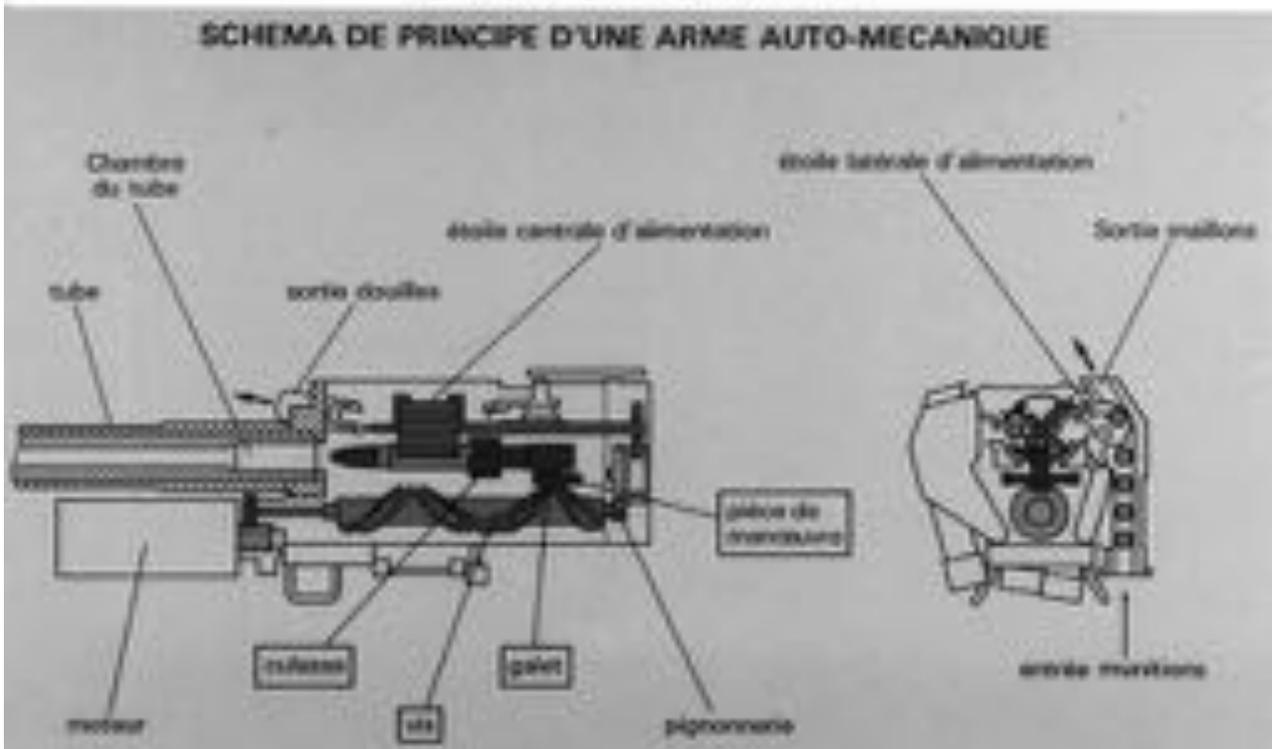
Le premier exemple bien connu d'arme à énergie externe est le canon de 20 mm américain M 61, reposant sur le principe Gatling (description et schéma annexe 5). Le but recherché était le tir à très haute cadence : but atteint, puisque le M 61, arme à six tubes, tire à 6 000 coups/minute (avec cependant un bémol : le canon n'atteint pas cette cadence instantanément, il faut que le moteur ait le temps de mettre en rotation l'ensemble à forte inertie que représentent les six tubes et leurs culasses).

Les armes EFAB automécaniques (néologisme inspiré au départ, je crois me souvenir, par une faute de frappe...) ne visent pas la haute cadence, mais la souplesse d'emploi, la facilité d'adapter la cadence au besoin, un fonctionnement « doux » permettant une durée de vie élevée, une grande insensibilité aux conditions adverses (température, etc.), l'instruction aisée, une totale sécurité (aucune incidence des « longs feux »). La conception EFAB (le « cœur » est une vis à pas croisés) est différente de la conception américaine dite « *Chain Gun* », qui lui est un peu antérieure, mais présente les mêmes propriétés et avantages.

Ce concept original allait se révéler d'une grande qualité technique et d'une réelle souplesse d'application.

Signalons les deux matériels GIAT qui l'ont mis en pratique : en calibre 25 mm, le canon 25 811, monté notamment en tourelle sur véhicule de combat d'infanterie, et en calibre 30 mm, le canon 30 781 destiné à l'armement canon de l'hélicoptère Tigre HAP. On trouvera pages suivantes photos et caractéristiques de ces deux matériels.

Canon de 25 811



Canon de 25 811



Fig. 16

Canon de 30 781



Fig. 18

Canon de 30 781 caractéristiques



Usage Le canon 30781 781, développé pour l'ensemble de l'industrie Type (NAD) pour des mesures sur tout autre genre d'acier, fer et alu.

Il est le meilleur de 30 mm au standard international 30 x 1138 et convient aux mesures de contact au sol d'applications et d'auto-protection.

Le canon 30 781 781 garantit, avec des effets d'usure les plus faibles, le meilleur ratio entre l'usure et le coût.

Enfin, l'ajout d'une zone à usage externe avec un fonctionnement indépendant de la machine, il permet une utilisation complète sans fil.

Caractéristiques

- Alimentation électrique : 200 V - 400 Hz
- Poids : 45 kg, électronique de commande compacte
- État de stock : 1000 unités
- Cadence de travail : 120 coups par minute
- Marche de travail : 100 coups par coup, vitesse variable en mm
- Matière : 316 mm x TCB DUSA
- Masse totale : 1000 kg
- Alimentation : électrique
- Dimensions L x l x H : 1 925 x 232 x 107 mm
- Température de fonctionnement : - 35 °C, + 70 °C

Fig. 19

CONCLUSION

Nous avons rapporté trois interrogations ou critiques formulées au début des années 1950 à l'égard de la politique menée par la DEFA¹⁹, (à savoir le développement d'une activité armement moyen calibre importante et dynamique), et avons indiqué que nous les reprendrions avant de conclure cet historique.

La réponse à la première interrogation (« le canon n'est-il pas mort ? ») est claire. Les prophètes de l'après-guerre se sont trompés... Un large demi-siècle plus tard, cet armement fait toujours partie de la panoplie du combattant. Il a fallu développer un nouveau canon automatique pour le Rafale. Et, apparemment (il suffit de visiter EuroSatory) la disparition du canon moyen calibre n'est pas encore en vue.

S'agissant de la seconde interrogation (« les débouchés commerciaux amortiront-ils les frais de développement ? »), la réponse est presque aussi catégorique, et s'avère nettement positive : à voir les débouchés et ventes des canons de « 30 Avion », ou des deux canons de 20 mm, et de leurs munitions, il paraît certain qu'en termes strictement commerciaux, les investissements de départ (études, recherche, essais) ont été bien plus qu'amortis.

Reste la troisième interrogation ; la DGA, l'industrie française d'armement, ou plus largement la France ont-elles eu et ont-elles encore raison et avantage à consacrer une partie de leurs énergies et ressources, financières et surtout humaines à un secteur d'activité dont la disparition ne mettrait aucunement en cause l'autonomie et l'indépendance nationales ? Ne doit-on pas au contraire orienter nos compétences vers des secteurs plus porteurs d'avenir ? Une réponse tranchée est ici plus difficile, mais il n'est pas sans intérêt d'en tenter une approche.

Première remarque : l'interrogation ci-dessus ne concerne pas seulement le domaine examiné. Et, au fil des années, elle se posera pour un nombre croissant d'activités. Le progrès des connaissances et des compétences se diffuse et se diffusera dans tous les pays du monde. Le nombre de « produits » que l'on peut se procurer sur le marché ouvert mondial va en croissant constamment. La question : ai-je intérêt à faire moi-même, ou ai-je la possibilité – et l'intérêt – d'approvisionner ailleurs telle ou telle famille de produits se posera de plus en plus souvent ; c'est tout le débat autour des défis de la mondialisation et des réponses à leur apporter, réponses qui ne sont pas toujours celles que suggère une analyse trop hâtive.

Deuxième remarque : il est certainement tentant, mais un peu simpliste, d'évaluer et classer métiers ou secteurs d'activité suivant des critères liés uniquement à la nouveauté, soit des techniques mises en œuvre, soit des domaines d'application. Le qualificatif « de pointe » devient alors « le » label trop exclusif qui masque une réalité plus complexe.

Il faut donc, en ce qui concerne notre domaine de l'armement automatique moyen calibre (et bien d'autres), y regarder de plus près. Tout « classique » qu'il soit, le métier de concepteur d'armement automatique réclame un profil de technicien très complet, l'expérience l'a montré partout où il est exercé. Ce métier, par ses exigences de rigueur et de précision, de logique mais aussi d'imagination, est également très formateur, et beaucoup ont su ensuite faire étalage, ailleurs, de ce qu'ils y avaient appris.

Ceci s'est vérifié à l'intérieur même des établissements spécialisés dans l'armement automatique. Ils ont connu, comme beaucoup de branches industrielles, des périodes de baisse d'activité, obligeant à rechercher des diversifications. En ce qui concerne par

¹⁹ Au chapitre 3, section 6.

exemple la Manufacture d'armes de Tulle (MAT), à la fin de la période où je m'y trouvais (fin des années cinquante), on a pu constater que l'expérience et la compétence acquises par la pratique du métier d'armurier a permis d'entreprendre avec succès des fabrications n'ayant avec lui qu'un rapport lointain (dans le premier cas que je vais citer), ou pas de rapport du tout (dans le second). Le premier cas fut la production de petites machines à cryptographier, mécaniques, de conception suisse, qui s'intégra sans difficulté dans l'activité manufacturière.

Le second est le suivant.

La construction de l'usine de séparation isotopique de l'uranium par diffusion gazeuse, à Pierrelatte a, on le sait, imposé la résolution de problèmes techniques très ardues pour nombre de ses équipements. L'un d'eux était l'usinage des plaques supports de barrières, où l'exigence de qualité paraissait – à l'époque – à la limite du possible.

Parmi les industriels qui ont été consultés – ou qui se sont mis sur les rangs – figurait la Manufacture nationale d'armes de Tulle.

Je ne pense pas que le fait que ce soit elle qui fut retenue pour les premières tranches, ait été le fruit du hasard.

En tout cas, le problème technique fut résolu, la qualité obtenue, et la production assurée à la satisfaction du client (que la MAT n'ait pas su conserver le marché pour les tranches ultérieures prouve seulement, je pense, que sa compétence commerciale n'était pas du même niveau).

Un fabricant de fusils, de mitrailleuses, de canons automatiques, retenu pour assurer une fabrication originale assez éloignée de son métier : voilà qui peut surprendre, mais qui méritait d'être livré à la réflexion du lecteur.

Avant de laisser celui-ci parcourir, s'il le souhaite, les annexes plus techniques qui suivent, revenons pour conclure à l'aspect purement historique.

La mission fixée au Comité pour l'histoire de l'armement terrestre était de rappeler, avec le maximum d'objectivité et d'exhaustivité, et à partir de témoignages des acteurs de l'époque, ce qui fut accompli au cours des 30 ans qui ont suivi la Seconde Guerre mondiale.

Dans le texte qui s'achève ici, le rédacteur s'est efforcé d'être fidèle à cette mission ; les annexes qui suivent (et les documents auxquels elles se réfèrent) compléteront heureusement, pour le lecteur ou l'historien curieux, les apports du rédacteur. Celui-ci, même s'il n'a pas personnellement vécu en permanence cette « aventure » du moyen calibre, a toujours été impressionné par la technicité, et par la qualité du travail accompli par les équipes dont il a, ici ou là, partagé, parfois animé, ou simplement suivi la tâche.

Il espère qu'à travers une narration qu'il a voulu d'abord objective et contributive à l'histoire de l'Armement, on aura pu également percevoir et partager son estime pour tous les techniciens qui ont « fait » cette histoire et participé, dans leur domaine, au renouveau de l'armement français.

ANNEXES

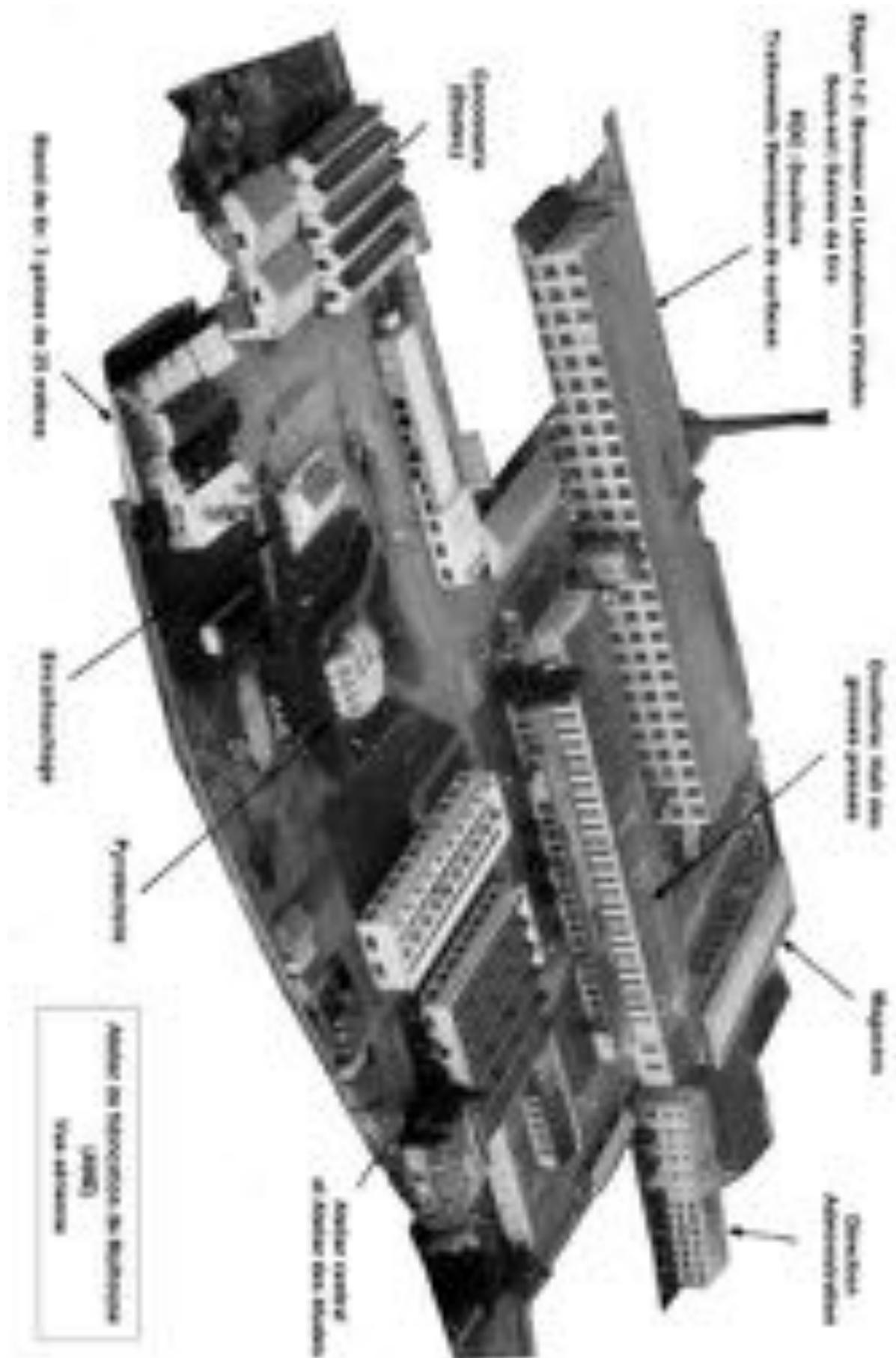


Fig. 20

ANNEXE 1

L'ATELIER DE FABRICATION DE MULHOUSE (AME)²⁰

L'Atelier de fabrication de Mulhouse provient d'une usine implantée rue de l'Espérance par les Allemands pour faire des douilles de gros calibre. Après la guerre, elle fabriquait des objets métalliques emboutis de grande dimension. C'était alors l'OMF, *Oberrheinische Metallwaren Fabrik*, (fabrique d'objets métalliques du Haut-Rhin).

A la Libération, elle fut mise sous séquestre par le service des domaines du ministère des Finances sous le nom de « FOMHar », fabrique d'objets métalliques du Haut-Rhin, en particulier de cuves de développement photographique. Plus tard, l'usine se remit à produire des douilles pour la marine (127 mm), pour l'artillerie de chars (75 mm, 90 mm) et pour la défense contre avion (90 mm).

Ce n'est qu'en 1948, les Allemands des équipes « Mauser », « Diehl », « Nobel » et autres dispersés à travers les arsenaux français ayant exprimé le désir de se rapprocher de leurs pays, que ceux-ci furent rassemblés près de la frontière. Ainsi fut constitué sur le site de Mulhouse un ensemble industriel de la Direction des études et fabrications d'armement comprenant une douillerie et un centre de R & D d'armes et munitions de petit et moyen calibre.

C'était un petit « bijou » comportant environ cinq cents personnes, organisé en dehors de la douillerie en trois cercles : laboratoires de recherches et d'essais, constructeurs d'armes et de munitions et ateliers de prototypes.

Les laboratoires, simulations physiques (chocs, frottement, création d'ambiances, etc.), métallurgie, électricité et électronique, thermodynamique, physique et chimie des explosifs, etc., étaient dirigés par des ingénieurs-docteurs (notamment le Dr Reshka, métallurgiste, le Dr Bey, électricien, le Dr Beck, thermodynamicien, le Dr Jock, mécanicien, le Dr Strecke, balisticien, Monsieur Harbrecht, physicien).

Les cellules de constructeurs, dirigés par des ingénieurs diplômés, étaient les suivantes : armes de poing et portatives, armes de bord, affûts et montages, cartouches et obus explosifs, balistique intérieure, fusées, pyrotechnie. (Ingénieur diplômé Anton Politzer, armes lourdes, ingénieur Löffler, armes légères, ingénieur diplômé Hagner, obus explosifs, ingénieur diplômé Niessner, pyrotechnicien, ingénieur diplômé Kessler, constructeur de fusées, ingénieur diplômé Lottes, bâtisseur d'affûts) ; il y avait aussi celui qui devint le père du fusil allemand actuel G2, l'ingénieur diplômé Vorgrimmler).

Quant aux ateliers de prototypes, ils étaient selon les cas communs à plusieurs constructeurs (tubes de canon, mécanique) ou affectés (chargement d'obus et pyrotechnie, montage et essais simulés des fusées, électricité, électronique). (L'ingénieur Kolb, électromécanicien, fut le seul allemand à faire partie du « groupe des treize » rescapés à Bourges).

L'Atelier de Mulhouse disposait en outre de facilités d'essais : stands de tir pour la mise au point des armes, champ de tir pour la mise au point des munitions, caisse à sable pour détonations, plates-formes d'essais de résistance, etc.

L'Atelier de Mulhouse était également équipé de tous les moyens d'investigation utilisés dans les armes automatiques : machines à chocs, appareils à lumière parallèle, enregistreurs de déplacements de pièces rapides, mesures de vitesse.

Il faut noter que l'Atelier de fabrication de Mulhouse ne disposait pas à l'époque de l'objet de la convoitise générale qui valait son pesant d'or : la « table vibrante ». Cet objet ne lui aurait été d'aucune utilité : elle ne pouvait créer des chocs.

²⁰ Rédigée par l'Ingénieur général Jacques de Longueville.

Cette réflexion a un caractère général : aucune machine d'essai ou de simulation sur le marché ne permet de reproduire les conditions extrêmes auxquelles sont soumises armes et munitions. Le constructeur a toujours dû créer ses propres moyens d'essais.

Comme exemple de ces conditions, on se limitera à citer les pressions dans le canon [3 000 bars], les vitesses [500 à 2 000 mètres par seconde], les accélérations [80 à 150 000 « g »], les chocs [3 kilos à 12 mètres par seconde], etc.

Pour compléter ceci, on peut encore dire que le très bel outil que constitue la caméra ultrarapide [par exemple de 5 000 à 2 000 000 images/seconde] est incapable de montrer les rebondissements de pièces mobiles, bête noire des constructeurs d'armes.

L'AME était exactement l'outil adapté (pour ces armes et munitions de petit et moyen calibre, il est plus rapide et plus sûr – ce que certains ne comprirent jamais – de faire un objet et de l'essayer que de se livrer à de savants calculs).

Il n'en est évidemment pas de même pour des canons de gros calibre, à plus forte raison pour des véhicules, où un prototype vaut naturellement bien plus cher et où les moindres essais correspondent à toute une expédition lourde, [ni] pour des charges à explosif... (fin de texte de l'IGA de Longueville).

On trouvera ci-après une vue aérienne de l'Établissement et quelques vues des bâtiments du Centre d'études. Quelques précisions à leur sujet.

Protégée par merlons, la pyrotechnie traitait les problèmes d'amorçage et d'explosifs (préparation des explosifs primaires, chargement des amorces, chargement des obus avec cinq presses permettant de traiter des chargements depuis l'amorce jusqu'à l'obus de 30 mm).

Les gaines de tir étaient réparties en deux installations : d'une part le stand (photo) à trois gaines de 25 m séparées, sol à dalle métallique nervurée (deux positions de tir dans chaque gaine, pas de tir insonorisé, ventilé) ; tous les appareils de mesure (V_0 , cadence, pressions, efforts, enregistreurs de mouvements mécaniques, optiques, électriques) se trouvaient en salle de mesure contiguë sur fondation séparée ; d'autre part, en sous-sol du grand bâtiment mixte études/douillerie, deux gaines dédiées au tir en appareil de tir (plus, on l'a dit, le champ de tir en forêt).

Implanté près de la canonnerie, un local regroupait les machines de simulation (ressorts, freins, chocs, presse 30 tonnes à sollicitations alternées). L'atelier d'encartouchage permettait d'une part la confection des coups complets, d'autre part les mesures correspondantes (par exemple, effort de dessertissage).

Le laboratoire chimie-métallurgie disposait d'une gamme très complète de moyens d'analyse chimique, d'expertise et d'essais métallurgiques.

Le petit atelier-laboratoire « fusées » permettait la confection des fusées, leur métrologie, leurs essais statiques (par exemple sur turbines).

Le laboratoire électricité-électronique, assez étoffé, assurait l'étude des parties électriques ou électroniques des armes et affûts, la mise en œuvre et l'entretien des appareils de mesure standards, l'étude et la conception d'appareils de mesure spéciaux (par exemple, mesure des vitesses de rotation des projectiles sur la trajectoire), les prises de vue toutes vitesses (optique et radiographie).

Enfin, la dizaine de machines à tourner, forer, aléser, rayer, chamberer de la canonnerie permettait la confection des tubes-canon jusqu'à 30 mm de diamètre (tâche de plus en plus partagée, au fil des années, avec la MAT, ceci permettant de recueillir très en amont l'avis du futur fabricant).



Fig. 21
AME Quelques installations techniques
du Centre d'études Armes-munitions-affûts petit-moyen calibre

ANNEXE 2

LE CANON DE 30 MM AVION DEFA 550²¹

ORIGINE ET CONTEXTE MONDIAL

Les grands événements pour l'évolution des armes de moyen calibre (de 20 à 40 mm) sont essentiellement la dernière guerre mondiale, le concept du combat des mécanisés (années 1960 à 1970) et la guerre du Kippour.

L'armement des avions de la Première Guerre mondiale était constitué par des armes légères et c'est vraiment durant la Seconde Guerre mondiale que les canons de moyen calibre ont eu leur application sur les avions [...].

L'Allemagne a décidé de concevoir le canon d'avion comme un *Granaten-Werfer* (lance-grenade) destiné à porter une grande quantité d'explosif au sein de l'avion adverse et cela à courte distance, donc avec vitesse initiale plus faible.

Cette réflexion a conduit les Allemands à développer à partir de 1942 un projet d'arme appelé MG 213.

De ce projet naissaient deux armes : la MG 213 C, arme tirant à une cadence de 1 200 à 1 400 coups/min une munition de 20 mm ayant une vitesse initiale de 1 050 m/s et l'arme MK213/30, tirant à une cadence de 1 100 à 1 200 coups/min une munition de calibre 30 mm ayant une vitesse initiale de 530 m/s.

La guerre s'est terminée avant que ces armes développées par la société Mauser à Oberndorf soient mises en production [...]. Le principe de fonctionnement choisi par cette société fut celui d'une arme à barillet tournant, fonctionnant par emprunt de gaz (*gas operated revolver*). Ce principe permet d'atteindre des cadences beaucoup plus élevées que les armes à culasse, ceci dès le premier coup, et de déclencher le tir instantanément lorsqu'on appuie sur le bouton de mise à feu, la cartouche étant à poste prête à être tirée et les amorces à mise à feu électrique [...].

C'est de cette époque que démarrent les générations de canons revolvers qui se sont développées dans les pays occidentaux : une équipe Mauser est restée en France à Mulhouse et a développé le canon de 30 mm DEFA sous l'impulsion de l'ingénieur allemand Politzer, une équipe est allée en Angleterre à l'Armurerie Royale d'Enfield en donnant naissance au canon de 30 mm ADEN, une autre équipe est allée aux États-Unis à l'armurerie de Springfield et a donné naissance au canon de 20 mm M 39 qui a notamment équipé les avions américains F 100 basés en France. Ces trois canons fonctionnent donc sur le même principe.

Les deux canons européens 30 DEFA et 30 ADEN sont très proches puisque partis du même projet de munition de calibre 30 mm et avec accords d'interopérabilité au niveau des chambres et des géométries de munition. Ces deux armes et leurs dérivés ont vécu en parallèle au sein des armées de l'air respectives des deux pays. Le canon français a eu une diffusion mondiale plus large de par la qualité des avions porteurs de ces canons, essentiellement la gamme des Mirage de la société Dassault.

Ces armes ont vu leurs qualités démontrées par la maîtrise du ciel lors de la campagne de Suez en 1957, ceci parce qu'elles équipaient des avions français, des avions anglais et qu'il y en avait aussi dans la jeune Armée israélienne.

Les Israéliens ont adopté le canon DEFA et l'ont fabriqué intégralement sous licence ; on connaît l'usage qu'ils en ont fait durant la guerre des Six Jours où ils ont acquis dès le

²¹ Annexe écrite en novembre 1989, par M. Peyrutie (Manufacture nationale d'armes de Tulle).

premier jour grâce à leur canon la maîtrise totale du ciel imposant ainsi leurs manœuvres [...].

Les armées de l'air de plus de 25 pays sont équipées d'avions armés de canons de 30 mm DEFA tous types.

L'ARME DE 30 MM AVION : DE 1945 A 1975

Fonctionnement et caractéristiques

Le canon de 30 mm est une arme automatique fonctionnant par emprunt de gaz dont la cadence de tir est de l'ordre de 1 200 coups/min. La cadence est instantanée et obtenue grâce à la rotation d'un tambour à cinq chambres recevant les munitions, ce barillet étant actionné par un tiroir de commande.

La mise de feu est électrique (24 volts). Une cartouche au poste de tir, l'ensemble mobile en position avant sont les conditions requises pour démarrer le tir.

Lors de la mise de feu, la masse reculante constituée par l'ensemble carter de tambour, tambour et tube glisse vers l'arrière d'une dizaine de millimètres freinée par les amortisseurs de recul.

Le projectile quitte le barillet et entre dans le tube. Une bague d'étanchéité évite les fuites de gaz entre ces deux pièces. Après un certain parcours dans le tube, les gaz de propulsion, calibrés par un évent, agissent sur un piston qui lance l'ensemble mobile en arrière. Dans son recul, cet ensemble mobile par l'intermédiaire d'une rampe fait tourner le barillet d'un dixième de tour, puis il revient vers l'avant (sous la poussée des deux ressorts récupérateurs et surtout sous l'action du barillet qui a acquis une certaine énergie cinétique) en effectuant à nouveau 1/10^e de tour. Le barillet a donc tourné au total d'1/5^e de tour, une nouvelle chambre se trouve alors au poste de tir.

Pendant la rotation du barillet, un jeu de deux étoiles entraîne la bande de munitions. Lors de son mouvement vers l'avant, l'ensemble mobile introduit les munitions dans le barillet et provoque l'éjection des douilles vers l'arrière de l'arme. L'alimentation en munitions se fait grâce à des maillons. Elle peut être obtenue par la droite ou par la gauche de l'arme sans pièce supplémentaire. L'arme est dotée d'un réarmement pyrotechnique commandé automatiquement, qui éjecte la cartouche défectueuse éventuelle qui n'aurait pas été mise à feu.

Évolutions

Étude

Comme nous l'avons précisé dans le chapitre « origine », l'étude a démarré à l'Atelier de fabrication de Mulhouse à partir du dossier de l'arme MK 213/30.

En juillet 1952, la DEFA envisageait la fabrication de 600 armes de ce type. La Manufacture nationale d'armes de Tulle étant désignée comme responsable de la fabrication, les Manufactures nationales d'armes de Châtellerauld et de Saint-Étienne comme sous-traitants. Dès fin octobre 1952, l'étude des gammes opératoires était mise en route à la MAT au service BF.

A partir de juillet 1953, la MAT livrait à Mulhouse certaines pièces, dont les tubes, et la MAS était écartée du projet de fabrication.

Arme DEFA type 541

C'est ainsi que, à partir d'avril 1954 jusqu'au 28 septembre 1955, il fut assemblé et recetté 530 canons de 30 mm baptisés type 541 destinés à l'armée de l'Air. Le 19 mai 1954, l'emploi de cette arme sur avion est autorisé. Ces armes, qui portaient les numéros matricule allant de 501 à 1030, d'une cadence de 1 200 coups/minute, pesaient 84 kg ; elles tiraient des projectiles ayant une vitesse initiale de 600 m/s de masse 297 g, et ayant un emport en explosif de 70 g. La masse de la munition est de 500 g, sa longueur 200 m, la charge propulsive 34,5 g.

Ces armes furent montées sur les avions Vautour (4 canons) et sur Mystère (2 et 4 canons).

Arme DEFA type 551

Dès octobre 1954, on usinait à Tulle un tube long de 1,40 m (au lieu de 1,10 m) destiné à tirer les munitions à vitesse augmentée à 815 m/s dont l'obus de 236 g contenait 50 g d'explosif. La masse de la munition est de 420 g, la charge propulsive de 50 g.

C'est ainsi qu'à partir d'octobre 1955, la fabrication de la version 551 était décidée et que de novembre 1955 à décembre 1955, il était recetté 40 canons DEFA type 551 portant les numéros 2001 à 2040.

Sur ces canons, la douille est canalisée dans des conduits d'éjection ; on peut noter l'évolution entre les bagues d'étanchéité qui passent du modèle long au modèle court.

La masse de ces canons était de 84 kg ; ils furent montés sur avion Vautour et Mystère 4.

Arme DEFA type 552

Depuis 1954, l'étude n'avait pas stoppé : [...] de l'étude approfondie du dimensionnement et d'un allègement poussé, naît la version 552, version industrialisée et allégée de la version 551. La masse est de 80 kg. Le réarmement pyrotechnique est placé au centre de l'arme au lieu d'être sur un côté.

A partir de décembre 1955 et jusqu'à novembre 1971, il fut recetté à la MAT 6 025 canons de ce type dont les numéros allaient de 5001 à 11 025. Ils furent montés sur le Mystère 4, le Super Mystère (SMB2), sur tous les avions de la gamme Mirage III, l'avion de l'Aéronavale Etendard ainsi que sur les avions FIAT G91 et les Skyhawk. Depuis 1954, on peut considérer qu'il était mené simultanément étude, mise au point et fabrication. Ce matériel n'était pas parfait, et à l'utilisation, il présentait de nombreux incidents dont le principal fut causé par la plaque anti-recul de cartouche.

Celui-ci fut l'objet du rapport technique spécial n°6/64 du 4 octobre 1964 émanant de l'Aéronavale d'Hyères. Des incidents similaires étaient rencontrés sur les avions de la base de Colmar auquel Mulhouse (AME) avait demandé d'essayer des poussoirs des plaques anti-recul modifiés.

En février 1965, la gravité des incidents justifiait le déplacement sur le porte-avions Foch du sous-directeur de la MAT, l'ingénieur en chef Cognée qui conclut à un défaut important de la plaque anti-recul de cartouche.

Un autre incident important provenant d'un décalibrage des maillons sur les munitions dans les couloirs d'amenée de bandes sur le Mirage III a conduit à partir de 1966, à la création du maillon type 51 d'épaisseur 1,5 mm qui remplace à partir de 1970 le maillon type 50 d'épaisseur 1,26 mm.

[Enfin], autre défaut, un allongement au cours du tir du carter de tambour pouvant aller jusqu'à 0,8 mm, objet d'échanges de courrier avec divers utilisateurs tels que les Allemands, les Australiens, les Indiens et les Israéliens.

Une cession de licence de cette arme a eu lieu avec Israël vers 1960. Ce pays a d'ailleurs, à partir de 1966, modifié profondément l'anti-recul de cartouche pour en améliorer le fonctionnement.

Arme DEFA type 553 (appelé 30-550 F3)

A partir de 1968, le Service technique de l'aéronautique (DTCA/STAé) a demandé à la DEFA une augmentation de fiabilité de l'arme 552 et des modifications nécessaires afin de limiter l'abaissement systématique de cette arme, par rapport à la visée.

Les travaux ont porté essentiellement sur la rigidité du tube, son démontage par l'avant sans avoir à déposer l'arme, et sur la rigidité du carter du tambour, une modification du dispositif d'alimentation afin de faciliter la résolution des incidents et l'adjonction d'un décompresseur sur le tube.

L'arme est destinée à l'origine aux avions Jaguar, Mirage F1, puis elle a été équipée par la suite l'avion Alpha Jet français et les avions Macchi MB 326 et 339. L'avion argentin Pucara était également équipé de deux canons de 30 mm 553.

La recette des premiers canons a eu lieu en novembre 1971 ; en fin 1989, il avait été réalisé 3 700 canons. Leur numérotation commence à 30 001.

Détail des évolutions

Le décompresseur, dispositif de bouche, est destiné à limiter les pressions dues aux gaz de propulsion en avant du tube afin de réduire les perturbations provoquées aux réacteurs.

La déviation systématique a été réduite de 3,5 millièmes. Le tube a reçu un revêtement interne de chrome qui a doublé sa durée de vie en la portant à 5 000 coups.

L'anti-recul de cartouches, pièce ayant entraîné des quantités d'incidents sur l'arme 552, a totalement été revu.

Le carter de tambour, pièce maîtresse de l'arme, est obtenu monobloc à partir d'un ébauché forgé qui assure une longévité de 10 000 coups à l'arme.

Le boîtier d'alimentation a été agencé de façon à permettre son ouverture pour résoudre les incidents. Il a par ailleurs été modifié afin de n'utiliser qu'un seul type de bandes quel que soit le sens d'alimentation choisi. Cette amélioration opérationnelle très importante a été difficile à mettre au point et la récupération des maillons suivant leur sens d'alimentation dans des couloirs est délicate.

Avec le canon type 553 la fiabilité a été portée à un incident pour environ 5 000 coups tirés, ce qui est remarquable pour ce type d'arme.

Les essais constructeurs de cette arme ont été réalisés à l'EFAB en 1970.

Arme DEFA type 552A (appelée 30-550 F2A)

A partir de 1968, le Service technique aéronautique (DTCA/STAé) a demandé à la DEFA d'augmenter la fiabilité et la durée de vie de l'arme 552. Cette étude a donc été menée en parallèle à celle de l'arme 30-550 F3 (DEFA 553) et un certain nombre de solutions techniques retenues pour l'arme 553 sont donc appliquées à l'arme 552.

Ces évolutions de définition ont donc conduit à la création de l'arme type 552A destinée à remplacer le canon 552 sur les avions du type Mirage III ; ces avions n'étant pas capables de recevoir le modèle 553 à balistique extérieure différente.

Cette arme a également équipé les Super Étendard de l'Aéronavale et remplacé certains canons 552 usagés sur les Étendard.

La recette des premiers canons a eu lieu en novembre 1971 ; en fin 1989, il avait été réalisé 3 300 canons. Leur numérotation commence à 20 001.

L'armée de l'Air française a tardé à s'équiper en canons 552 A. Les 500 premiers matériels ont été principalement destinés à équiper l'armée de l'air australienne qui a d'ailleurs fabriqué pour son compte, sous licence, tous ses tubes de rechange.

Détail des évolutions

Le tube a reçu le revêtement interne de chrome qui a doublé sa durée de vie en la portant à 5 000 coups.

L'anti-recul de cartouche, pièce ayant entraîné tant de déboires sur l'arme 552 est profondément modifié. Désormais deux pièces symétriques sont livrées avec l'arme (pour l'inversion du sens d'alimentation) ; la modification n'étant pas possible avec une pièce réversible.

Le carter de tambour est obtenu à partir d'un ébauché forgé qui assure une durée de vie de 10 000 coups à l'arme. D'autre part, sa réalisation est plus aisée que celle de l'ancien carter 552 réalisé en trois parties assemblées par tenons et mortaises.

A la suite de toutes ces modifications, la fiabilité a été fortement améliorée et voisine de celle de l'arme 553.

APERÇU SUR LES EVOLUTIONS DE 1975 A 1989

L'arme GIAT 554 (ou 30-550 F4)

En 1975, le GIAT démarrait l'étude de faisabilité d'une arme dérivée du canon 553 et tirant à une cadence plus élevée, destinée à l'avion Mirage 2000 (sortie prévue au début des années 1980) [...].

L'EFAB sous-traite l'étude complète à la MAT tout en gardant la maîtrise d'œuvre.

C'est ainsi que verra le jour un canon dérivé du 553, utilisant les mêmes munitions (classe 550) et les mêmes maillons, mais doté d'une cadence de 1 800 coups par minute (variant entre 1 600 et 2 000 coups). Pour le combat air-sol, l'arme dispose d'une cadence plus lente réglée électroniquement à 1 100 coups/min.

Elle dispose d'un dispositif d'armement pyrotechnique multicoups qui permet d'armer le canon très rapidement depuis un boîtier auxiliaire.

La commande électronique commandant le tir, les limitations de rafale, le réarmement pyrotechnique automatique ainsi que la cadence lente est intégrée à l'arme grâce à un module hybride.

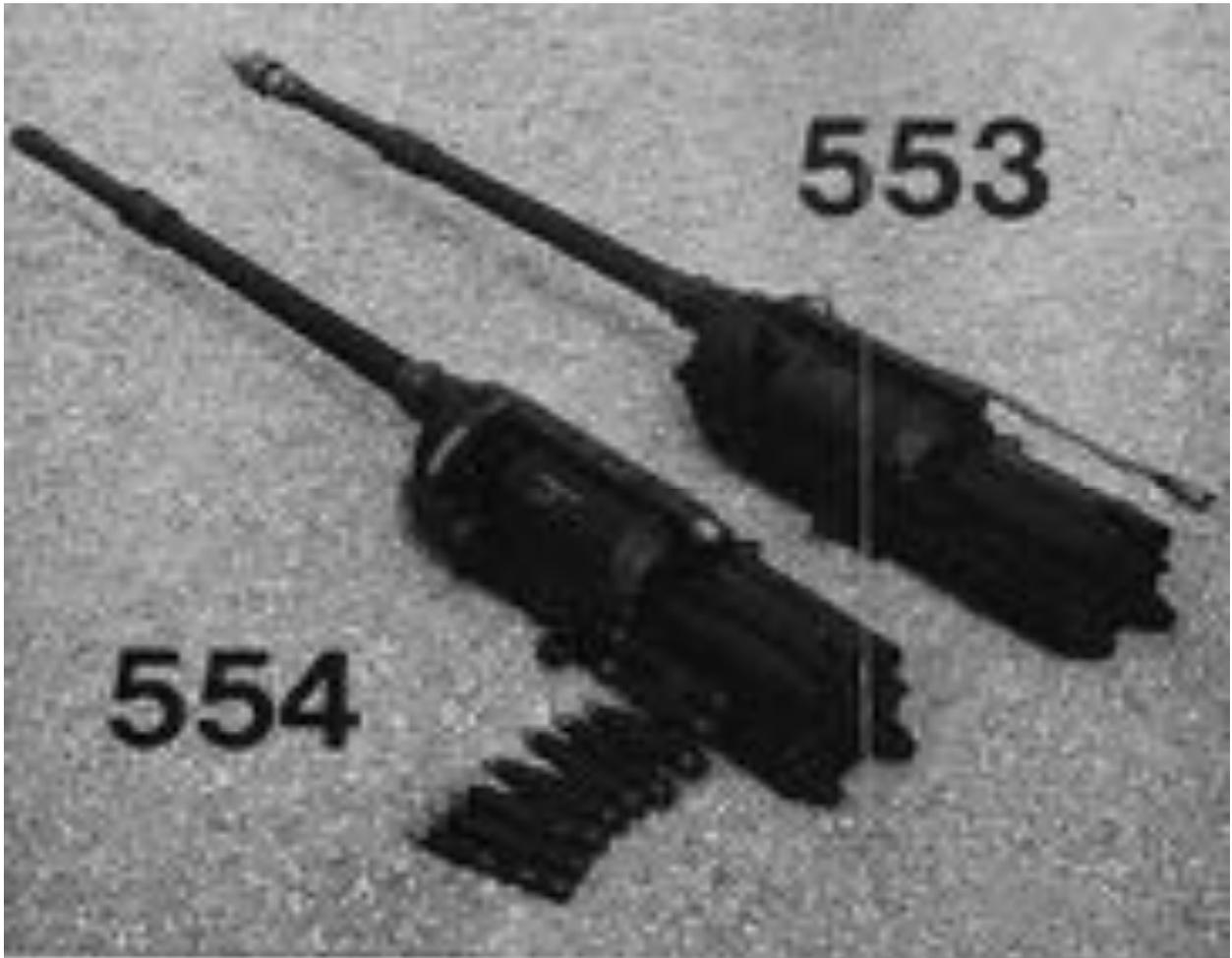
Parallèlement à l'étude, un lien élastique permettant le tir flottant aux deux cadences, divisant par trois les efforts de recul, est développé pour les montages éventuels en containers ou aéronefs légers [...].

Principes retenus pour l'augmentation de cadence

Le principe retenu pour augmenter la cadence consiste à réduire la course de l'ensemble mobile ; en effet, le temps mis pour effectuer un cycle aller et retour de cet ensemble mobile détermine la cadence de tir. Une réduction de course de l'ordre de 30 % (97 mm au lieu de 138) associée à des vitesses de déplacement légèrement plus importantes sans nuire à la longévité des pièces ont permis d'atteindre la nouvelle cadence.

La course de l'ensemble mobile étant réduite, l'introduction des cartouches en deux temps comme sur l'arme 553 n'est plus possible. Cette opération s'effectue donc en trois temps. Le premier et le deuxième déplacement de la munition sont effectués par l'ensemble mobile. L'introduction finale dans la chambre est obtenue grâce à une rampe fixe sur laquelle glisse la cartouche pendant le troisième temps. Parallèlement, la fonction alimentation de l'arme a été optimisée, l'amenée des munitions à 2 000

coups/min étant délicate (on trouvera figure 22, les photos des 30 mm 553 et 554, et un tableau comparatif des principaux canons d'avion de l'après-guerre).



Canons de 30 553 et 30 554

Modèle	Longueur (mm)	Poids (kg)	Pression initiale (kg/cm²)	Pression initiale (MPa)	Pression finale (MPa)	Pression finale (kg/cm²)	Pression de service (MPa)	Pression de service (kg/cm²)
AN-24	1 200	1 200	10	1,0	10	1	0	10 / 1 000
AN-24 (mod. 1944)	1 200	1 200	10	1,0	10	1	0	10 / 1 000
AN-24 (mod. 1945)	1 200	1 200	10	1,0	10	1	0	10 / 1 000
AN-24 (mod. 1946)	1 200	1 200	10	1,0	10	1	0	10 / 1 000
AN-24 (mod. 1947)	1 200	1 200	10	1,0	10	1	0	10 / 1 000
AN-24 (mod. 1948)	1 200	1 200	10	1,0	10	1	0	10 / 1 000
AN-24 (mod. 1949)	1 200	1 200	10	1,0	10	1	0	10 / 1 000
AN-24 (mod. 1950)	1 200	1 200	10	1,0	10	1	0	10 / 1 000

Fig. 22

Situation fin 1989 (Date de rédaction de ce document)

De 1981 à fin 1989, il fut construit 600 canons numérotés à partir de 40 001, essentiellement destinés à l'avion Mirage 2000.

Un montage de cette arme sur l'avion italo-brésilien AMX a été effectué et testé pour le compte du Brésil.

Outre l'armée de l'Air française, cette arme équipe les armées des pays dotés de l'avion Mirage 2000, soit l'Inde, l'Égypte, la Grèce, le Pérou et la Jordanie.

Complément à l'annexe 2 : liste des pays ayant acquis et/ou fabriqué sous licence des canons 30 DEFA famille 550 de divers types (liste établie en 1990).

Abu-dhabi	Égypte	Libye
Afrique du sud	Équateur	Maroc
Argentine	Espagne	Nigeria
Australie	Gabon	Pakistan
Belgique	Grèce	Pérou
Brésil	Inde	Qatar
Cameroun	Irak	Suisse
Chili	Israël	Togo
Colombie	Jordanie	Venezuela
Côte d'ivoire	Koweït	Zaïre

ANNEXE 3

LE CANON MITRAILLEUR 20 M 621²²

HISTORIQUE

Vers 1956, les armes en service (MG 151 pour l'armée de l'Air et la mitrailleuse américaine de 12,7 mm pour l'armée de Terre) s'avèrent insuffisantes pour les missions qui leur sont confiées ; d'où l'impératif de réaliser une nouvelle arme automatique pour équiper les forces de manœuvre et leur donner la puissance de feu souhaitable.

En 1960-1961, la DTAT disposait d'une arme de 20 mm au stade prototype (AME type 582) demandée par l'EMAT en 1957 qui s'inspirait de l'accord FINABEL 1A3.

En janvier 1962, l'EMAA demande l'étude d'une nouvelle arme légère pour hélicoptères, utilisant les munitions à amorçage électrique du type M 55 et les maillons M12 américains.

L'étude prend alors le sigle AME type 621 et s'inspire du modèle 582 en le transposant largement (poids, effort de recul...).

A partir de 1963, l'EMAT se rallie au programme en demandant que l'arme soit dotée d'un système de double alimentation.

- De 1962 à 1965, une vingtaine de prototypes sont testés.
- De 1965 à 1968, une première présérie de 38 armes subit de nombreuses modifications.
- De 1968 à fin 1972, 31 armes constituent la deuxième présérie.
- [- Le 21 octobre 1969, l'EMAT quitte le programme.]
- En 1971, présentation de l'arme à la STAT [expérimentation pour l'exportation].
- Début 1973, la fabrication en série est lancée sous la désignation CN-MIT-20 M 621.
- En 1986, l'arme est adoptée par l'armée de Terre sous la désignation CN-MIT-20 M 621-F1.

A ce jour, 1 200 armes environ sont en service.

DESCRIPTION

Principe de l'arme

Le canon mitrailleur de 20 mm M 621 est une arme automatique à culasse calée fonctionnant par emprunt de gaz.

Le déclenchement du tir est obtenu en envoyant un courant de 24 volts dans un électroaimant qui actionne le système de détente. Un courant de 250 volts envoyé à l'amorce de la cartouche assure la mise à feu de la poudre et le départ du coup.

L'alimentation est réalisée par une bande de cartouches reliées entre elles par des maillons métalliques détachables.

L'arme comprend trois parties :

- la masse reculante
- le berceau
- le système de commande.

²² Annexe rédigée en 1989, par Maurice Capy (Manufacture nationale d'armes de Tulle).

La masse reculante :

Elle se compose de :

- *La boîte de culasse* qui reçoit l'ensemble mobile freiné par deux ressorts récupérateurs. Le réarmement manuel est incorporé à celui de gauche. A la partie arrière, le boîtier de détente contient le mécanisme qui permet le départ du coup ;
- *Le tube*, équipé de son frein de bouche, qui se verrouille à l'avant de la boîte de culasse ;
- *La barrette électrique* qui porte l'électroaimant de détente et qui amène le courant électrique aux différents endroits de l'arme ;
- En option, *un réarmement pyrotechnique* (les gaz produits par la mise à feu d'une cartouche spéciale sans balle logée dans une chambre de la boîte de culasse projettent l'ensemble mobile vers l'arrière afin de permettre l'éjection d'une cartouche défectueuse et l'accrochage de la culasse sur le système de détente situé à l'arrière de la boîte de culasse) ou un réarmement électrique fixé sur le berceau (dans ce cas, le mouvement arrière de l'ensemble mobile est obtenu grâce à un moteur électrique agissant, par l'intermédiaire d'une tige de poussée, sur l'ensemble mobile).

Le système de commande :

Il se compose de :

La boîte de commande : elle assure les fonctions suivantes :

- A : Alimentation 250 volts (amorce de la cartouche)
- D : Déclenchement du tir par action sur l'électroaimant de détente
- S : Sécurités électriques
- C : Choix de cadence (haute ou basse)
- P : Tir de précision, en coup en coup, culasse à l'avant
- L : Limitateur de rafale (au choix de l'utilisateur)
- R : Réarmement pyrotechnique automatique en cas de cartouche défectueuse.

Toutes ces fonctions sont données par des blocs électroniques amovibles permettant l'obtention d'une boîte ne fournissant que certaines de ces fonctions au gré de l'utilisateur (par exemple : ADS ou ADSC).

La boîte de télécommande

Sauf le réarmement pyrotechnique qui est automatique, toutes les autres fonctions sont commandées par la boîte de télécommande qui peut être complétée par des dispositifs de :

- limitation automatique de rafale
- décomptage des coups tirés
- déclenchement du réarmement électrique.
- *les organes de liaison* : c'est-à-dire les câbles reliant l'arme et les boîtes entre elles, le bouton de tir et le câble d'alimentation en 24 V c.c.

Caractéristiques numériques :

Arme :

Calibre	20 mm
Masse de l'arme nue	45,5 kg
Masse du berceau	12,5 kg
Longueur totale	2 207 mm
Largeur dans le berceau	202 mm
Hauteur dans le berceau	245 mm

Hauteur dans le berceau avec alimentation enveloppante	300 mm
Longueur alimentation arrière	425 mm
Cadences	700-300 coups/min et coup par coup
Effort de recul maximal en coup par coup	450 daN vers l'arrière 300 daN vers l'avant
Effort de recul maximal en cours de rafale	300 daN vers l'arrière 0 daN vers l'avant
Courses de la masse reculante	67 mm maximum vers l'arrière 28 mm maximum vers l'avant

Le dispositif d'alimentation :

Il en existe plusieurs sortes variables en fonction du type de porteur. Dans tous les cas, le mouvement rectiligne alternatif de l'ensemble mobile est transformé en un mouvement circulaire alternatif grâce à une rampe hélicoïdale. Cette rampe, par l'intermédiaire d'une roue à rochets, transmet un mouvement circulaire, de sens constant, à une « étoile » à cinq branches (logée dans un boîtier d'alimentation) qui engrène dans la bande de cartouches, assurant ainsi la translation des munitions. C'est la forme du boîtier d'alimentation qui différencie, en général, les systèmes d'alimentation.

Il existe :

- *L'alimentation plate* : c'est la plus classique. Elle est simple, peu encombrante et de manipulation aisée. L'éjection des maillons se fait du côté opposé à l'entrée de la bande. Une rapide manipulation permet de changer le sens d'alimentation (droite ou gauche) ;
- *L'alimentation enveloppante* : elle est réalisée avec certaines pièces de l'alimentation plate, mais le boîtier d'alimentation est différent. Dans ce cas, l'éjection des maillons se fait du même côté que l'entrée de la bande. Ici aussi, il existe une alimentation droite ou gauche ;
- *L'alimentation avec générateur d'infanterie* : le boîtier de rampe avec générateur d'infanterie incorporé permet de fournir à l'arme son propre courant. Elle peut alors fonctionner indépendamment de toute source extérieure de courant. Le générateur peut indifféremment être employé avec un boîtier d'alimentation plate ou enveloppante.

Le berceau

Il se compose des éléments suivants :

- *Les glissières de recul* : elles guident la masse reculante pendant le tir et sont reliées entre elles par un pont en alliage léger ;
- *Les liens élastiques* : ils absorbent une partie des efforts de recul et sont logés dans les glissières de recul ;
- *Les supports d'organes annexes* : on y fixe le viseur, les poignées de tir et les différentes goulottes d'amenée de cartouches et d'éjection des douilles et des maillons.

MATERIEL EN SERVICE AU 20 NOVEMBRE 1989

Montages terrestres :

- 26 armes en tourelle bitube SAMM sur 13 véhicules Panhard (export)
- 298 armes en tourelle sur 290 AMX 30 (export)

- 359 armes en tourelle sur 351 AMX 10 (export)
- 26 armes en tourelle Helio (export)
- 193 armes sur 185 affûts 15 A001 (export)
- 2 armes sur 2 affûts 15 A005 (export)
- 20 armes sur 20 affûts 15 A006 (export).

Montages sur aéronefs :

- 43 armes sur 18 affûts 19 A001 et 5 affûts YT11 (armée française)
- 4 armes sur 2 affûts 19 A002 (marine française)
- 6 armes sur 6 affûts 19 A003 (export)
- 12 armes sur 12 affûts 19 A005 (export)
- 71 armes sur 68 montages 22A (armée française)
- 78 armes sur 78 montages 22A (export)
- 5 armes sur 3 montages 23A (armée française)
- 4 armes sur 4 montages 23A (export)
- 46 armes sur 40 Pod (export).

ANNEXE 4

LE CANON MITRAILLEUR 20 F2 (NOM D'ETUDE : 20 M693)²³

PREMIERE PARTIE : ÉTUDE SUR L'HISTOIRE DU CANON DE 20 MM²⁴

Avant-propos

La présente note a été rédigée pour répondre à la demande du Comité pour l'histoire de l'armement terrestre. Elle concerne les différentes étapes qui ont conduit à l'adoption du canon mitrailleur de 20 mm (CN-MIT-20F2) par l'armée de Terre, le 30 décembre 1975.

Il convient de rappeler, au préalable, que plus de 6 000 armes de ce type ont été construites par la Manufacture d'armes de Tulle (MAT) qui fabrique encore, en 1989, une centaine d'armes par an.

L'Armée de terre possède la majeure partie de ces armes qui sont utilisées comme armement principal, ou secondaire, sur les véhicules de transport de troupe AMX-10 et AMX-13, sur les affûts anti-aériens 53T1 et 53T2, et sur les chars AMX-30. L'armée de l'Air possède également plusieurs centaines d'armes qui équipent ses affûts bi-tubes anti-aérien 76T2. Enfin, quelques dizaines d'armes sont réparties sur divers porteurs relevant des trois états-majors.

Ce document n'est certainement pas exhaustif. Il constitue surtout un résumé établi à partir des documents significatifs du programme comme le « Document de base du programme canon de 20 mm » ou encore les différents comptes-rendus du « Groupe de travail consultatif » concerné. Ce texte portant souvent sur des généralités, a été complété avec les souvenirs de quelques anciens de l'Atelier de Mulhouse (AME).

1. HISTORIQUE DES DISCUSSIONS ET TRAVAUX PRELIMINAIRES CONCERNANT UNE ARME DE 20 MM

Période : 1950 à février 1969

Dès 1950, l'AME proposait l'étude d'une arme de 25 mm puis de 20 mm dans le cadre des spécifications FINABEL et en réalisait un prototype en 1958.

A cette époque, l'EMAT ne voyait pas d'avenir à cet armement « classique ». Cependant, l'armée de l'Air s'intéressait à cette étude et notifiait en 1962, à la DEFA, un programme d'arme axé sur un poids et un encombrement minimaux utilisant la munition américaine de type M55, moins puissante que la munition FINABEL, mais existant en grande quantité dans ses stocks.

Dans le même temps, la République fédérale d'Allemagne lançait un programme très proche dans sa conception mais bâti autour de la munition HS 820. L'EMAT acceptait alors de s'intéresser à l'arme définie pour les besoins de l'Armée de l'air et notifiait en avril 1963 un complément de programme pour ses propres besoins. La clause de perforation était fixée à 36 mm d'acier à blindage, à 600 m de distance, sous incidence normale, et 15 mm sous la plus grande incidence possible.

²³ Extraits de deux textes écrits en novembre 1989 par Monsieur Maury (GIAT/MAT) et en 1990 par Monsieur Blain (ETBS), à la demande du Comité. Liste et références des principaux documents émis au cours du développement du 20 mm 693.

²⁴ Extraits du texte écrit à la demande du COMHART en 1990 par Monsieur Blain (ETBS).

Telle est l'origine de l'arme AME 621, à usages multiples, légère et bien adaptée aux montages sur hélicoptères et véhicules légers.

Un groupe de travail consultatif intitulé « Mitrailleur de 20 mm AME 621 » était créé par note EMAT du 29 septembre 1963 ; l'EMAA participait aux travaux de ce groupe.

De nombreuses modifications et additions étaient demandées au programme initial :

- étude d'un générateur électrique incorporé (abandonné après mise au point) ;
- étude d'un dispositif à double alimentation sélective ;
- performances accrues en précision, fiabilité...

Ces exigences, apparues successivement, ont obligé les services d'étude de l'AME à tirer le maximum d'une arme conçue à l'origine dans un but différent et en ont prolongé durablement la phase de définition.

Ce n'est qu'en septembre 1968 que la fiche programme du « canon automatique de 20 mm AME 621 » était approuvée.

Pendant ce temps, la RFA développait son arme RH202 et un tir de démonstration était organisé dans le cadre du groupe FINABEL, démontrant la supériorité en balistique terminale des munitions HS 820 par rapport aux munitions M55 de l'arme AME 621.

Le 21 janvier 1969, le général chef état-major de l'armée de Terre faisait connaître au Délégué ministériel pour l'Armement qu'il portait son choix sur le canon allemand Rheinmetall RH 202 à cause de l'insuffisance du pouvoir de perforation des munitions de 20 mm AME 621²⁵.

Il était demandé dans la même lettre que des « négociations » soient ouvertes avec les autorités allemandes en vue de connaître dans les meilleurs délais les conditions de l'équipement de l'Armée française en canons de 20 mm RH 202.

Le 7 février 1969, l'EMAT complétait sa décision précédente en demandant que « la mise au point de l'arme AME 621 soit poursuivie avec diligence, l'existence d'un armement au point pouvant constituer un atout dans la négociation avec les autorités allemandes pour l'acquisition du canon RH 202 et, en cas d'échec, une solution de repli ». Cette mise au point du canon AME 621 comprenait une expérimentation par le STA en parallèle avec celle du canon RH 202.

Période : février 1969 à août 1969

Tout en mettant au point les armes AME 621 nécessaires à l'expérimentation STA, l'EFAB conscient des faibles chances d'adoption de cette arme examinait les possibilités de sa transformation pour la mettre au niveau de puissance balistique du canon RH 202. Cet examen aboutissait à la réalisation d'une maquette probatoire, dérivée directement dans sa conception technologique de l'arme AME 621, qui fut présentée à l'exposition de Satory en juin 1969 après avoir satisfait à Bourges aux premiers tirs de fonctionnement.

Cette initiative de la DTAT fut soutenue par la DMA (lettre du Délégué du 27 juin 1969 adressée à l'EMAT). Une réunion d'information était organisée dès juillet à la DTAT, à la demande de l'EMAT, pour définir :

- l'origine et le but de la nouvelle arme
- les caractéristiques des armes et munitions en concurrence
- le calendrier de l'étude française nouvelle

²⁵ Remarque de l'IG Davout : La longueur de la douille témoigne de la puissance de la munition ; avec 139 mm, la douille HS 820 contient bien plus de poudre que la douille 102 mm de la munition M55 de l'AME 621. L'EMAT a estimé qu'avec la munition HS 820, il devenait possible de doter le véhicule de combat amphibie d'infanterie (VCAI, premier nom de l'AMX 10 P) d'une arme capable de défaire, de force, le BMP 67, véhicule soviétique de même catégorie, à la distance de 1 000 m, ce qui permettait de passer réellement de la notion de « véhicule transport de troupe » à celle de « véhicule de combat ».

- le financement de l'étude française nouvelle
- les incidences éventuelles sur d'autres études

Les éléments d'information donnés par la DTAT font l'objet du compte-rendu de réunion diffusé le 18 juillet 1969.

Parmi quatre types de munitions possibles pour la nouvelle arme française, l'EMAT par note du 18 juillet 1969 choisissait pour des raisons logistiques la cartouche HS820. C'était l'origine de l'arme M693.

Son calendrier de développement, considéré comme « optimiste » dans la note précitée, était le suivant :

- Fin 1969 : définition du prototype
- Fin 1970 : poursuite de l'étude de l'arme et de ses montages ; construction des prototypes
- 1971 : essais STA, la décision du choix de l'arme devant intervenir à la fin du 1^{er} trimestre 1971 pour permettre la fabrication des armes de série à partir du milieu de 1972 afin de ne pas retarder la sortie des premiers AMX-10P

Par note du 24 juillet 1969, l'EMAT proposait à la DTAT de confier cette mission à un « Groupe de travail consultatif armement de moyen calibre à tir tendu » (GTC-AMCTT) dont la compétence s'étendrait « à la totalité des investigations et des études destinées à mettre à la disposition de l'armée de Terre un armement de cette catégorie dans des délais compatibles avec la sortie des blindés légers ».

2. TRAVEAUX MENES SOUS L'EGIDE DU GTC-AMCTT

Le GTC, placé au départ sous la présidence de l'IGA Marest lui-même, se réunira 66 fois, depuis sa première réunion tenue le 18 septembre 1969 jusqu'à sa dernière qui aura lieu le 16 septembre 1987. Vingt réunions se sont déroulées entre le 18 septembre 1969 et le 28 juin 1971... La fréquence de ces réunions ira en s'atténuant avec le temps ; en 1989, ce groupe de travail n'est toujours pas dissous.

Les comptes-rendus correspondants constituent une abondante source d'information officielle : ils concernent à la fois l'arme, ses montages, les nombreuses cartouches, les moyens d'instruction, la production, la commission logistique, etc.

Période : septembre 1969 à juin 1971

Pendant cette période, les travaux du GTC ont été intensifs. Ils ont conduit à l'établissement de la fiche programme « canon mitrailleur et munitions de 20 mm » ainsi qu'à la rédaction du plan de développement technique et financier.

Indiquons ici les points essentiels de la fiche-programme de l'EMAT (uniquement en ce qui concerne l'arme) :

La fiche-programme

Missions

- Mettre hors de combat les engins blindés légers et rapides jusqu'à 1 000 m au moins ;
- Effectuer sur du personnel à découvert des tirs précis et efficaces jusqu'à 1 200 m et des tirs de neutralisation jusqu'à 2 000 m ;
- Participer à l'autodéfense antiaérienne des unités jusqu'à 1 500 m.

Logistique munitions

- Les munitions doivent présenter la géométrie générale de la cartouche de 20 mm HS820 ;
- Le projectile perforant doit percer une plaque d'acier à blindage de 20 mm à 1 000 m sous un angle d'incidence de 60°.

Choix de l'arme

Compte tenu de la situation, l'avis de la STA devra être fourni à l'EMAT pour le 01 avril 1971. Par voie de conséquence l'expérimentation des armes sera limitée dans un premier temps aux points concernant le fonctionnement et l'endurance de l'arme, (16 000 coups de durée de vie), la perforation de la munition et la probabilité d'atteinte sur le montage TH20.

Une expérimentation complémentaire de l'arme retenue fournira les renseignements techniques manquants.

Ces renseignements seront, si nécessaire, complétés au cours de l'expérimentation de la présérie.

Choix des munitions

Le choix des munitions sera fait indépendamment de celui de l'arme, sous réserve de la vérification de la compatibilité.

Développement technique général

Les principaux problèmes à résoudre jusqu'à début 1971 ont été les suivants :

- Développement, essais, évaluation des armes concurrentes en vue du choix par l'EMAT au 1^{er} avril 1971 ;
- Mise en place d'armes pour essais, évaluation et études de montages sur véhicules ;
- Développement, essais, évaluation de munitions à haut pouvoir perforant capables de la performance exigée (1 000 m, 20 mm, 60°)
- Évaluation des munitions étrangères (suisses et allemandes, essentiellement) de type HS820 en vue du choix des modèles à retenir pour les besoins de l'EMAT ;
- Développement, essais, évaluation des montages anti-aériens ;
- Définition, étude et essais des moyens d'instruction ;
- Commission logistique ;
- Production des armes ;
- Production des munitions ;

Développement de l'arme jusqu'à l'adoption de principe

Le canon M693 était rendu, en juin 1970, au stade d'essais de la « maquette M2 ». (Le développement devait passer successivement par les stades M1 en décembre 1969, M2 en avril 1970, prototype P1 en septembre et P2 en décembre 1970 pour l'expérimentation de la STA). A ce stade M2, les prototypes étaient à peu près satisfaisants. Mais les essais des prototypes P1 en octobre 1970 ont révélé des taux d'incidents inadmissibles. Ce n'est qu'en novembre et décembre 1970 que des essais systématiques permirent de déceler l'origine des défauts, et un retard de trois mois devenait alors inévitable, l'expérimentation par le STA devant se situer entre le 1^{er} avril et le 1^{er} juillet 1971. Ces délais restaient d'ailleurs compatibles avec le programme de série de l'AMX 10P, les premières sorties de véhicules étant reportées à janvier 1973. Les essais constructeur se sont déroulés de manière satisfaisante jusqu'au 1^{er} avril, pendant

que des armes étaient mises à la disposition des bureaux d'études chargés des montages sur les véhicules.

La décision EMAT d'adoption de principe du 26 juillet 1971 concerne l'arme modèle F1 issue de tous ces travaux.

Période juillet 1971 – décembre 1975

(suite du développement jusqu'à l'adoption de l'arme 20F2)

Cette période aboutira à l'adoption définitive de l'arme, en décembre 1975. Elle aura été, surtout pour l'arme, riche en problèmes techniques, souvent difficiles à résoudre.

En janvier et février 1972, l'arme n° 23, comportant les modifications de 1^{ère} et 2^{ème} catégorie, tirera 16 000 coups lors d'essais constructeur. Cette arme, qui préfigure le modèle F2, effectuera son épreuve selon un cycle de tir baptisé « cycle FINABEL ». Ce cycle de base sera pratiquement toujours retenu pour les tirs ultérieurs, du type essais constructeur, évaluation et endurance. Cette méthode permettra, par la suite, d'utiles comparaisons. En lui appliquant un plan d'échanges systématiques à 4 000, 8 000 et 12 000 coups, cette arme n° 23 a présenté 14 arrêts de tir, ce qui, à l'époque, constitue un bon résultat.

En avril et mai 1972, la STA effectue un essai d'endurance avec l'arme n° 27, et des essais en conditions adverses avec l'arme n° 28. De nombreuses difficultés sont rencontrées avec les deux armes.

En juin 1972, les essais se poursuivant, les ratés de percussion donnent bien des soucis au constructeur. Les essais en conditions adverses sont aussi le siège d'une impressionnante série d'incidents : il reste beaucoup à faire pour fiabiliser les armes... La STA devra interrompre momentanément ses expérimentations, en juillet 1972, du fait de ratés trop fréquents.

Par la suite, en septembre 1972, l'EFAB démarre une série de mesures dans le but d'apporter des explications et des remèdes. Ces travaux dureront jusqu'à fin décembre 1972 ; ils porteront sur environ 400 enregistrements, obtenus en faisant varier divers paramètres.

En mai 1973, les armes F1 n° 13, 14, 15 et 16 effectuent des essais en corps de troupe : nombreux incidents, en majorité dus au réarmé électrique. Pendant l'été, 13 armes sont essayées, avec des problèmes dus aux couloirs souples, à la formation des tireurs, etc.

A la même époque, la STAT expérimente l'arme F1 n° 75 à Bourges, expérimentation interrompue le 4 septembre (incidents dus à la came de commande des patins d'étoile).

En avril 1974, la STAT expérimente l'arme F2 n° 245 à Bourges, sur 16 000 coups. Incidents et détériorations sont toujours trop importants.

Cependant, fin 1973, 98 canons F1 et 60 canons F2 ont été livrés.

Des tirs « constructeur » se dérouleront encore début 1973 avec trois armes F2 ; et à compter de février la Commission de modifications de type 1 (CM1) viendra épauler le GTC. A ce jour, 90 modifications et 270 amendements auront été traités par cette commission, conduisant à une fiabilité acceptable de l'arme 20 F2 (en tir d'endurance, taux d'arrêt de tir en stand de 1/4000).

En corps de troupe, trois armes sont évaluées, et cette opération se solde par des résultats très positifs, puisque la décision d'adoption de l'arme 20 F2 est prise le 30 décembre 1975.

Les travaux du GTC et de la CM1 ne s'arrêteront pas pour autant : la dernière réunion du GTC s'est tenue le 16 octobre 1987, et les travaux de la CM1 continuent à ce jour.

DEUXIEME PARTIE : RECHERCHE HISTORIQUE SUR LE CN-MIT 20 F2²⁶

Avant 1960, la Direction des études et fabrications d'armement avait entrepris à l'Atelier de fabrication de Mulhouse, des études d'armes de 20 mm puissantes. Ce programme n'a pas eu de suite. En 1962, une étude est effectuée, en utilisant les munitions à amorçage électrique type M55 avec un maillon M12, pour répondre aux besoins de l'Aéronautique.

Ce programme donne naissance à l'arme AME 621. En 1963, état-major de l'armée de Terre s'intéresse à ce programme, afin de disposer d'une arme plus puissante que la mitrailleuse de 12,7 mm. Certains compléments étaient apportés au programme d'études pour tenir compte des utilisations particulières à l'armée de Terre : générateur d'infanterie, double alimentation.

Cependant, la puissance balistique relativement faible de l'arme (type de munitions choisies) se révélait être un handicap pour l'armement des futurs véhicules de combat de l'infanterie.

L'EMAT, par sa lettre n° 663 EMAT du 21 janvier 1969 marquait sa préférence pour le canon Rh 202 utilisant une munition plus puissante du type HS 820.

Cependant, par note du 7 février 1969, il demande l'expérimentation comparative des armes AME 621 et Rh 202, chacune dans leur version « Alimentation simple ».

Compte tenu des résultats obtenus avec l'arme Rh 202, l'abandon de l'AME 621 par l'Armée de terre est signifié le 21 octobre 1969.

Proposition DTAT d'un armement plus performant (Famille 20 M 690) – Année 1969 (Juin)

L'objectif recherché par la DTAT est de développer un armement de 20 mm plus performant dérivé de l'armement 20 M 621 avec double alimentation :

- de puissance équivalente au canon RH 202 ;
- capable d'être produit en série à partir de juillet 1972 ;
- permettant d'exploiter à 80-90% les investissements entrepris pour l'étude et la fabrication de l'armement de 20 M 621 – arme-munitions – montages.

Plusieurs projets sont envisagés par l'EFAB pour amener l'arme 20 M 621 à la puissance du canon RH 202 (HS 820).

Projet 691

C'est le premier et seul prototype jusqu'ici réalisé. Douille HS 820, obus M 55, maillon M 2 du canon 20 M 621.

Projet 692

Douille nouvelle à conicité de 2% – obus M 55 non modifié – maillon M 12.

Projet 693

Cartouche H 820 avec maillon M 12 modifié. Le maillon HS 820, dont le positionnement par rapport à la douille n'est pas assuré, ne peut pas être retenu. Il nécessite un dispositif de recalibrage de bande, et impose des modifications trop profondes de l'arme (alimentation fixée au berceau, et non plus sur la masse reculante).

Les caractéristiques principales des armes de la famille 20 M 690 sont les suivantes :

- la géométrie de l'arme est celle du projet déjà réalisé 20 M 691 ;
- la cadence sera proche de 700 coups/min avec événements de 0 1,6 mm ;

²⁶ Fiche d'archives rédigée à la demande du COMHART par M. Maury (GIAT-MAT) le 24 novembre 1989 (Extraits).

- le poids : 70 kg berceau compris (57 kg pour la 621 et 105 kg pour le Rh 202).

Les principaux problèmes à résoudre concernent la tête mobile, la percussion mécanique, les ressorts récupérateurs, l'éjecteur, le couloir souple d'alimentation et la caisse à munitions, le maillon, la télécommande des opérations d'armement du canon.

Lancement du projet 20 M 693

Le 18 juillet 1969, l'EMAT fait connaître sa position sur les projets de la famille d'armes 20 M 690.

Le canon devra pouvoir tirer les cartouches des armes HS 820 et RH 202.

Le projet correspondant à ce choix est celui du canon mitrailleur 20 M 693 qui fera seul l'objet d'un développement.

Le 20 août 1969, l'EMAT confirme son accord pour entreprendre une étude dérivée du matériel 20 M 621 à la condition que le matériel étudié puisse tirer la cartouche de 20 mm HS 820.

Afin de pouvoir suivre mensuellement, à partir de septembre 1969, l'évolution du programme 20 M 693, un groupe de travail consultatif moyen calibre à tir tendu (GTC) est mis en place par la DTAT sous la présidence de l'IGA Marest qui conduira l'orientation du programme, ainsi que les discussions avec le client.

La faisabilité de l'arme a été acquise comme prévu en octobre 1969 grâce au dynamisme et à la ténacité des équipes de l'EFAB et de la MAT.

Cependant, par lettre du 21 octobre, l'état-major :

- rappelle les incertitudes (aléas techniques, calendrier) qui continueront à peser jusqu'à la fin de 1970 au moins sur le canon 20 M 693 ;
- impose de maintenir une priorité absolue à l'étude et à la mise au point des montages du RH 202 (montage sur VTT, AMX 10P et char AMX 30).

Le 26 novembre 1970, la STA – qui suit les essais constructeurs – a estimé que la fiabilité du canon français 20 M 693 et celle du canon allemand RH 202 à double alimentation étaient à ce jour équivalentes.

Dans ces conditions, la DTAT décide d'engager les opérations industrielles qui aboutissent à la mise à disposition du groupement infanterie de la STA, en avril 1971, de trois armes représentatives de la production série.

Pour conduire le projet 20 M 693 à son terme, il a été nécessaire de construire 24 armes pour en acquérir la faisabilité et la définition.

Les étapes successives de ce projet furent marquées par la réalisation :

- de maquettes M1 et M2 (décembre 1969) ;
- de prototype P1 (mars 1970) et P2 (septembre 1970) proches de la définition STA ;
- de prototype P2 modifiés de définition STA (décembre 1970).

A l'issue de la première phase du projet qui aboutit à la réalisation des maquettes M1 et M2, il est procédé à un réaménagement de l'alimentation. Une double alimentation nouveau modèle (dite « enveloppante » ou « parallèle ») est développée pour répondre à la fois :

- aux besoins d'amélioration de la traction en bande pendante, et du fonctionnement général de l'alimentation ;
- aux besoins des monteurs pour faciliter l'intégration de l'arme sur porteur.

Le canon de 20 M 693 se caractérise par :

- sa légèreté,
- son faible encombrement,
- ses faibles efforts de recul,
- sa détente de type « commandée » à trois positions coup par coup – rafale – sécurité,

- son faible prix de revient, notamment par l'emploi de tôles embouties et soudées,
- la possibilité de tirer toutes les munitions de la famille Hispano HS 820 de différentes origines,
- les performances de la munition sous calibrée,
- la possibilité quasi instantanée du choix par le tireur du type de munitions adaptées à l'objectif grâce à un système d'alimentation sélective²⁷.

CN-MIT 20 F1

Le planning de développement du projet 20 M 693 avait été établi dès le début de façon à permettre le choix au 1^{er} avril 1971 entre le RH 202 et le canon 20 M693.

Ce planning est sensiblement tenu puisque l'expérimentation par le STA était achevée le 1^{er} juillet 1971. Les résultats sont considérés comme satisfaisants, au moins aussi bons en ce qui concerne la fiabilité que le RH 202, et meilleurs en certains points (durée de vie du tube par exemple). Sur le plan de la facilité d'installation sur véhicule (poids de l'arme, efforts de recul, encombrement) l'avantage est nettement en faveur du 20 M693. Sur le plan du coût, l'arme 20 M693 présente un avantage de l'ordre de 20%.

En conséquence, le 26 juillet 1971, l'EMAT décide que le canon mitrailleur de 20 M693 fait l'objet d'une adoption de principe pour les besoins de l'Armée de terre sous la dénomination suivante :

« Canon mitrailleur de 20 mm modèle F1 », en abrégé CN-MIT 20 F1 ».

Cependant, à l'issue de l'évaluation, la STA, tout en ayant proposé l'adoption du 20 M693, a émis un certain nombre de réserves (le 28 juin 1971 en séance plénière tenue à l'EFAB) :

- des modifications mineures à vérifier sur la présérie,
- des modifications plus importantes nécessitant une nouvelle évaluation (l'arme ainsi améliorée portera la référence CN-MIT 20 F2).

Dans le but de ne pas retarder l'expérimentation par la 10^e BM (Brigade motorisée) stationnée dans la région champenoise du système d'armes AMX 10P équipé d'une tourelle TH20 armée d'un canon de 20 mm et d'une mitrailleuse de 7,62 mm, il fut décidé de construire une centaine de CN-MIT 20 F1. La production commença en septembre 1972 et l'expérimentation eut lieu en 1973 et 1974 comme prévu.

Les canons 20 F1 furent maintenus en service jusqu'au début des années 1976. Ils furent soutenus par le procédé de cannibalisation. Puis ils furent transformés en arme 20 F2 de manipulation.

CN-MIT 20 F2

Les améliorations demandées par la STAT en juin 1971 ont conduit le GIAT à entreprendre des modifications sur le dispositif d'alimentation.

Ce dispositif (double alimentation à crabots) fait alors l'objet d'une analyse de la valeur qui prend en compte à la fois les besoins d'industrialisation du produit (réduction de coût) et les demandes formulées par la STAT :

- manipulation manuelle des lignes d'étoiles par l'arrière (nécessaire au montage AMX 30) ;
- création d'une position de débrayage simultanée des deux étoiles d'alimentation (amélioration de la fiabilité et du service du système d'alimentation) ;

²⁷ Commentaire de l'IGA Davout : Le canon RH 202 était donné par les Allemands à "alimentation triple" – 2 bandes et un chargeur – mais, pour changer le type de munitions à tirer, il fallait accéder à l'arme, donc monter sur le toit dans le cas de véhicules tels que l'AMX 10P, dégager la bande précédemment utilisée et engager une nouvelle bande, alors que pour la 693, l'opération est télécommandée par le tireur depuis sa place par simple maniement d'un levier. Rheinmetall a mis à l'étude, vers 1970, une double alimentation commandable à distance, qui a abouti beaucoup plus tard que la mise en service du 20F2.

- amélioration des opérations de désapprovisionnement.

Dès 1972, la faisabilité de ce mécanisme d'alimentation est acquise. Les premières armes de série sont fabriquées à partir de juin 1973. L'expérimentation du canon 20 F2 commence en 1974 et continue en 1975.

Le 30 décembre 1975, « compte tenu de l'expérimentation effectuée par la Section technique de l'armée de Terre et par le Centre technique armes et munitions de la Direction technique des armements terrestres, le général d'armée, chef d'état-major de l'Armée de terre décide que le canon mitrailleur de 20 mm mis au point par l'EFAB fait l'objet d'une adoption pour les besoins de l'armée de Terre ».

Ce matériel, différent du CN-MIT 20 F1 déjà en service reçoit la dénomination suivante : « Canon mitrailleur de 20 mm modèle F2 », en abrégé « CN-MIT 20 F2 ».

Données de production

Plus de 6 000 (six mille) canons mitrailleurs ont été construits à partir d'avril 1973 jusqu'en novembre 1989, principalement destinés à l'Armée française.

Pour les unités de manœuvre, ils arment les VTT AMX 13, les chars AMX 10P, AMX 30, AMX 30 B2, ainsi que les affûts antiaériens 53T1 et 53T2. Par ailleurs, la Marine nationale pour équiper ses chasseurs de mine a choisi le 20 F2 monté sur affûts marine type A de 20 F2.

Certains pays étrangers ont choisi le 20 F2 pour leur propre défense. Les porteurs concernés sont essentiellement les suivants : VAB équipés de tourelles TL20, chars AMX 10 et AMX 30, affûts antiaériens 76 T1, affûts marine type A, affûts camion 16A.

CN-MIT 20 F2 ACA

En 1977, au début du programme 76 T2 (affût antiaérien bitube – deux canons 20 mm 20 F2 – pour la défense des bases aériennes), l'EMAA a précisé que l'exigence de l'Armée de l'air était d'obtenir une arme tirant avec une fiabilité satisfaisante à 900 Coups/min (cadence du canon suisse HS 820 équipant l'affût Oerlikon, puis son dérivé Rheinmetall, dont le 76 T2 est issu). D'où la décision d'apporter au 20 F2 les modifications permettant d'atteindre cette cadence, ou une version dite 20 F2 ACA (« Arme à cadence augmentée »).

Le lancement du développement du programme 20 F2 ACA est décidé le 26 octobre 1977. La faisabilité est confirmée à la même époque par des essais sur armes d'endurance n° 10 et n° 11 qui ont montré l'aptitude de l'arme à remplir cette condition moyennant quelques améliorations.

En 1978, les essais constructeurs montrent qu'avec un plan de rechanges spécifique le 20 F2 ACA a un fonctionnement convenable. La confirmation de ce plan de rechange est faite sur une arme en janvier 1979.

Des essais complémentaires ont lieu en janvier 1980 suite à l'arrêt de la première évaluation officielle en juin 1979. La seconde phase de l'évaluation officielle a lieu de mars à juillet 1980.

En 1980, à l'aboutissement du programme 20 F2 ACA, il est apparu opportun de faire bénéficier le 20 F2 des études réalisées. Les raisons qui ont contribué à cette décision sont les suivantes :

- Les évolutions type 20 F2 ACA assurent du point de vue opérationnel une augmentation non négligeable de la fiabilité du 20 F2.
- La gestion de fabrication des produits 20 F2 et 20 F2 ACA s'en trouve facilitée et les coûts de production diminués.

A partir de 1982, toutes les armes construites sont donc capables des deux possibilités (20 F2 ou 20 F2 ACA).

Les canons 20 F2 et 20 F2 ACA ne se différencient que par l'évent :

- diamètre de 1,6 mm pour le 20 F2
- diamètre de 1,9 mm pour le 20 F2 ACA.

Faits marquants dans la vie du 20 F2 :

A la suite de l'expérimentation des premières armes de série, des événements, mettant en cause la sécurité de l'arme, ont provoqué des évolutions du 20 F2 avec remise à hauteur :

- modifications anti-rebondissement de l'ensemble mobile en 1973 ;
- modifications du boîtier de détente (verrou de coulisseau) et du frein de bouche en 1975.

Évaluations étrangères :

L'Afrique du Sud a procédé à une évaluation du 20 F2 en 1972, qui s'est concrétisé par une cession de licence et la vente de plusieurs centaines de canons.

La Grande-Bretagne a procédé à l'évaluation du 20 F2 dans la *Royal small arms factory* d'Enfield en 1974.

CN-MIT 20 F3

Dans le but de faciliter l'intégration du 20 F2 dans la tourelle du char AMX 30, la DTAT a demandé à l'EFAB, en février 1973, de faire l'étude d'un mécanisme d'alimentation particulier à ce montage.

La faisabilité de ce mécanisme d'alimentation pour le CN MIT 20 F2 modifié (F3) est acquise en juin 1973.

La maquette qui a servi aux essais est livrée à l'AMX en juillet 1973, pour lui permettre d'examiner si cette solution résout correctement les problèmes posés (ergonomie et encombrement).

En février 1974, compte tenu des résultats obtenus avec le montage du 20 F2 sur AMX 30, la poursuite de l'étude ne s'impose plus. Il convient de noter que le 20 F2, prenant en compte les remarques formulées par la STAT concernant le suivi de l'arme lors de l'évaluation du 20 F1, répond aux besoins du montage AMX 30.

En conséquence, le 18 février 1974, la DTAT fait savoir que tous les travaux sur les armes 20 F3 doivent cesser.

TROISIEME PARTIE : LISTE DE DOCUMENTS SIGNIFICATIFS EMIS AU COURS DU DEVELOPPEMENT DU 20 MM F1-F2 (EX 693)

(En première colonne, numérotage utilisé dans le corps du texte pour renvoyer au document dont la date, la référence exacte et le contenu abrégé figurent dans les deuxième, troisième et quatrième colonnes).

R1	24.09.63	Note 10838/EMAT/3/CEP/DR	Création GTC Mit. 20 mm AME 621
R2	25.09.68	Décision 50418 DMA/DPAI 7146/EMAT/3/CEP/CD	Approb. fiche prog. C. aut. 20 mm AME 621
R3	10.10.68	BE DMA/DPAI/PP 23/CD	Diffusion fiche progr. AME 621
R4	27.11.68	Lettre 75766 ASA/DTAT/GAMU	Arme de 20 mm 621
R5	21.01.69	Lettre 663/EMAT/3/ARMET/CD	Choix par EMAT du canon Rh 202
R6	24.01.69	Note 11833 D/DTAT	Arme de 20 mm 621
R7	07.02.69	Note 771 EMAT/3/ARMET	EMAT demande poursuite parallèle 621, étude montages Rh 202, expérim. compar.
R8	24.04.69	Note 2408 EMAT/3/ARMET	Liste matériel et mun. instruction Rh 202
R9	28.04.69	Lettre 34055 DMA/DTAT	Choix du canon 20 mm
R10	07.05.69	Lettre 3627 EMAT/3/ARMET/CD	Matériels 20 mm Hispano-Suiza
R11	23.06.69	Note 4906 EMAT/3/ARMET	Etude d'un canon M 691
R12	27.06.69	Lettre 11435 DMA/D	Étude d'un canon M 691
R13	18.07.69	BE 65824 ASA/DTAT/INF	Compte-rendu réunion du 9/7/69
R14	18.07.69	Note 5557/DN/EMAT 3/ARMET/CD	Choix cartouche HS 820
R15	24.07.69	Note 4398/EMAT/3/CEP	EMAT propose GTC. AMCTT
R16	12.08.69	Note 51865 DMA/DPAI/PP 23	GTC AMCTT
R17	20.08.69	Note 4861/DN/EMAT/3/CEP	Création, mandat, composition GTC
R18	28.08.69	Note 4538 ASA/DTAT/INF	Canon 20 mm 693
R19	29.08.69	Fiche 249 DN/EMAT/3/ARMET/CD	Point des études et exp. canons 20 mm
R20	22.09.69	Note 7342 EMAT/4/MAM	Arme de 20 mm
R21	26.09.69	Note 7260 EMAT/3/ARMET	Pouvoir perforant
R22	21.10.69	EMAT	Abandon canon 621
R23	25.02.70	Note 1124 EMAT/3/ARMET	Canon HS 827
R24	22.04.70	Note 50990 DMA/DPAI	Canon HS 827
R25	26.05.70	Notes 21467 et 21468 du Ministre d'État chargé de la DN	Choix du canon 20 mm
R26	27.05.70	Note 3442 EMAT/3/ARMET	Montage 20 mm sur AMX10
R27	15.06.70	Note 62380 ASA/DTAT/GAMU	Choix du canon 20 mm
R28	28.07.70	Note 65617 ASA/DTAT/GAMU	Choix du canon 20 mm
R29	05.08.70	Note 6408 DN/EMAT/3/ARMET	Étude adaptation 693 et Rh 202 à 53TI
R30	13.08.70	Note 5100 EMAT/3/ARMET	Présentation à Bourges 20 mm
R31	21.10.70	Lettre 6090 DN/EMAT	Priorité étude montages Rh 202
R32	26.11.70	Note STA	Expérimentation des canons 20 mm
R33	06.01.71	Lettre 0079/STA/M3 A	Armes moyen calibre
R34	12.01.71	Fiche 8 EMAT/3/ARMET	Choix du canon 20 mm
R35	29.01.71	Note 0629 DN/EMAT/3/ARMET	Étude tourelles bitube sur véhicule
R36	08.02.71	Lettre 0996/STA/S/M3a	Armement moyen calibre
R37	12.02.71	Lettre 001197/STA/M3a-M3m	Évaluation munitions HS 820
R38	25.02.71	Note 54145 ASA/GAMU	Échéancier livraison armes 20 mm
R39	01.03.71	Lettre 1390 EMAT/3/ARMET	Choix canon 20 mm
R40	03.06.71	Note 61756 ASA/DTAT/AD	Commission logistique
R41	07.06.71	Note 3927 EMAT/3/CEP	Représentation DTIA au GTC
R42	30.06.71	Lettre 1032 STA/M3a/CD	Avis favorable adoption 693
R43	01.07.71	Note 4406 DN/EMAT/3/CEP	Création commission logistique
R44	02.07.71	BE 03546 ASA/DTAT/AD	Projet fiche programme canon mitr. 20 mm
R45	12.07.71	Note 50481 DMA/DPAI/AI2/CD	Politique industrielle product. munit.
R46	21.07.71	BE 3892 ASA/DTAT/TC	Montages bitubes véhicules à roue
R47	23.07.71	Note 65307 ASA/DTAT/INF	CR GTC (financement, expérim.)
R48	26.07.71	Lettre 4929 DN/EMAT/3/ARMET	Adoption du M693 (CN 20 mm F1)
R49	28.07.71	Note 4997 DN/EMAT/3/ARMET	Matériels d'instruction
R50	30.12.75	Lettre 2452/DEF/EMAT/Études/I	Décision adoption CN 20 mm F2
R51	21.01.76	Note technique 3/CETAM/76	Synthèse évaluation officielle 20 F2

ANNEXE 5

LE CONCEPT AUTOMECHANIQUE²⁸

[...] Comme toute machine, [l'arme automatique] devrait, pour donner toute satisfaction à l'utilisateur, remplir sa fonction tout en étant totalement transparente à ses yeux [...] : ni entretien, ni vérification, ni intervention d'aucune sorte.

Toutefois, par ailleurs, une arme automatique ne peut être totalement indépendante vis-à-vis de l'environnement externe, tant humain que physique : nécessité de service de l'arme, impossibilité d'étanchéité vis-à-vis du milieu extérieur et de ses agressions climatiques et autres. Rappelons qu'aujourd'hui une spécification d'arme automatique impose le fonctionnement dans une plage de température très étendue (pouvant aller de -60° à +100°C), sous une pluie intense, par vent de sable, en atmosphère marine, sous brouillard givrant, et bien souvent en absence de graissage.

Le mécanisme d'arme automatique devrait donc être capable de pallier les erreurs ou oublis humains, de satisfaire à ces exigences, sans pour cela nécessiter une quelconque intervention hormis celle du service et de l'emploi.

Dans cette première contradiction réside une des plus grandes difficultés de conception des armes automatiques [...].

L'autre difficulté essentielle rencontrée dans la conception des armes automatiques est liée aux spécifications de masse et d'encombrement.

Cette exigence se traduit, compte tenu des fonctions à assurer, par une imbrication complète des différents mécanismes concourant à remplir les différentes fonctions élémentaires. La densité volumique des fonctions ainsi atteinte et le niveau de complexité correspondant dépassent bien souvent les possibilités de visualisation et d'abstraction de l'esprit humain, obligeant ainsi le concepteur à recourir à la réalisation et à l'expérimentation avant même d'être en mesure d'exprimer ses idées sur le papier.

Une telle densité de complexité, une telle imbrication des fonctions et des mécanismes ne peut, à l'évidence, être traitée que par une petite équipe expérimentée, ouverte aux idées nouvelles, dont chaque individu, à son niveau, est capable d'appréhender l'ensemble du problème et d'intégrer la totalité des contraintes et sujétions inhérentes au projet. Il ne peut être question de partager un projet en sous-ensembles individualisés, si ce n'est au risque d'aboutir à un produit peu performant et donc insatisfaisant pour l'utilisateur.

HISTORIQUE ET CONTEXTE

Compte tenu du cycle de renouvellement des armements, et plus particulièrement des armes automatiques, l'achèvement de la mise au point et l'adoption, au début des années 1970, du canon de 20 mm Mle F2 (20 mm 693) par l'armée de Terre auraient du avoir comme conséquence, faute de financement, de stériliser, pour au moins une dizaine d'années, les recherches dans le domaine des armements automatiques pour applications terrestres.

Les équipes d'études s'orientèrent donc, à l'époque, vers des réflexions et des travaux concernant, d'une part, l'armement des avions de combat avec comme objectif la recherche de très hautes cadences de tir et, d'autre part, l'armement spécifique

²⁸ Rédigé par l'ingénieur principal de l'Armement Marcon, GIAT/MAS, 1988, les passages en italiques sont des ajouts de l'IGA Bailly.

antiaérien avec comme objectif l'augmentation de la probabilité d'atteinte par le tir en salves (arme tétratube) [...]

C'est en fait l'expression d'un besoin qui incita à la réflexion dans le domaine des armes automatiques pour les besoins terrestres (pris au sens Armée de terre).

En effet, à la mi-1974, la DTAT lança les premières réflexions sur l'armement de l'HAF (Hélicoptère d'attaque futur) avec comme objectif le lancement d'un développement en 1976.

C'est donc de ce besoin que naquit la réflexion sur le concept automécanique, aidé toutefois, il faut bien le reconnaître, par la connaissance de travaux américains sur un concept d'arme monotube, dont le mécanisme est basé sur la mise en œuvre d'une chaîne assurant le déplacement de la culasse (*Chain gun*) ; ces bribes d'informations, quoique très réduites, et nulles en particulier au niveau des motivations, eurent certainement une influence [...]

Au titre des réflexions sur l'armement de l'Hélicoptère d'attaque futur furent donc conduits un certain nombre de travaux technologiques visant à définir l'architecture du mécanisme et à valider certaines solutions techniques. Sur le plan pratique ceci donna lieu, durant la période mi-1974-mi-1975, à la réalisation :

- d'une maquette expérimentale permettant de valider d'une part les principes mécaniques de base ;
- d'une maquette d'arme en calibre 27 mm (calibre correspondant au choix fait pour l'HAF en 1975) permettant de visualiser les principes architecturaux retenus.

Toutefois, l'HAF, comme son armement, n'était pas suffisamment défini à l'époque, tant dans ses missions que dans ses solutions techniques, et les réflexions et projets industriels s'arrêtèrent en 1975, faute de financement, avant même d'être rentrés dans une phase expérimentale.

Les travaux sur le concept automécanique furent donc stoppés en 1975 et ne reprendront, en fait, qu'en 1978, lorsque l'état-major de l'armée de Terre prit conscience que le renouvellement de son armement de 20 mm devrait intervenir plus tôt que prévu, compte tenu de son obsolescence très rapide due à l'évolution de la menace et de la cible, et qu'il lança un développement exploratoire sur l'armement automécanique.

Ce développement exploratoire, concrétisé par la réalisation de deux maquettes d'armes 30.781, permit d'affiner les solutions techniques, de cerner les points durs, et de mettre en évidence les avantages et inconvénients du concept.

Parallèlement le GIAT, confronté au problème de charge à moyen terme, va lancer des réflexions, d'une part, sur la possibilité d'adaptation du concept automécanique à une munition plus puissante pouvant répondre au besoin d'armement des VCI futurs et, d'autre part, sur les possibilités de mise en œuvre d'un système de double alimentation.

Ces travaux déboucheront sur deux développements, conduisant à deux armes GIAT basées sur le concept « automécanique » :

- l'arme 25.811 calibre 25 mm, Vo 1 100 m/s et 1 360 m/s (obus perforant) cadence 600, 400 ou 150 coups/min, destinée en priorité à l'armement des VCI et plus particulièrement à la revalorisation de l'AMX 10 P
- l'arme 30.781, au calibre 30 mm, destinée à l'armement de l'HAF [et qui équipera effectivement, montée en tourelle THL 30, l'hélicoptère Tigre (munitions : celles de la famille 30-550).

LE CONCEPT AUTOMECHANIQUE

L'armement automatique de moyen calibre au sens où on l'entend aujourd'hui est, en fait, un produit de la Seconde Guerre mondiale, né des besoins d'armement des avions de chasse et des matériels de défense antiaérienne.

Dans un tel contexte, ce furent, bien entendu, les solutions les plus rapides qui furent mises en œuvre, d'où l'adaptation des techniques et principes connus et utilisés en armement portatif. Un des exemples les plus caractéristiques en est certainement l'arme allemande MG 151 de calibre 20 mm, qui n'est rien d'autre qu'une adaptation de la mitrailleuse MG 34 de calibre 7,92 mm.

Ultérieurement ces armes, que l'on qualifiera par la suite de conventionnelles, furent mises en œuvre pour bien d'autres applications, et en particulier à partir des années 1960 pour l'armement des véhicules transport de troupes ou de véhicules de combat de l'infanterie. Les armes de 20 mm 693 et 30 mm 553 sont de parfaites illustrations de ce que l'on appelle « armes conventionnelles ».

Le principe de ces armes est d'assurer l'« automatisme » en prélevant l'énergie nécessaire à cette fonction, sur l'énergie délivrée par la cartouche, par un moyen approprié : prélèvement de gaz, recul du tube [...], consistant en fait à accumuler de l'énergie cinétique, utilisée ensuite pour effectuer les divers mouvements nécessaires à l'approvisionnement, l'alimentation, l'éjection, etc.

Les avantages comme les inconvénients de ces armes découlent immédiatement, tant sur le plan opérationnel que sur le plan technique, du principe adopté.

Avantages des armes « conventionnelles »

- autonomie énergétique.
- interfaces quasiment limitées au seul plan mécanique.
- sécurité en cas de long feu (système fonctionnant en boucle fermée) : un long feu suspend automatiquement le tir.
- encombrement relativement réduit.

Inconvénients des « armes conventionnelles »

- cadence de tir imposée par la technique et non par le besoin.
- difficulté de maîtrise de la cadence.
- très grande sensibilité aux conditions externes.
- niveau de fiabilité difficilement maîtrisé.
- nécessité d'une maintenance et d'un entretien relativement importants.
- instruction difficile de par le coût des munitions nécessaires au fonctionnement.
- nuisances importantes à proximité de l'arme (résidus de combustion).
- très grande dépendance du fonctionnement de l'arme vis-à-vis de la qualité des munitions.
- sollicitations très importantes des munitions.
- très grande importance du savoir-faire lors de la mise en production.
- sollicitations sévères des mécanismes internes à l'arme (mécanisme de chocs).

C'est de l'analyse de ces inconvénients, de la prise en compte des reproches et critiques de l'utilisateur qu'est né le concept automécanique, aidé en cela par l'existence, à l'étranger, de solutions montrant que les défauts ou inconvénients précédents n'étaient pas systématiquement attachés au principe de tir automatique.

En effet, au début des années 1960, les États-Unis, confrontés au besoin d'armement des avions de combat, redécouvrirent le système Gatling, datant de 1868, et l'adaptèrent au besoin en mettant l'accent sur :

- d'une part, l'obtention de très hautes cadences de tir, facteur primordial de la probabilité d'atteinte en combat air-air avec un canon fixe par rapport à la structure de l'avion ;
- d'autre part, la recherche d'un très haut niveau de fiabilité.

Le principe Gatling consiste à entraîner en rotation continue un faisceau cylindrique de « n » tubes, ainsi que le rotor porte-culasses associé, autour de son axe par un moteur externe, cette rotation assurant d'une part par un système de galets et de cames le déplacement alternatif des « n » culasses, d'autre part les fonctions d'alimentation en munitions et d'évacuation des déchets (voir fig. 23 et 24).

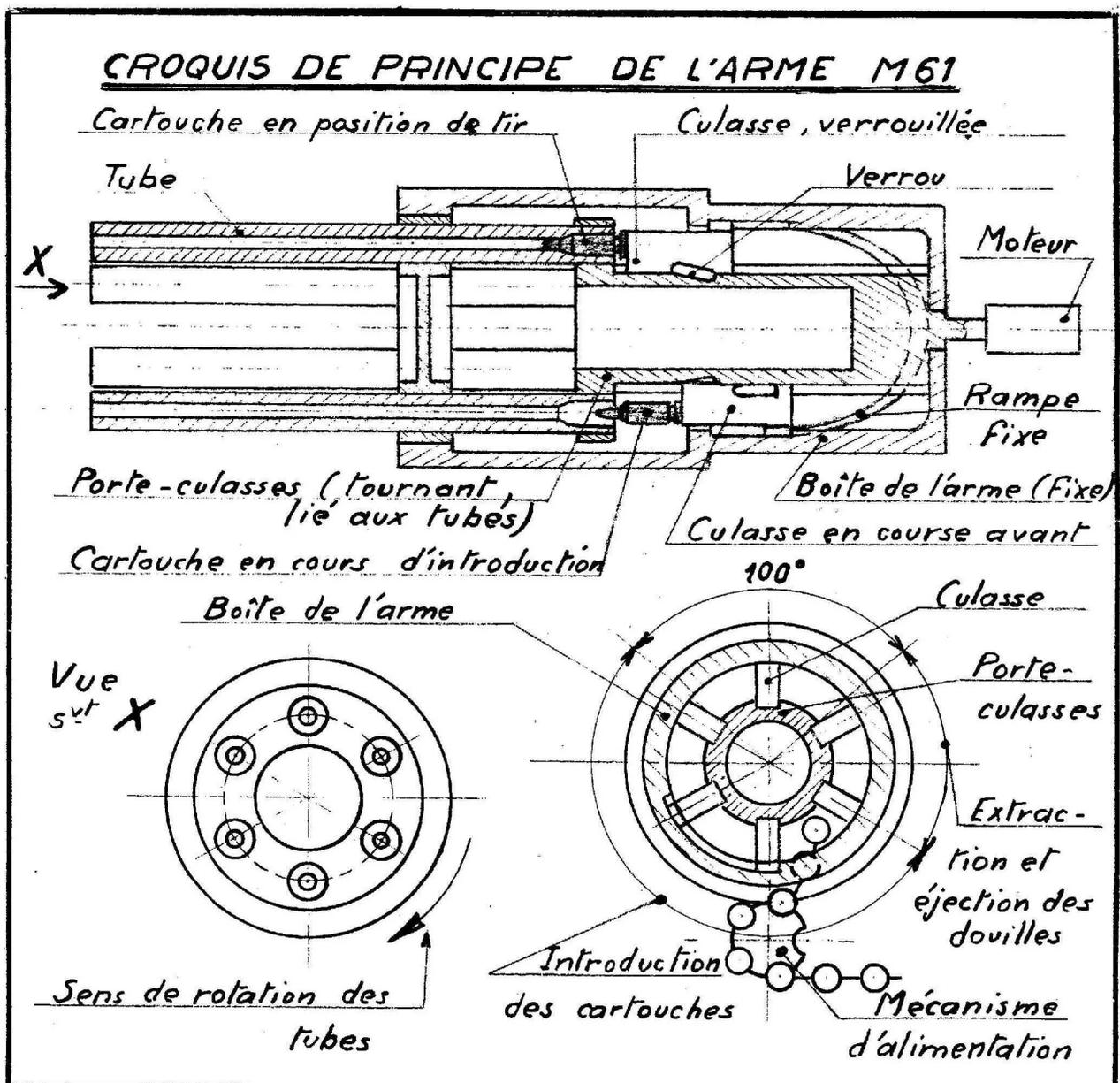


Fig. 23
Canon de 20 mm M 61 « Gatling »
Schéma du principe de l'arme (6 tubes)

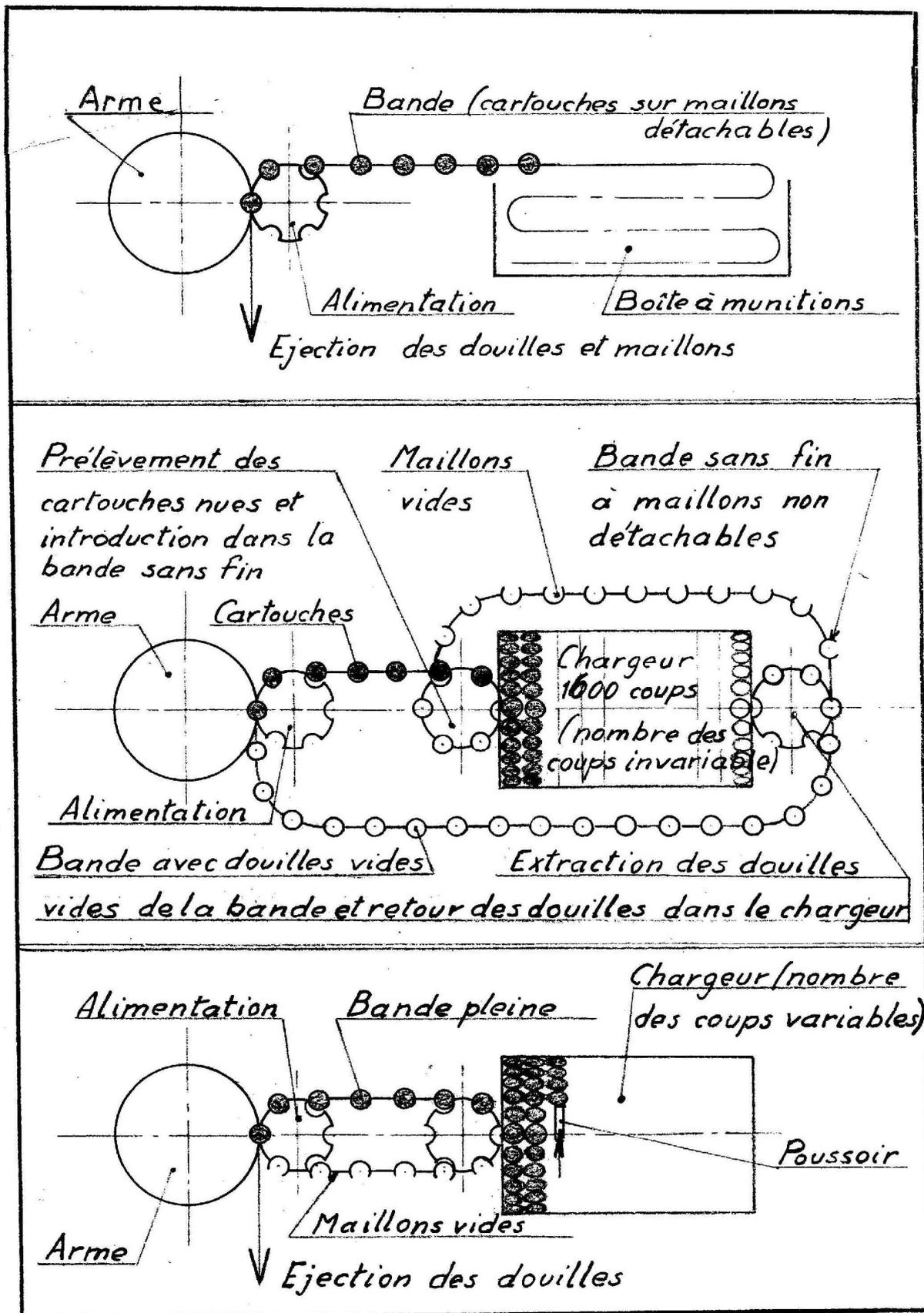


Fig. 24

Les trois schémas d'alimentation possibles du Canon « Gatling »
 Maillons détachables (*haut*) ; bande sans fin, avec (*bas*) ou sans (*milieu*) éjection des douilles.

Ce principe, depuis lors, a connu de multiples applications que ce soit en armement d'avion de combat, de système de défense antiaérienne ou d'armement d'hélicoptère, dans des calibres variant de 5,56 mm à 35 mm, ce qui permet aujourd'hui d'en connaître parfaitement les possibilités, les avantages et les inconvénients.

Avantages des armes « Gatling »

- cadences de tir adaptables au besoin, réglables, et potentiellement très élevées (jusqu'à 7 000 coups/min en calibre 20 mm).
- fiabilité très élevée de par l'élimination des chocs et la mise en œuvre d'une cinématique continue, entretien relativement réduit.
- durée de vie très élevée.
- faibles nuisances à proximité de l'arme dues à des temps de verrouillage long (20 à 30 ms).
- indépendance du fonctionnement de l'arme vis-à-vis de la qualité des munitions.
- faibles sollicitations des munitions.

Inconvénients des armes « Gatling »

- encombrement relativement important.
- possibilité d'incident long feu due à la dissociation des fonctions « tir » et « cinématique ».
- temps de démarrage et de montée en cadence relativement élevés.
- nécessité d'une source d'énergie.
- coût élevé.

En fait, les avantages du principe Gatling, en particulier la fiabilité, la maintenance réduite, la souplesse d'adaptation, découlent :

- du contrôle et de la maîtrise parfaite des mouvements des pièces,
- de la mise en œuvre d'une cinématique continue,
- des temps de verrouillage très longs,
- de l'utilisation d'un système moteur doux (élimination quasi totale des chocs, ou tout au moins réduction de leur importance).

Concept automécanique

L'utilisation [des armes conventionnelles] a mis en évidence [progressivement] que le souci premier et le critère principal lors de la conception d'une arme doivent être la fiabilité globale du système. Or, celle-ci dépend certes de la fiabilité propre de l'arme, mais est également fortement conditionnée par la qualité de son environnement : munitions, systèmes d'alimentation et d'éjection, interventions humaines, et donc par les contraintes que peut imposer l'arme à ces éléments.

C'est cette recherche de fiabilité et de souplesse d'adaptation qui a conduit à la solution automécanique. Le concept automécanique consiste, en fait, à dissocier la fonction « mécanismes » de la fonction « tir », ceci afin de se libérer des contraintes liées à l'utilisation d'un moteur « brutal » et d'assurer ainsi l'« automatisme » de façon purement « mécanique ». De cette association est d'ailleurs né le terme « automécanique ». Toutefois, le concept automécanique ne se limite pas à cette dissociation ; en effet les mécanismes mis en œuvre représentent une très faible inertie permettant de ne pas retrouver les inconvénients des systèmes Gatling.

De ces deux idées de base :

- utilisation d'une motorisation dite « douce » et à action permanente au cours d'un cycle (élimination du fonctionnement par chocs),
- emploi de mécanismes à très faible inertie,

découlent sur le plan technique les avantages théoriques suivants :

- possibilité de contrôle et de maîtrise, à tout instant, de la position, de la vitesse et de l'accélération des pièces en mouvement ainsi que des munitions et des résidus de tir,
- possibilité de mise en œuvre d'une cinématique continue,
- possibilité de maîtriser les temps d'immobilisation de la culasse et donc d'assurer des temps de verrouillage longs limitant l'évacuation de gaz au niveau de la culasse de l'arme,
- de par la faible inertie mise en œuvre, possibilité d'assurer un blocage mécanique garantissant la sécurité en cas de long feu,
- possibilité d'obtention de montées en cadence et d'arrêts rapides,
- indépendance vis-à-vis de la qualité des munitions,
- réduction des sollicitations sur les munitions.

Réalisation technique

Les solutions techniques, retenues à l'origine pour l'obtention de ces avantages, sont les suivantes :

- utilisation d'une source d'énergie externe sous la forme d'un moteur d'entraînement en rotation ;
- mouvement alternatif de l'ensemble mobile assuré par une came taillée sur un rotor en coopérant avec un système de galets porté par l'ensemble mobile ;
- traction de bande effectuée à vitesse constante, seule la dernière phase d'alimentation (c'est-à-dire la mise en place de munitions en position d'introduction) se faisant de façon intermittente ;
- regroupement des mécanismes dans un boîtier étanche ;
- mise en œuvre d'un blocage mécanique amorti assurant la sécurité « long feu », c'est-à-dire l'immobilisation de la culasse en position verrouillée en cas de non-départ du camp ;
- mise en œuvre d'un système de blocage mécanique amorti, assurant l'immobilisation de la culasse en position arrière (correspondant à l'expression « tir culasse ouverte ») lors de l'arrêt du tir, éliminant ainsi les risques de thermo-initiation ;
- verrouillage assuré par un système de culasse tournant.

Description du fonctionnement d'une arme automécanique²⁹

Le moteur, par l'intermédiaire d'un réducteur, assure l'entraînement en rotation continue du rotor (appelé vis à pas croisés). Cette vis à pas croisés, qui transmet le mouvement de rotation au boîtier arrière de mécanismes, assure, par la coopération des galets de l'ensemble mobile avec la came, le mouvement alternatif de la culasse. Le profil de la came est défini de telle façon que, outre le contrôle permanent de la position longitudinale de la culasse, il ménage des plages d'immobilisation en position avant et en position arrière assurant respectivement le temps de verrouillage et le temps de mise à poste de la munition devant la tête de culasse. Le boîtier arrière, récepteur du mouvement de rotation en provenance de la vis, transforme ce mouvement de façon à assurer d'une part l'entraînement continu de l'étoile latérale d'alimentation avec la réduction appropriée, d'autre part l'entraînement intermittent de l'étoile centrale.

La circulation de la munition se fait donc suivant le cycle décrit ci-après. L'étoile latérale entraîne la bande de munitions et assure également le démaillonnage, évitant ainsi, par là même, l'introduction de pièces déformables, sources d'incidents, au cœur même de l'arme. La munition, une fois démaillonnée, arrive à proximité de l'étoile

²⁹ Voir figure 16, p 102

centrale et est transférée entre deux branches de cette dernière. Simultanément, du fait de la synchronisation totale des mouvements des différentes pièces, la tête de culasse est arrivée en position arrière et l'étoile centrale se met en mouvement afin d'assurer le dernier temps d'alimentation et donc mettre la munition en position dans les griffes de la tête de culasse. Celle-ci introduit alors la munition dans la chambre, assure le verrouillage par un dispositif à rotation, provoque la mise à feu, maintient le verrouillage durant le temps nécessaire, assure le déverrouillage et l'extraction de la douille. Arrivée en position arrière, la douille se retrouve entre les branches de l'étoile centrale qui, à ce moment-là, se meut à nouveau assurant le transfert de la douille au poste d'éjection. Donc, tout au long de son cycle dans l'arme, la position de la munition est parfaitement maîtrisée, évitant ainsi d'une part toute possibilité d'interférence avec les autres éléments en mouvement, d'autre part tout choc sur cette munition.

L'arrêt de tir est provoqué par l'arrêt du moteur, l'immobilisation se produisant toujours en position culasse arrière par l'intermédiaire d'un dispositif de détente, de principe similaire à celui de la sécurité long feu, bloquant mécaniquement la culasse dans une position déterminée. Le déclenchement du tir est provoqué par la libération du dispositif de détente et le démarrage du moteur.

La solution mise en œuvre pour assurer la sécurité long feu consiste, vu la faible inertie mise en jeu, à bloquer mécaniquement l'ensemble du mécanisme de telle façon que le déverrouillage ne s'effectue pas en cas de défaut de fonctionnement de la munition.

Motorisation

La première idée fut la mise en œuvre d'un moteur électrique et d'un véritable système asservi, permettant de réguler la vitesse de rotation du moteur (donc la cadence de tir), [et de prendre en charge différentes autres fonctions].

Les premières confrontations de ces idées avec, d'une part, le besoin militaire, d'autre part, la réalisation pratique mirent en évidence que la variation continue de cadence ne constituait en fait qu'un gadget, et que ce type de solution conduisait à une complexité, un encombrement, une masse du système de commande incompatibles, voire contradictoires, avec les objectifs même du concept automécanique.

Pour en respecter la philosophie, il fallait rechercher la polyvalence par des solutions multiples adaptées à chaque application, et construire dans chaque cas le système optimisé du point de vue performances, fiabilité, masse, encombrement, coût : donc mise en œuvre d'une mécanique unique associée à une motorisation optionnelle répondant aux critères [particuliers] de performances et intégration.

Avantages et inconvénients des armes automécaniques

Ils seront précisés, par référence aux armes automatiques conventionnelles, suivant les trois points de vue successifs de l'utilisateur, de l'intégrateur, du constructeur de l'arme.

Avantages :

- fiabilité considérablement accrue et possibilité de test quasi total de bon fonctionnement du matériel avant chaque utilisation,
- instruction aisée (par simulation de fonctionnement du système complet),
- simplification du service de la mise en œuvre et de l'entretien et de la maintenance,
- durée de vie élevée, assurant le maintien du potentiel de guerre tout en permettant une instruction régulière et soutenue,
- réduction des nuisances apportées par l'arme (évacuation de gaz),
- plus grande insensibilité aux conditions adverses,

- performances adaptées au besoin,
- plus grande confiance de l'utilisateur envers son matériel, de par son fonctionnement plus simple et plus facile à assimiler,
- plus grandes liberté et souplesse au niveau conception et fabrication des munitions (contraintes de balistique intérieure, chocs, accélérations réduits),
- systèmes d'alimentation moins durement sollicités (traction de la bande à vitesse constante),
- plus grandes facilités et possibilités d'installation du fait de la maîtrise de l'évacuation des résidus (douilles, maillons),
- plus grande facilité de mise au point de l'environnement de l'arme du fait de la possibilité de simulation du fonctionnement,
- meilleure maîtrise du développement d'une arme, réduction de ses coûts et délai,
- mise au point facilitée par la possibilité de simulation expérimentale et d'extrapolation des solutions technologiques mises au point sur une arme précédente,
- possibilité de création d'une famille d'armes.

Inconvénients :

- système ne répondant pas à tous les besoins potentiels, en particulier ceux nécessitant de très fortes cadences de tir, ainsi que ceux nécessitant une autonomie totale,
- plus grande interdépendance entre l'arme et le porteur,
- nécessité de la prise en compte de l'arme lors de la conception des réseaux de bord (électrique ou hydraulique) d'un nouveau porteur ou d'une adaptation éventuelle de ceux des porteurs existants,
- contraintes plus importantes au niveau des interfaces avec le porteur.

INDEX DES NOMS

- Alphonse XIII, roi d'Espagne, 23
- Babot, 66-69
Bailly, Maurice, 5-6, 135
Beck, 107
Bey, 107
Bigéard, Marcel, 66
Billion, Édouard, 90
Birkigt, Louis, 24
Birkigt, Marc, 21, 23-24, 38, 49
Blain, 6, 88, 123
Blanc, 72
Bonfils, 63
Brunet, Félix, 64-66
Bührle, Emil Georg, 22-23
- Capry, Maurice, 6, 73, 76-77, 119
Cardinal, Yves, 6, 35
Chiang Kai-Shek, 22
Clarke, Charles M., 46
Cognée, Robert, 40, 54, 68, 113
- Dassault, Marcel, 35
Davoult, Lucien, 80, 124, 130
Deruelle, Lucien, 6, 49, 56, 90
- Ezzano, 66
- Guinchard, 66
- Hagner, 107
Harbrecht, 107
Hervier Jacques, 40, 76
- Jampy, Pierre, 6
Jock, 107
Josset, Henry, 6, 62-65, 67, 68
Jungermann, Werner, 48
- Kessler, 57, 107,
Kolb, 107
- Laplane, François, 6
Launet, Michel de, 5
Leroy, 66
Lesavre, René, 5
Ligeard, Pierre, 6, 36
Linder, Fredrick, 48
Löffler, 107
Longueville, Jacques de, 6, 39-40, 76, 108
Lossnitzer, Otto von, 48
Lottes, 107
Lunati, 50, 66
- Marcon Joël, 6, 95, 97, 135
Marest, Michel, 4-5, 83, 125, 129
Martin, Émile, 65-66
Martin, 37
Maury, 6, 88, 123, 128
Messmer, Pierre, 32
Michel, lieutenant de vaisseau, 66
- Niessner, 107
- Perfetti, 6, 40, 57, 68, 76
Peyrutie, 6, 53, 111
Pierre, A., 40, 76, 78, 83
Poltzer, Anton, 45-46, 48-49, 68, 107, 111
Poniatowski, Stanislas, 24
Potelle, 66
- Reshka, Dr, 107
Rogier, Michel, 5
Roy, André, 66
- Salmon, 66
Schardin, Hubert, 38
Strecke, 107
- Urvoy, Emile, 93
- Vincent, 6, 50-51, 53
Volle, René, 78
Vorgrimmler, 107