



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE LA DÉFENSE

Comité pour l'Histoire de l'Armement Terrestre
période 1945 - 1975

Tome 11

SYSTÈMES DE MISSILES SOL - AIR

par l'ingénieur général
Didier BIENVENU



CENTRE DES HAUTES ÉTUDES DE L'ARMEMENT
COMITÉ POUR L'HISTOIRE DE L'ARMEMENT (CHARME)



NOTE GÉNÉRALE D'INTRODUCTION

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 (puis DTAT), des problèmes d'organisation et de moyens, des centres de recherches, 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 est 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 déterminante 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 ces actions aient été menées à leur terme (adoption et production) ou stoppées (analyse des échecs), mais également des actions engagées à l'initiative de la Direction technique dans cette période 1945-1975, dont certaines furent des réussites au plan national ; On mentionnera également les initiatives concernant des adaptations d'équipements français à des matériels étrangers en vue de l'exportation.

Des disparités dans l'état d'avancement des documents ont conduit le Comité à prévoir une diffusion par thème. Un ouvrage a été diffusé : il s'agit de celui relatif au thème « Propulsion - Détonation - Pyrotechnie », dont l'IGA (CR) Toche avait la responsabilité ; comme il a été mentionné précédemment, cet ouvrage rédigé dans le

cadre des activités du Comité a un intérêt historique qui s'étend au-delà du seul domaine de l'armement terrestre, et sa diffusion en a été assurée par la Société nationale des poudres et explosifs.

Au moment où va s'engager la diffusion des ouvrages et articles relatifs aux autres thèmes, j'adresse mes remerciements :

- aux membres du Comité et aux équipes de rédaction qui ont participé bénévolement à ce travail, avec une pensée particulière pour les membres du comité qui nous ont quittés, le général de corps d'armée Grosgeorge, les ingénieurs généraux de l'armement Defrance, Deramond, Collet-Billon.

- aux organismes successifs qui ont assuré le soutien matériel du comité, à savoir le Centre des hautes études de l'armement avec la participation de la Direction technique des armements terrestres, puis la Direction des systèmes terrestres et de l'information depuis le printemps 1995,

- aux directeurs du Centre d'Archives de l'Armement de Châtelleraut, l'ICETA Furget puis l'ICETA Lacherez, qui ont manifesté leur intérêt pour les travaux du Comité en prenant des dispositions particulières pour faciliter la consultation des archives, et, récemment, en proposant au comité le soutien matériel du CAA pour l'édition et la diffusion des ouvrages et articles de l'Histoire de l'armement terrestre.

Saint-Cloud,
décembre 1996

Le Président du Comité, IGA MAREST



Le présent document a été imprimé avec l'aide du Département d'histoire de l'armement du Centre des hautes études de l'armement

COMITE POUR L'HISTOIRE DE L'ARMEMENT TERRESTRE

Plan général d'édition des travaux

Les ouvrages déjà parus sont indiqués sur fond grisé.

Première partie : Aspects généraux

- Tome 1** " Rôle de l'Etat-major de l'Armée de Terre dans l'élaboration et la réalisation des programmes d'armement " suivi de
" Equipements de l'Armée de Terre en 1945 " par le Général Petkovsek
- Tome 2** " Organisation et moyens " par l'Ingénieur Général Dufoux
- Tome 3** " Centres de Recherches " en deux volumes
- Volume 3.1 " Le Laboratoire Central de l'Armement " par l'Ingénieur Général Cavé
- Volume 3.2 " Les autres centres de recherche " par l'Ingénieur Général Fayolle.
- Tome 4** " Centres d'Essais et d'Evaluation " par l'Ingénieur Général Fayolle.
- Tome 5** " Relations Internationales " par l'Ingénieur Général Robineau.

Deuxième partie : Aspects techniques

- Tome 6** " Véhicules blindés et tactiques " par l'Ingénieur Général Bodin.
- Tome 7** " Matériel du Génie " par l'Ingénieur Général Brindeau, puis l'Ingénieur Général Mallet.
- Tome 8** " Armement de petit et moyen calibre " par l'Ingénieur Général Lesavre.
- Tome 9** " Armements de gros calibre " par l'Ingénieur Général Marest (†).
- Tome 10** " Armements antichars " par Monsieur Stauff (2002).
- Tome 11** " Armements sol-air " par l'Ingénieur Général Collet-Billon (†) puis l'Ingénieur Général Bienvenu (2002).
- Tome 12** " Détection, télécommunications, guerre électronique, systèmes informatiques " par l'Ingénieur Général Assens.
- Tome 13** " Premiers travaux sur l'arme nucléaire " par l'Ingénieur Général Bonnet.
- Tome 14** " Défense NBC " par l'Ingénieur Général Ricaud.

Cette deuxième partie comprend en outre deux ouvrages :

- un ouvrage édité à part intitulé " **Propulsion, détonation, pyrotechnie** " par l'Ingénieur Général Toche,
- un ouvrage conservé en archives relatif à " **Optique militaire** " par l'Ingénieur Général Deramond (†) puis l'Ingénieur Général Givaudon.

NOTE PRÉLIMINAIRE

Le présent fascicule ne traite, conformément aux règles adoptées par le Comité pour l'histoire de l'armement terrestre, que des systèmes d'armes antiaériens à base de missiles, développés et/ou produits pour les besoins de l'armée de Terre française.

Un panorama complet des systèmes d'armes basés à terre devrait également prendre en compte la famille Crotale. Ce système, dont les caractéristiques opérationnelles sont voisines de celles du Roland, est monté sur deux véhicules à roues. Il a été développé initialement, à partir de 1964, par Thomson, sous le nom de Cactus, pour les besoins de l'armée sud-africaine, et a ultérieurement été adopté par l'armée de l'Air française pour la défense des bases aériennes et exporté dans de nombreux pays. Une version sur châssis AMX 30 a été développée et produite pour l'armée saoudienne, sous le nom de Shahine.

L'AUTEUR

L'IGA Didier Bienvenu a travaillé pendant plus de 25 années sur les systèmes de missiles sol-air, successivement à la DEFA, au BPFA, à la DTAT, enfin à la DTEN (puis DEN, puis DME). Il a eu à gérer, à divers niveaux de responsabilité, les programmes Roland, Hawk, Crotale, Mistral, Shahine.

SOMMAIRE

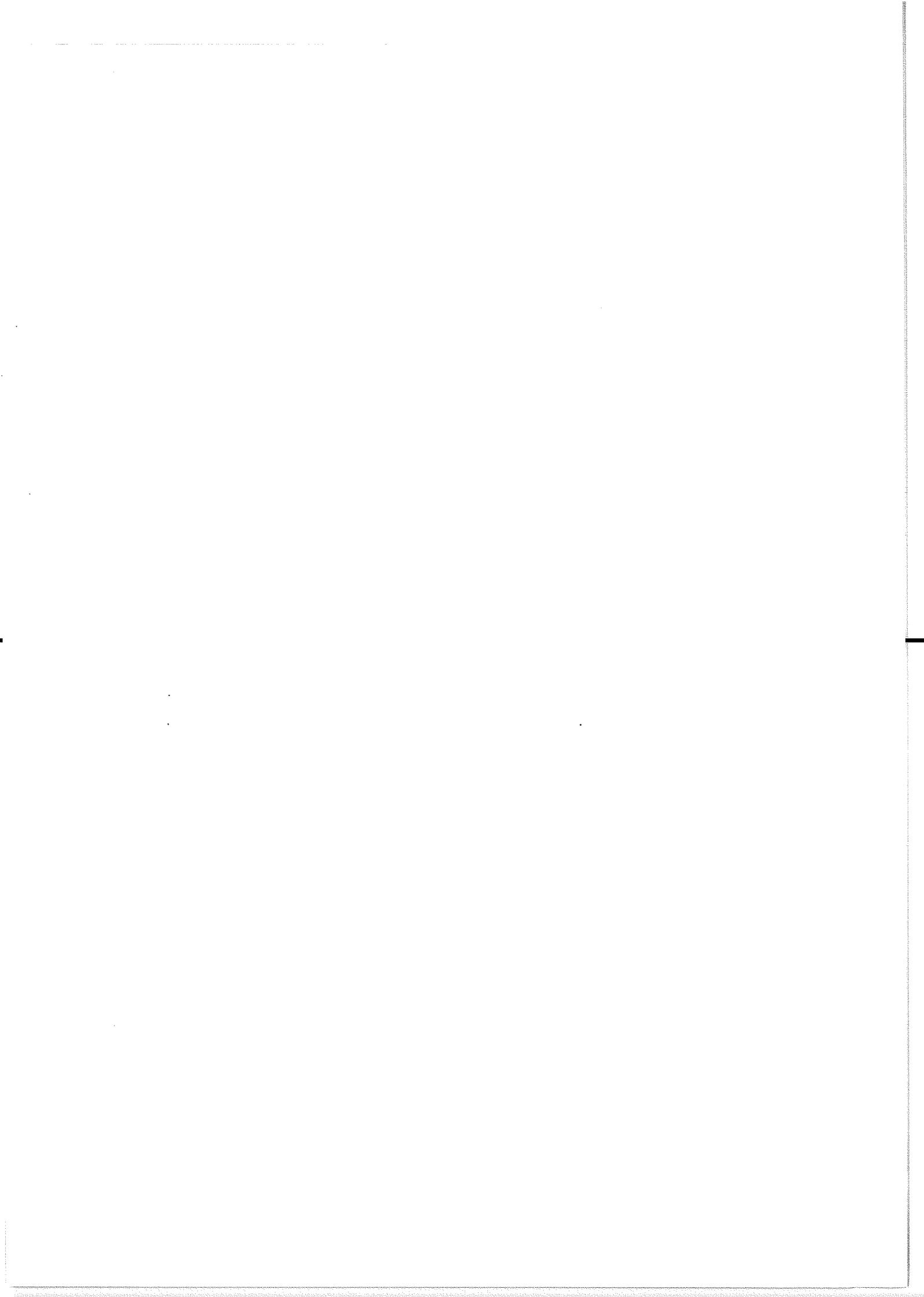
NOTE GÉNÉRALE D'INTRODUCTION	3
PLAN GÉNÉRAL D'ÉDITION DES TRAVAUX	5
LISTE DES SIGLES	8
PARCA	11
1-1. NAISSANCE DU PROGRAMME	11
1-2. ORGANISATION DE L'ÉTUDE	12
1-3. DESCRIPTION DU SYSTÈME	14
1-4. DÉROULEMENT DU PROGRAMME	17
1-5. SUITE ET FIN DU PROGRAMME	20
HAWK	23
2-1. NAISSANCE DU PROGRAMME	23
2-2. ORGANISATION GOUVERNEMENTALE DU PROGRAMME	24
2-3. ORGANISATION INDUSTRIELLE	25
2-4. DESCRIPTION DU SYSTÈME	30
2-5. RÉPARTITION DES FABRICATIONS	31
2-6. DÉROULEMENT DU PROGRAMME	32
ROLAND	37
3-1. INTRODUCTION	37
3-2. NAISSANCE DU PROGRAMME	37
3-3. DESCRIPTION DU SYSTÈME	39
3-4. DÉROULEMENT DU PROGRAMME	43
3-5. ORGANISATION INDUSTRIELLE (en régime de croisière)	46
3-6. ORGANISATION ÉTATIQUE	48
3-7. LE ROLAND, FRUIT D'UNE COOPÉRATION FRANCO-ALLEMANDE	50
3-8. L'ÉPISODE AMÉRICAIN	52
3-9. VOLUME DE L'OPÉRATION	54
3-10. CONCLUSION ET APPRÉCIATION	54

LISTE DES SIGLES

ACEC : Atelier de construction électrique de Charleroi	DTEN : Direction technique des engins
APX : Atelier de construction de Puteaux	DTI, ou DTIA : Direction technique et industrielle de l'aéronautique
ATS : Atelier de construction de Tarbes	EMA : État-major des armées
BCC : <i>Battery Control Center</i>	EMD : Électronique Marcel Dassault
BG : Bureau de gestion	EMM : État-major de la Marine
BMVg : <i>Bundesministerium der Verteidigung</i> (ministère de la Défense)	EOLE : Engin à oxygène liquide
BPFA : Bureau de programmes franco-allemands	ETBS : Établissement d'expériences techniques de Bourges
BWB : <i>Bundesamt für Wehrtechnik und Beschaffung</i>	GAG : Groupe d'artillerie guidée
CAA : Centre d'archives de l'armement et du personnel civil	GIAT : Groupement industriel des armements terrestres
CATAC : Commandement aérien tactique	GIE : Groupement d'intérêt économique
CD : Comité de direction	GTC : Groupe de travail consultatif
CEL : Centre d'essai des Landes	HASCO : <i>Hawk Assembly System Check Out</i>
CEPA : Centre d'étude des projectiles autopropulsés	HELIP : <i>Hawk European Limited Improvement Program</i>
CFTH : Compagnie française Thomson-Houston	HF : Haute fréquence
CIEES : Centre interarmées d'essais d'engins spéciaux (Colomb-Béchar)	HIP : <i>Hawk Improvement Program</i>
CNET : Centre national d'études des télécommunications	HPIR : <i>High Power Illuminating Radar</i>
COMHART : Comité pour l'histoire de l'armement terrestre	ICETA : Ingénieur en chef des études et techniques d'armement
COTAL : Conduite de tir d'artillerie légère	ICWAR : <i>Improved Continuous Wave Illuminating Radar</i>
CRG : <i>Configuration Review Group</i>	IFF : <i>Identification Friend or Foe</i> (identification ami-ennemi)
CSF : Compagnie générale de télégraphie sans fil	IGA : Ingénieur général de l'armement
CWAR : <i>Continuous Wave Acquisition Radar</i>	IGPFA : Inspection générale des programmes et fabrications d'armement
DAT : Direction des armements terrestres	IMC : Ingénieur militaire en chef
DBA : Deutsch Bendix Air équipement	ISL : Institut de Saint-Louis
DCA : Défense contre avions	JRCC : <i>Joint Roland Control Committee</i>
DCCAN : Direction centrale des constructions et armes navales	JTNGS : <i>Joint Training Subcommittee</i>
DCN : Direction des constructions navales	JTSC : <i>Joint Test Subcommittee</i>
DEFA : Direction des études et fabrications d'armement	LMT : Le matériel téléphonique
DEN : Direction des engins	LPIR : <i>Low Power Illuminating Radar</i>
DM : Décision ministérielle	LRBA : Laboratoire de recherches balistiques et aérodynamiques
DMA : Délégation ministérielle pour l'armement	MBB : Messerschmitt-Bolkow-Blohm
DP : Direction des poudres	MICOM : <i>Missile Command</i>
DTAT : Direction technique des armements terrestres	MOU : <i>Memorandum of Understanding</i>
	NA : Nord-Aviation
	NAMSA : Agence OTAN d'approvisionnement (devenue NMSS)
	ONERA : Office national d'études et de recherches aéronautiques
	ONM : Office national météorologique
	OPLOH : Organisation de production et de logistique Hawk

OPLO : Organisations de production et de logistique de l'OTAN
OTAN : Organisation du traité de l'Atlantique Nord
PAR : *Pulse Acquisition Radar*
Parasol : Projectile autopropulsé radioguidé contre sol
PARCA : Projectile autopropulsé radioguidé contre avions
PCE : Premier contractant européen
PCN : Premier contractant national
PIP : *Product Improvement Program*
RAA : Régiment d'artillerie antiaérienne
RD : Rayon directeur
ROR : *Range Only Radar*
SABA : Sol air basse altitude
SAGEM : Société d'applications générales d'électricité et de mécanique
SAM : *Surface to Air Medium Range*
SAMB : Société d'application des machines motrices
SAT : Société anonyme des télécommunications
SCCS : *Simulation Control Subcommittee*
SEFT : Section d'études et de fabrication des télécommunications

SEPR : Société d'étude de la propulsion à réaction
SETEL : Société européenne de téléguidage
SFENA : Société française d'équipements pour la navigation aérienne
SFIM : Société de fabrication d'instruments de mesure
SHAPE : *Supreme Headquarter Allied Powers in Europe*
SHORADS : *Short Range Air Defense System*
SNIAS : Société nationale industrielle aérospatiale (devenue l'Aérospatiale)
SNPE : Société nationale des poudres et explosifs
STA : Section technique de l'armée
STAé : Service technique de l'aéronautique
STRIM : Société technique de recherches en industries mécaniques
STTA : Service technique des télécommunications de l'air
TRT : Télécommunications radioélectriques et téléphoniques
WSMR : *White Sands Missile Range*



PARCA (projectile autopropulsé radioguidé contre avions)¹

1-1. NAISSANCE DU PROGRAMME

Vers la fin de la Deuxième Guerre mondiale, les Allemands mirent en oeuvre des armes nouvelles. Outre les V1 et V2, apparurent les premières fusées antiaériennes, *Rheintochter*, *Schmetterling* et *Enzian*, qui ne furent jamais parfaitement au point.

Il importait que l'armée française fût au courant de ces nouveautés et fût capable de réaliser et de servir de telles armes. Elle pouvait à cet effet utiliser les brevets allemands qui, selon un article de la convention d'Armistice, tombaient dans le domaine public.

Les études de balistique n'avaient jamais été interrompues en France, même pendant l'Occupation. Le général Dubouloz avait regroupé à Lyon un certain nombre d'experts chargés d'approfondir les théories de l'aérodynamique.

De nombreux rapports concernant le V1, le V2 et les autres fusées furent transmis à l'état-major des Armées (EMA) qui les fit parvenir à la Direction des études et fabrications d'armement (DEFA).

En 1945 la DEFA, sur l'initiative des ingénieurs généraux Balland et Norguet, créa le Centre d'étude des projectiles autopropulsés (CEPA). L'objectif était de faire le bilan des études allemandes et, en particulier, de reconstituer le V2. La direction des travaux était confiée au professeur Moureu, directeur du Laboratoire municipal de la ville de Paris, où il disposait d'un service de recherche scientifique et d'un service des explosifs. Le professeur Moureu était assisté de l'ingénieur militaire en chef (IMC) Lafargue. Quasi simultanément, dès mars 1945, la DEFA avait créé le Laboratoire de recherches balistiques et aérodynamiques (LRBA) à Vernon, en vue de rassembler sur un même site les moyens en personnel, dont une soixantaine de techniciens allemands de Peenemünde, les laboratoires et les moyens d'essai couvrant en coopération avec le CEPA l'ensemble des techniques pouvant conduire à des systèmes d'armes.

La DEFA et le CEPA élaborèrent un programme d'ensemble d'études d'engins autopropulsés, depuis l'antichar jusqu'à la très longue portée. Ils prirent rapidement conscience de ce que l'aérodynamique et le guidage étaient des sujets d'étude au moins aussi importants que la propulsion.

En octobre 1947, la décision fut prise de créer à Colomb-Béchar une base de lancement. A la même époque, l'EMA décida de concentrer les efforts sur les fusées de DCA et remit à plus tard toute étude de fusées balistiques.

La collaboration DEFA-CEPA se relâcha peu à peu, et le LRBA s'imposa comme pilote. Sous la conduite de l'IMC Girardin, il procéda à l'analyse théorique et

¹ Principaux documents utilisés dans ce chapitre : Note 10789 ST/DEFA/DA du 19 décembre 1952 : présentation du PARCA au chef d'état-major des armées par l'IGA Lafargue, adjoint au chef du Service technique de la DEFA. Note 8236 T/ST/DEFA/SDE/PE du 3 novembre 1958 : réunion du groupe de travail interdirections sol-air. Note ST/ERT d'août 1949 : réalisations dans le domaine des études. Note sur les principales études de la DEFA du 13 décembre 1949. Conférence prononcée par l'ingénieur général Salmon à l'Institut des hautes études militaires en avril 1950. Comptes rendus d'activité du Service technique de la DEFA de juin 1950, février 1952, 1953, 1954, 1955, 1956, 1957, 1958 et 1959. Notice DEFA PARCA de transition d'avril 1959. Ces sources ont été consultées au Service historique de l'armée de Terre, dans les archives du Comité pour l'histoire de l'armement terrestre (pour les comptes rendus d'avancement des études de la DEFA) ou au LRBA (documents techniques).

mathématique des problèmes et à la définition de la méthode de travail et des moyens nécessaires.

Pendant cette même année 1947 furent lancés le projet de soufflerie supersonique et la construction du laboratoire de propulsion et de guidage à Vernon, la construction de points fixes d'essai de propulseurs à poudre à Satory et la mise en place d'un service des études à l'Atelier de construction de Puteaux (APX).

L'étude proprement dite du PARCA (projectile autopropulsé radioguidé contre avions) commença au début de 1948. Cet engin avait été déclaré prioritaire par le Comité technique des programmes d'armement.

En parallèle, la DEFA étudiait une roquette de DCA à courte portée, de calibre 81 mm, à propulsion à poudre, stabilisée par autorotation grâce à des tuyères inclinées.

Il n'est pas inutile de mentionner, parmi les multiples autres études en cours à cette époque, celles qui pouvaient avoir des liens avec le PARCA en concourant à l'acquisition d'une expérience technique, notamment sur la propulsion biliquide.

Il s'agit :

- du Parasol (projectile autopropulsé radioguidé contre sol), dérivé du PARCA, destiné à l'attaque des buts terrestres à 150 km au maximum ;
- de l'engin EOLE (engin à oxygène liquide), non guidé, à propulsion à liquides (oxygène liquide et essence ou alcool), de calibre 800 mm et de masse 1600 kg, susceptible d'atteindre une portée de 1000 km en emportant 250 kg d'explosif ;
- de l'engin ONM (Office National Météorologique), réduction du précédent ;
- de l'engin Ananas, à l'acide nitrique et à l'alcool furfurylique-aniline ;
- de l'engin Véronique, engin expérimental à propulseur utilisant l'acide nitrique et le gas-oil, comme le PARCA, mais fournissant une poussée deux fois plus élevée.

1-2. ORGANISATION DE L'ÉTUDE

La responsabilité globale de l'étude est assumée par le Service technique de la DEFA.

Les services d'exécution sont :

- le LRBA pour le guidage, la propulsion et l'aérodynamique ;
- l'Établissement d'expériences techniques de Versailles-Satory pour l'utilisation des poudres dans la propulsion ;
- l'APX pour la construction des prototypes ;
- l'Établissement d'expériences techniques de Bourges (ETBS) pour les moyens d'essai et les relations avec le champ de tir du Guir ;
- la Manufacture de Levallois pour le calculateur de conduite de tir ;
- le Département scientifique du CEPA pour la thermodynamique des propergols ;
- l'Institut de Saint-Louis (ISL) pour des mesures d'aérodynamique.

En outre, des liaisons sont assurées avec divers organismes étatiques susceptibles d'apporter une contribution aux travaux :

- la Direction des Poudres (DP) ;
- le Centre national d'études des télécommunications (CNET) ;
- les Directions techniques de l'Air (DTIA, STAé) et de la Marine (DCN) ;
- l'Office national d'études et de recherches aéronautiques (ONERA).

Le recours à l'industrie privée pour l'étude et la réalisation de sous-ensembles est extrêmement limité, car les définitions évoluent sans cesse ; il ne concerne guère que les cellules photoélectriques, l'infrarouge et, en partie, l'hyperfréquence. Cela conduit à développer, dans les services d'exécution précités, la mécanique du vol, les servomécanismes et asservissements, le calculateur et le simulateur de vol, les équipements hyperfréquence et électroniques, l'aérodynamique supersonique.

L'effectif d'ingénieurs de la DEFA travaillant sur le programme est, durant cette période initiale, d'une vingtaine.

A la fin de 1949, les principales caractéristiques du programme se dessinent : il s'agit d'abattre, avec une forte probabilité, un bombardier moderne volant à 300 m/s, à l'altitude de 18 km, en l'attaquant d'une distance de l'ordre de 20 km.

L'engin doit avoir 4,5 m de long, emporter 70 kg d'explosif et peser à vide environ 500 kg. Il doit être lancé à partir d'une rampe orientable et accéléré pendant les quatre premières secondes de sa trajectoire par quatre propulseurs auxiliaires, soit à poudre, soit au nitrométhane. Le propulseur principal, biliquide, avec l'acide nitrique comme comburant, doit lui donner une vitesse d'environ 1000 m/s en fin de propulsion, la poussée totale des propulseurs étant de 8 tonnes. Il doit être guidé à partir du sol sur rayon directeur électromagnétique. Le LRBA étudie toutefois des dispositifs « autochercheurs », c'est-à-dire des autodirecteurs, infrarouges ou radar, assurant le guidage final.

A la fin de 1952, la définition du propulseur de croisière semble figée, avec le choix de l'acide nitrique comme comburant et du gas-oil comme combustible. Cependant, l'étude d'une solution alternative à poudre, plus commode d'un point de vue opérationnel, démarre à la DP.

Tous les éléments de la chaîne de guidage existent pour une portée réduite. Les tirs ont débuté en août 1950 au champ de tir du Guir à Colomb-Béchar. Au total, 51 engins ont été tirés, dont 26 dans les six campagnes de 1952 au Cardonnet, à Suippes et au Guir. Ont été essayés avec succès au tir :

- une nouvelle forme plus affinée de voilure et de gouvernes ;
- les servomoteurs de commande des gouvernes, dont un type amélioré et allégé qui apparaît comme définitif ;
- la stabilisation en roulis à partir de gouvernes et de servomoteurs étudiés à cet effet ;
- une nouvelle version, plus ramassée et plus stable, de l'émetteur de bord pour la goniométrie de l'engin.

Les éléments du propulseur de croisière et d'une nouvelle version allégée des propulseurs auxiliaires ont été essayés au point fixe avec des résultats satisfaisants, sous réserve de mises au point.

Les tirs ont été mis à profit pour l'étude, à partir des mesures, de l'aérodynamique, des petits mouvements, de la séparation des propulseurs auxiliaires, du récepteur goniométrique au sol, de l'appareil d'élaboration des écarts et de la télécommande. Ils ont montré notamment une mise au point satisfaisante des dispositifs de mesure, méthodes de restitution de trajectoires par cinéthéodolites, enregistrement de bord, équipement de télémesure à 25 canaux.

Au CNET a été lancée l'étude d'un répondeur hyperfréquence de bord, appelé à remplacer l'émetteur utilisé jusque là. L'étude de la goniométrie simultanée de l'engin et de la cible se poursuit en laboratoire. Les études de base d'autodirecteurs ont abouti à plusieurs réalisations en laboratoire, dont l'une, semi-active électromagnétique fonctionnant sur une longueur d'onde de 3 cm, fut ensuite utilisée avec un illuminateur commandé à la société Thomson.

1-3. DESCRIPTION DU SYSTÈME

Le système décrit ci-dessous correspond à la définition de 1959, dite PARCA de transition. Comme on va le voir, il s'agit de la dernière version qui a eu une existence réelle avant l'arrêt définitif du programme.

Principes généraux

Un poste de guidage au sol envoie des ordres radioélectriques à l'engin en vue de le maintenir sur l'alignement poste au sol-cible.

L'engin est du type canard (gouvernes aérodynamiques à l'avant).

La voilure est cruciforme, la cellule de révolution.

La propulsion est entièrement à poudre.

Les principales performances sont les suivantes :

- vitesse maximale : Mach 1,8 ;
- portée utile : 14 km ;
- portée balistique : 25 km ;
- altitude utile : 12 km ;
- altitude balistique : 15 km ;
- durée de vol propulsé : 21 s ;
- durée de vol utile : 25 s.

Acquisition

Un radar d'acquisition, commun à plusieurs batteries de tir, transmet les informations utiles concernant le ou les objectifs au poste de commandement de batterie, installé dans l'ensemble du poste de guidage au sol. Celui-ci donne alors à un radar de conduite de tir COTAL l'ordre de poursuite de l'objectif choisi. Quand le COTAL a acquis l'objectif, il le suit en poursuite automatique.

Le COTAL en poursuite automatique délivre de façon continue les coordonnées de l'avion à un calculateur, qui oriente en site et en gisement la rampe de lancement et un goniomètre auxiliaire G1.

Simultanément, un goniomètre G2 suit l'objectif, définissant ainsi en permanence le rayon directeur. La poursuite de l'objectif par G2 est soit optique, soit automatique télécommandée à partir du COTAL et du calculateur.

Lancement

Deux secondes avant l'instant choisi pour le tir par le commandant de batterie, la rampe et l'aérien G1 sont immobilisés. A l'instant zéro, l'engin est lancé de sa rampe ; ses quatre propulseurs de départ à poudre lui donnent une vitesse supersonique permettant son guidage. A la quatrième seconde du vol, ces propulseurs sont largués et le propulseur de croisière, également à poudre, assure pendant 18 secondes la propulsion de l'engin.

Guidage

Pendant tout son vol, le PARCA est stabilisé en roulis. Jusqu'à la cinquième seconde, l'engin est en vol balistique. A cet instant, il est pris en charge par l'aérien G1, dont le rôle est de l'amener avant la onzième seconde sur le rayon directeur défini par G2. Ensuite, l'engin est asservi au rayon directeur.

Quand il passe au voisinage de l'objectif, un dispositif radioélectrique de double télémétrie, incorporé dans le radar COTAL, permet la commande automatique de l'explosion de la charge.

Pendant tout son guidage, l'engin est localisé par rapport à l'axe radioélectrique du G1, en phase de raccordement, ou du G2, en phase d'alignement, par la réception au sol d'une onde HF continue en provenance de l'émetteur de bord de l'engin.

Le récepteur HF du poste de guidage au sol délivre un signal basse fréquence qui contient les informations suivantes :

- écart engin-rayon directeur ;
- position en roulis de l'engin.

Ces informations sont restituées dans l'élaborateur, qui élabore les ordres de repointage de l'engin. Ces derniers sont transmis sur porteuse à 175 MHz par un émetteur de télécommande.

A bord de l'engin, le récepteur de télécommande détecte les ordres reçus et délivre les tensions de commande convenables aux servomoteurs hydrauliques qui actionnent les gouvernes aérodynamiques.

Organisation d'une batterie

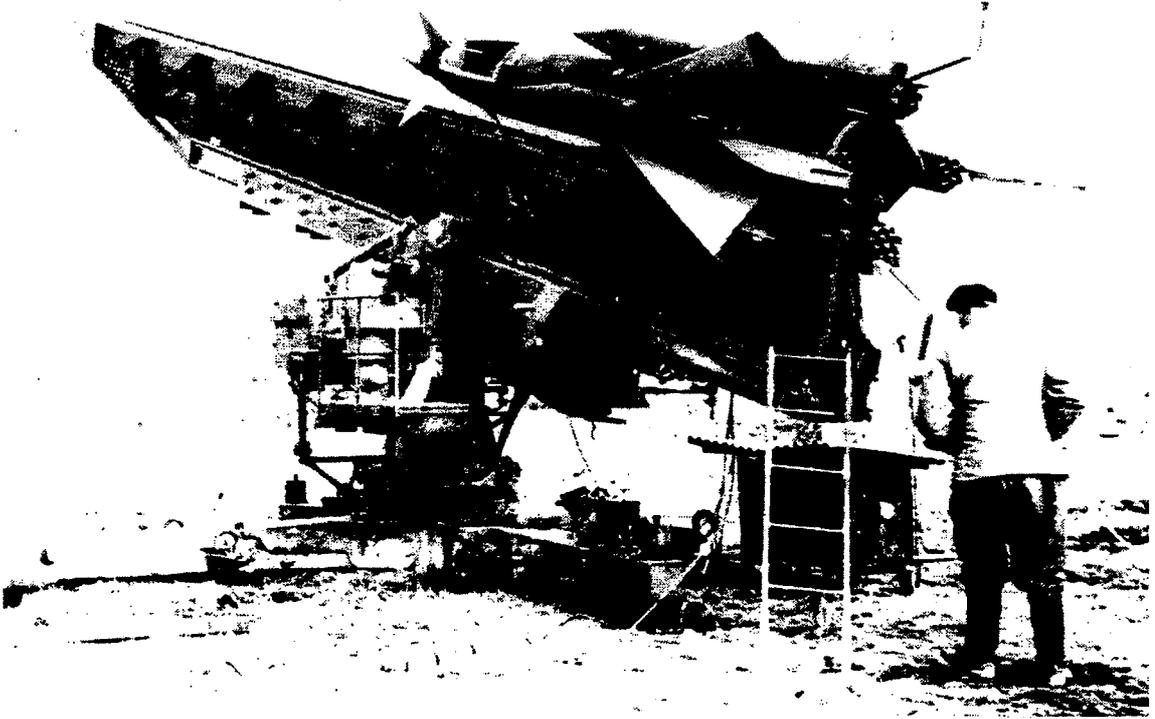
Dans une zone aménagée et d'accès aisé se trouve l'atelier de montage et de contrôle des engins.

Ces derniers, reçus en caisse, sont assemblés et contrôlés par le personnel de la section « engins » de la batterie, qui dispose des matériels de servitude nécessaires : bâtis d'assemblage, baies de contrôle, sources d'énergie électrique, hydraulique et pneumatique.

Les engins prêts pour le tir sont acheminés sur la base de lancement où est installé le poste de guidage au sol, servi par le personnel de la section guidage de la batterie.

Le poste de guidage regroupe un ensemble de matériels comprenant :

- le radar de conduite de tir COTAL ;
- l'aérien G2 monté sur tourelle ;
- l'antenne de l'émetteur de télécommande, sur tourelle ;
- trois semi-remorques d'exploitation, dans lesquels on trouve notamment :
 - semi-remorque 1 : l'aérien G1 et le récepteur hyperfréquence,
 - semi-remorque 2 : l'élaborateur, l'émetteur de télécommande, le pupitre de contrôle avant tir de l'engin sur rampe et du poste de guidage,
 - semi-remorque 3 : le calculateur de pointage des rampes, du G1 et du G2 ; le pupitre du commandant de batterie, assurant les liaisons avec le radar d'acquisition, le COTAL, ainsi qu'avec les rampes pour la mise à feu des engins ; quatre rampes télécommandées en site et gisement ; les groupes électrogènes.



Caractéristiques de l'engin

- longueur : 4,59 m ;
- envergure : 1,70 m ;
- calibre : 0,45m ;
- masse :
 - avec les accélérateurs : 1 000 kg,
 - après largage des accélérateurs : 550 kg ;
- facteur de charge admissible : 15 g ;
- propulsion :
 - auxiliaire : quatre propulseurs identiques chargés de 61 kg de poudre Épictète chacun, réunis par une couronne de poussée et reliés par un tube d'intercommunication pour égaliser les pressions ; leur poussée totale est de 12 tonnes,
 - principale : un propulseur chargé de 180 kg de poudre Épictète coulée, en deux blocs cylindriques identiques ; sa poussée est de 2 tonnes ;
- charge explosive : 78 kg, dont 38 kg d'explosif tolite ; il existe une charge fumigène d'instruction ;
- alimentation hydraulique de braquage des gouvernes et ailerons :
 - source d'énergie : air comprimé à 135 kg/cm²,
 - fluide d'utilisation : gas-oil à 27 kg/cm² ;
- alimentation électrique :
 - accumulateurs zinc-argent (2 kg),
 - groupe convertisseur, composé d'un moteur, d'un alternateur, d'un transformateur et de redresseurs ;
- gyromètres : trois, selon les trois axes.

1-4. DÉROULEMENT DU PROGRAMME

En 1953, l'étude se poursuit normalement. Au cours de cette année, 37 engins sont tirés, à Quiberon, au Larzac et à Colomb-Béchar. Les accélérateurs de démarrage à poudre fonctionnent sans incident à tous les lancements.

La propulsion de croisière à liquide a permis d'atteindre les performances recherchées en durée et en vitesse finale. Par ailleurs, les essais au point fixe d'un propulseur de croisière à poudre se sont révélés très encourageants. Au point de vue du guidage, des engins ont été guidés et maintenus à moins de 10 m d'un rayon directeur fixe sur des distances de l'ordre de 7 km.

Des appareils nouveaux ont fait leurs preuves sur le champ de tir : répondeur de bord hyperfréquence étudié par le CNET, tourelle à pointage automatique. D'autres sont à l'étude, en particulier une rampe télécommandée et un système de largage par fils du type utilisé par la fusée Véronique.

L'ensemble des tirs est suivi à l'aide de dispositifs de mesure (cinéthéodolites, enregistreurs de bord, télémessure), dont la mise en oeuvre se révèle de plus en plus sûre.

Les études de base se développent en connexion avec les enseignements tirés des essais.

La soufflerie du LRBA étudie des formes aérodynamiques améliorées. Le simulateur de vol général, qui a pour objet d'évaluer l'intérêt des améliorations envisagées, tant dans les caractéristiques de l'engin que dans les méthodes de guidage, est en cours de mise au point pour les parties déjà livrées.

L'autodirecteur fait l'objet d'essais dynamiques sur son simulateur spécial.

D'autres études portent sur des problèmes technologiques : protection contre les vibrations, effets de l'altitude, corrosion des réservoirs, télécommande de mise à feu.

En 1954, une décision importante pour l'avenir du programme est prise en accord entre la DEFA et l'état-major des armées. Il s'agit, tout en poursuivant le développement d'un système répondant au programme initial, dénommé « PARCA programme », de passer à la réalisation d'un matériel de transition, dit « PARCA de transition », de performances modestes, mais réalisé dans une version opérationnelle livrée à l'armée de Terre pour ses besoins de formation et d'entraînement.

Les campagnes d'essai de 1954 portent sur 30 engins, tirés pour la plupart au Centre interarmées d'essais d'engins spéciaux (CIEES) à Colomb-Béchar. De plus, 6 faux engins ont été lancés pour des essais de rampe et de propulseurs auxiliaires.

Après des essais au point fixe satisfaisants, une maquette de propulseur de croisière à poudre à durée complète a atteint la vitesse de 1100 m/s. De son côté, la propulsion liquide a fait l'objet d'essais à grande durée de fonctionnement.

La mise en oeuvre simultanée sur le terrain des constituants essentiels de la chaîne de guidage a permis de confirmer les qualités évolutives de l'engin, particulièrement pendant la phase critique de prise en charge et de raccordement : l'alignement sur le but s'obtient avant que l'engin n'ait parcouru 4,5 km. Le PARCA à propulsion liquide a été guidé jusqu'à la vitesse de 600 m/s.

A partir de 1955, il semble que les efforts se concentrent essentiellement sur le PARCA de transition. L'année 1955 voit la réalisation de 67 tirs au CIEES, destinés à la mise au point des appareils de guidage. Le premier prototype de rampe télécommandée a subi l'épreuve du tir et répond, après mise au point des mécanismes, au programme de vitesses angulaires.

Quelques études sont néanmoins poursuivies au profit du PARCA programme :

- études d'autodirecteurs : la réalisation de quelques exemplaires d'autodirecteurs en 3 cm de longueur d'onde avec un diamètre d'antenne de 11 cm est confiée à la Compagnie française Thomson-Houston (CFTH). L'étude d'un autodirecteur monopulse de 50 cm de diamètre d'antenne est lancée auprès de la CSF ;
- allègement de la rampe ;
- amélioration de l'efficacité de la charge.

L'ensemble de l'expérimentation confirme la validité du PARCA de transition dans la zone d'action choisie. En conséquence, la fabrication en présérie de l'engin et du matériel de contrôle militaire correspondant est lancée.

Une première chaîne de guidage, copie par l'industrie de la chaîne existante, c'est-à-dire avec un aérien G2 piloté optiquement, est commandée à la CFTH. Il est prévu de commander en 1956 une deuxième chaîne avec poursuite électromagnétique du but par G2.

L'année 1956 est marquée par la définition et le lancement en fabrication de l'ensemble de guidage au sol. Les résultats obtenus dans l'année souffrent de la gêne rencontrée dans plusieurs domaines :

- les possibilités de tir en Afrique du Nord se révèlent insuffisantes pour l'ensemble des directions techniques, du fait de la pénurie de personnels qualifiés et stables au CIEES et de sa pauvreté en crédits d'équipement ;
- les difficultés de transport de et vers la métropole sont aggravées par les événements internationaux et l'agitation en Afrique du Nord ;
- la crise de personnel, qui ne fait que s'accroître, ne permet plus que difficilement à la DEFA d'assurer les missions obligatoires (contrôle, surveillance et essais), et de sous-traiter à l'industrie les études et fabrications de prototypes, qu'il est indispensable de suivre à l'aide d'équipes étoffées de techniciens confirmés ;
- les fabrications dans l'industrie ont subi des retards, du fait du rappel de jeunes techniciens en Afrique du Nord.

Néanmoins, 67 tirs ont été réalisés, comme en 1955. Ces essais ont confirmé les performances en guidage, soit des écarts de 6 à 11 m en alignement sur avion.

Par ailleurs, par décision ministérielle 4397 DN/CAB/ARM/S du 13 juillet 1956, une nouvelle étude d'un système de DCA (dénommé ACAM) à base de missiles de portée moyenne, destiné à remplacer le canon antiaérien de 90 mm, est lancée, pratiquement en totalité dans l'industrie, sur le programme suivant :

- la cible est l'avion volant à une altitude comprise entre 2 et 10 km, à une vitesse de 400 m/s, évoluant avec un facteur de charge de 4 g ;
- le missile a une portée de 12 km, il est propulsé par un propulseur à poudre comportant un accélérateur non largable, il a une masse au départ de 480 kg et emporte une charge de 35 kg, il est piloté par gouvernes de jet ;
- le tir de deux ou trois missiles sur le même but doit être possible ;
- la loi de guidage est l'alignement.

L'étude du missile est confiée à Nord-Aviation et celle du radar à CFTH, par transformation d'un radar existant.

En parallèle, l'étude préliminaire d'un missile de courte portée (5 à 6 km), dénommé ACAR, est lancée auprès de la société ECA. Ce missile doit comporter un autodirecteur, infrarouge ou électromagnétique, fixé sur le projectile, une tête stabilisée en roulis, un corps à six ailes en autorotation et un propulseur à poudre à deux étages incorporés. L'étude de l'autodirecteur relève de la DTI. Ce programme est arrêté dès 1957, par la DM 409 DN/CAB/ARM du 6 septembre 1957.

La première chaîne de guidage du PARCA de transition et les premiers exemplaires de l'engin sont remis à la STA en 1957. En 1958 se développe une intense agitation à propos de l'éventuelle adoption du Hawk. En conséquence, la décision 511 MA/CAB/ARM du 5 août 1958 met un terme à la réalisation du PARCA programme. La poursuite de l'étude de l'ACAM est provisoirement autorisée, étant entendu qu'elle doit être arrêtée si une décision est prise en faveur du Hawk.

La décision 509 MA/CAB/ARM du 4 août 1958, relative aux responsabilités des directions techniques en matière d'études et de production d'engins, confie à la DEFA la charge des engins sol-air. A cette occasion, une réunion du groupe de travail interdirections sol-air est organisée à la DEFA, le 17 octobre 1958. Le groupe comprend, outre la DEFA, l'EMA/Air, la DTIA, l'EMM, la DCCAN, l'IGPFA² et

² Inspection générale des programmes et fabrications d'armement, organisme rattaché au ministre et disparu lors de la création de la Délégation ministérielle pour l'armement.

MA/CAB/ARM³. Au cours de cette réunion, la DEFA fait le point de l'avancement du PARCA et de l'ACAM, et la DTIA recense les études engagées par ses soins, à savoir l'engin Sud-Aviation SE 4300 abandonné en 1957, le Matra R 422 et deux programmes d'engins propulsés par statoréacteur, le Sud-Aviation SE 4400 et le Matra R 431, ces trois derniers étant également arrêtés par la décision du 4 août 1958.

1-5. SUITE ET FIN DU PROGRAMME

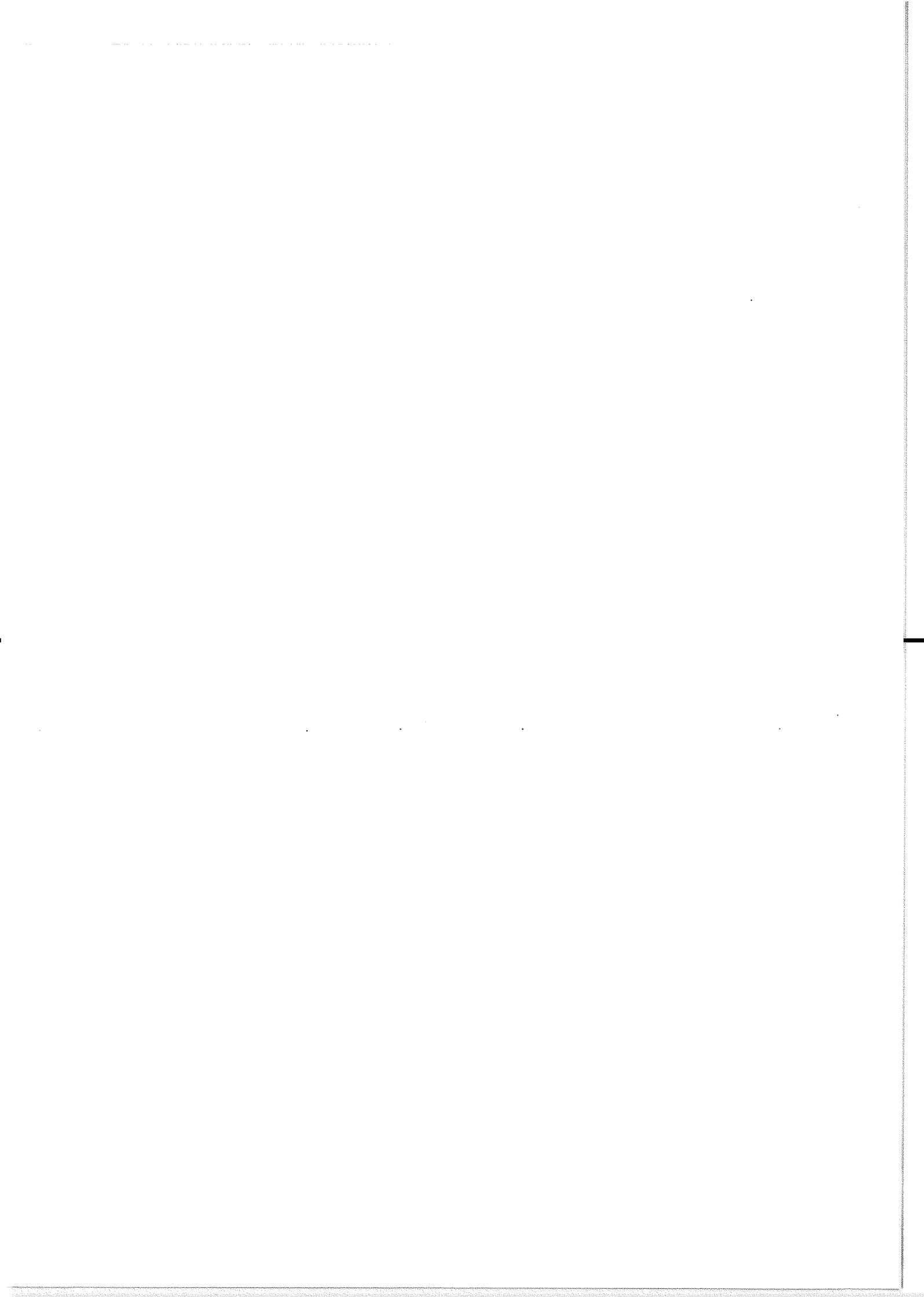
La décision d'arrêt du PARCA programme maintient en vie le PARCA de transition, avec sa finalité d'entraînement et d'instruction. L'activité de la DEFA se ralentit cependant à partir de 1959, pour se recentrer sur le Hawk.

Par note EMA/3/ET du 14 janvier 1959, une réorganisation du 10^e RAA de Vannes est décidée, pour créer au deuxième trimestre 1959 une batterie de manoeuvre PARCA pour l'école de Nîmes. La chaîne de guidage est livrée à Nîmes en octobre 1959. Il reste 50 missiles pour les écoles à feu. Les dernières écoles à feu dont on retrouve la trace ont lieu du 29 mai au 18 juin 1961 à Biscarosse Naouas.

L'ACAM, de son côté, est définitivement arrêté en juin 1959.

Si ni le PARCA ni l'ACAM, pas plus que les sol-air étudiés pour le compte de la DTIA, n'ont abouti à des matériels opérationnels, ils ont néanmoins contribué largement à reconstituer le tissu scientifique et technique qui a permis les développements ultérieurs.

³ Structure chargée de l'armement au cabinet du ministre des Armées.





Hawk⁴

2-1. NAISSANCE DU PROGRAMME

Les études consacrées au Hawk ont été entreprises en mars 1953 par la société américaine Raytheon Company, sur demande de l'*US Army Ordnance Corps*. Les travaux de développement ont commencé environ un an plus tard sous la direction technique de l'*Army Rocket and Guided Missile Agency*. Le premier tir est réalisé à *White Sands Missile Range* en juin 1955. Le premier bataillon américain est constitué en août 1960. Les deux sous-contractants principaux de Raytheon sont Northrop Corporation et Aerojet General Corporation.

C'est en 1958 que les États-Unis proposent aux pays européens de l'OTAN de fabriquer ce système sous licence en Europe pour l'équipement de leurs forces. Le détail des négociations qui prennent place en 1958 entre les États-Unis, d'une part, la France, la RFA et l'Italie, rejoints ultérieurement par la Belgique et les Pays-Bas, d'autre part, est relaté dans le chapitre 3 du document *Relations internationales* du Comité pour l'histoire de l'Armement terrestre : on n'y reviendra pas ici.

En décembre 1958 se réunit une conférence industrielle, organisée en exécution d'un mandat donné par le groupe de travail Hawk de l'OTAN à cinq firmes appartenant à chacun des cinq pays et désignées nominativement par les délégations nationales. Cette conférence se conclut par une proposition contenue dans le document HK 42, qui constitue en quelque sorte la charte du Hawk pour l'Europe. Ce document initial propose une organisation comprenant :

- un premier contractant européen (PCE), la Société européenne de téléguidage (SETEL), société de droit français, établie à Paris, mais dont les actionnaires doivent être les cinq firmes jouant le rôle de premier contractant national ;
- une firme chargée, par mandat rémunéré du PCE, de la direction technique centrale et de la coordination de la production, le futur « Mandat » ;
- cinq premiers contractants nationaux (PCN).

Ce document fixe également une répartition des fabrications fondée sur les informations disponibles à l'époque quant aux intentions de commandes des gouvernements.

Les propositions de ce document sont rapidement entérinées par le groupe de travail de l'OTAN et par les gouvernements intéressés, et, le 5 juin 1959, le Secrétaire général adjoint pour la production, la logistique et l'infrastructure propose la mise sur pied de l'Organisation de production de l'engin Hawk, organisme destiné à être l'interlocuteur de la SETEL.

⁴ Ce fascicule fait de larges emprunts au tome III du dossier d'étude *Analyse de quelques opérations d'armement conduites à l'échelle internationale* d'avril 1965, du Centre des hautes études de l'armement, et à la remarquable thèse de doctorat d'histoire militaire et d'études de défense de Pierre AUGUSTIN, *Essai sur l'artillerie contre-aérienne française et la guerre aéroterrestre des origines à nos jours*, dir. André MARTEL, Université Paul-Valéry, Montpellier-III, 1991.

2-2. ORGANISATION GOUVERNEMENTALE DU PROGRAMME

Le 11 juin 1959, le Conseil de l'Atlantique Nord, après avoir pris connaissance des engagements souscrits par les représentants des cinq gouvernements intéressés, approuve la création de l'Organisation de production de l'engin Hawk, qui constitue une agence, organisme subsidiaire autonome de l'OTAN.

En fait, le statut des agences de l'OTAN n'a été clairement défini que par le Conseil de l'Atlantique Nord de mai 1962, qui a adopté le *Règlement des organisations de production et de logistique de l'OTAN (OPLO)*, dont le statut de l'organisation Hawk constituait une préfiguration.

Le mode de gestion de l'organisation Hawk est décrit en détail dans l'étude annexée au document de travail OTAN AC/74-WP/19 du 12 décembre 1963. Nous n'en rappelons ici que les caractéristiques essentielles.

L'organisation comprend essentiellement un Comité de direction (CD) et un Bureau de gestion (BG), qui est l'exécutif du comité.

Le Comité de direction comprend :

- un représentant de chacun des cinq pays européens intéressés, parmi lesquels un président est choisi annuellement ;
- un représentant spécial des Etats-Unis, ayant voix prépondérante pour certaines questions ;
- un observateur du Secrétariat général de l'OTAN.

Le CD se réunit tous les deux mois environ. Sa fonction est de fixer la politique générale et de prendre les décisions essentielles au cours de la réalisation du programme. En particulier :

- il fixe les modalités de financement ;
- il approuve les principaux contrats et agréé les principaux sous-contractants présentés par les PCN ;
- il approuve la répartition du travail et des responsabilités sur le plan industriel ;
- il décide des éventuelles modifications majeures du système.

Le CD est assisté dans sa mission par des comités *ad hoc*, en particulier :

- le comité du budget ;
- le groupe des enquêteurs, composé de représentants des différents pays et compétent en matière juridique, fiscale et administrative ; il coordonne l'action des services nationaux de contrôle des marchés et en vérifie éventuellement les résultats par des enquêtes complémentaires.

Le Bureau de gestion est l'organe exécutif du CD. Il comprend le Directeur général, le Directeur général délégué et le personnel d'exécution. Tous sont issus des pays participants et bénéficient du statut de fonctionnaire de l'OTAN.

Le BG est chargé de la mise en oeuvre des décisions du CD et de l'application de la politique générale. Cette fonction comprend entre autres :

- la préparation des plans d'organisation et d'exploitation ;
- la préparation des projets de budgets et des rapports financiers à l'intention du CD ;
- la préparation des rapports annuels ;
- la négociation des marchés ;
- le secrétariat du CD.

Un Bureau de liaison américain assure la liaison entre le BG et les forces armées américaines.

L'exécution et la gestion du budget sont contrôlées par un Contrôleur financier désigné par le CD.

Les rapports financiers annuels sont soumis par le Directeur général du BG à l'examen du Collège international des commissaires aux comptes de l'OTAN. Le rapport des commissaires aux comptes est transmis au CD qui le transmet lui-même, après approbation, au Conseil de l'Atlantique Nord.

Pour des raisons financières, budgétaires et politiques, les États participants ont insisté pour qu'il y ait des contrats distincts entre chacun d'eux et la SETEL. Les textes des cinq contrats sont, à peu d'exceptions près, identiques et constituent un ensemble. Ils sont entrés en vigueur à la date de signature la plus tardive.

2-3. ORGANISATION INDUSTRIELLE

L'organisation industrielle a été étudiée par la conférence industrielle réunie en décembre 1958 et janvier 1959 à l'initiative du groupe de travail OTAN sur le projet Hawk.

Plusieurs solutions juridiques ont été envisagées, dont trois ont été particulièrement étudiées :

- le premier contractant serait une firme nationale, qui associerait à son travail les autres firmes ;
- le premier contractant serait une association de fait, inspirée de la législation allemande sur les *Arbeitsgemeinschaften* ;
- le premier contractant serait constitué par une société *ad hoc* créée dans le cadre du droit commun d'un des pays participants, mais avec la participation des firmes nationales menantes dans chaque pays.

La première solution était apparemment la plus simple, mais la complexité et l'importance du projet la rendaient difficilement acceptable pour diverses raisons :

- des gouvernements auraient quelques difficultés réglementaires à traiter avec une firme étrangère comme premier contractant européen ;
- la concurrence et la méfiance entre les firmes, qui souhaitaient toutes retirer de ce projet d'importants bénéfices techniques et technologiques, rendaient difficile l'acceptation directe d'un rôle de pilote confié à l'une d'entre elles. Une telle solution ne garantissait pas, à leurs yeux, une diffusion satisfaisante des informations ;
- l'importance du projet, rapportée à l'assise financière des firmes, empêchait la plupart d'entre elles d'en accepter la responsabilité d'ensemble.

La deuxième solution a été rejetée, car elle était assez mal adaptée au cas du système Hawk, où l'intégration de la production serait très poussée et où la répartition des responsabilités ne pouvait pas être clairement définie au départ.

On retint donc la troisième solution : un premier contractant européen (PCE), société créée pour la circonstance entre les différents associés, assistée dans sa tâche technique par une société mandatée, et qui traiterait ensuite dans chaque pays avec un premier contractant national (PCN).

Le premier contractant européen fut la SETEL, créée le 6 mai 1959 sous forme de SARL de droit français, dont le siège social était à Paris. Le capital initial de 1 million de francs était réparti également entre les cinq partenaires, étant entendu que la répartition se ferait ultérieurement en fonction de celle des fabrications entre les différents pays. Le capital fut porté à 2,2 millions de francs en 1963.

Les cinq partenaires sont :

- Telefunken GmbH, pour l'Allemagne ;
- les Ateliers de construction électrique de Charleroi, pour la Belgique ;
- la Compagnie française Thomson-Houston (CFTH), pour la France ;
- la société Finmeccanica, pour l'Italie ;
- la société NV Philips, pour les Pays-Bas.

La société est administrée par un gérant nommé par les associés. Le gérant doit appliquer les décisions prises, à l'unanimité, par un Conseil de direction, qui comprend un membre par associé, parmi lesquels est choisi un président.

La SETEL, titulaire des contrats avec les cinq gouvernements, après approbation par le Comité de direction de l'OTAN, constitue leur unique interlocuteur.

Elle doit coordonner la réalisation de l'ensemble du programme par les cinq PCN, assurer la liaison avec les firmes et les autorités américaines qui concèdent les licences et fournissent certains équipements, répartir les fabrications en accord avec les gouvernements, régler les litiges, proposer les modifications, etc.

Pour des raisons particulières, deux contrats ont été passés directement par la SETEL, sans l'intermédiaire des PCN, pour la charge propulsive du missile : l'un avec le Service des poudres en France, l'autre avec la société germano-italienne Aerochemie.

L'ampleur de la tâche à assumer nécessitait des moyens importants. Il fut donc convenu que la SETEL serait assistée par une firme mandatée, rémunérée pour ce service, qui jouerait le rôle d'une Direction technique centrale de programme. La CFTH fut choisie pour ce mandat et constitua à cette fin un département, entièrement distinct de celui qui assurait le rôle de PCN, qui a employé jusqu'à 525 personnes, dont la moitié d'ingénieurs. Les autres associés furent invités à participer à l'organisation du Mandat en détachant des ingénieurs auprès de la CFTH, mais très peu d'ingénieurs étrangers lui furent en réalité affectés.

Les tâches du Mandat étaient les suivantes :

- établir, en liaison avec les PCN, le dossier du matériel à reproduire en Europe, en partant des documents américains confrontés aux approvisionnements livrés en kits et en analysant les modifications en cours d'application aux Etats-Unis ;
- élaborer les procédures de modification applicables en Europe pour permettre l'emploi de matières premières, de pièces détachées ou de procédés de fabrication européens, tout en conservant aux matériels, malgré leur diversité d'origines, les interchangeabilités prescrites par le BG ;
- constituer, avec les éléments fournis par les PCN, le dossier européen, en fonction des directives données par le BG pour chaque tranche technique ;
- analyser, en coopération avec les PCN, les équipements de référence en vue de la mise au point des spécifications d'essais et des conditions de recette ;
- définir les frontières techniques entre les produits des différents PCN ;
- étudier les opérations d'assemblage et les essais de recette technique définitive ;
- préparer les programmes d'essais en vol ;
- élaborer les spécifications de rédaction des manuels techniques et des listes d'articles d'approvisionnement ;
- coordonner les études et enquêtes sur les défauts reconnus en cours de production et évaluer les remèdes proposés.

Outre ces tâches de définition et de coordination, le Mandat était chargé, dans le cadre de services centraux communs, avec la participation des PCN, des tâches d'exécution suivantes :

- traitement mécanographique de la documentation d'ensemble du système ;
- après rassemblement des éléments constitutifs de chaque batterie, vérification de fonctionnement de l'ensemble par des essais d'acquisition d'objectifs à site bas ;
- exploitation et maintenance des batteries utilisées pour les essais en vol, analyse et dépouillement des tirs ;
- établissement de la documentation technique d'emploi ;
- constitution des kits de modification ;
- établissement par mécanographie des listes de pièces de rechange pour les différents échelons de maintenance.

Les PCN sont chargés des programmes industriels, pour lesquels ils peuvent sous-traiter à d'autres entreprises de leur pays. Ils doivent coordonner l'ensemble des activités sur le plan géographique et sont responsables devant la SETEL de la fourniture des matériels pour lesquels ils ont contracté.

Le nombre des sous-traitants principaux a été très variable d'un pays à l'autre :

- | | |
|------------|--------------------------------|
| - RFA | 25 |
| - Belgique | 7 |
| - France | 12 |
| - Italie | 12 |
| - Pays-Bas | 4 (dont 2 filiales de Philips) |

Pour la France, on note, outre le rôle du Service des poudres, déjà mentionné, la participation de l'Atelier de construction de Tarbes (ATS) de la DEFA, chargé de la fabrication de certains éléments et du montage des rampes de lancement.

Organisation OTAN de production Hawk
Organigramme novembre 1963

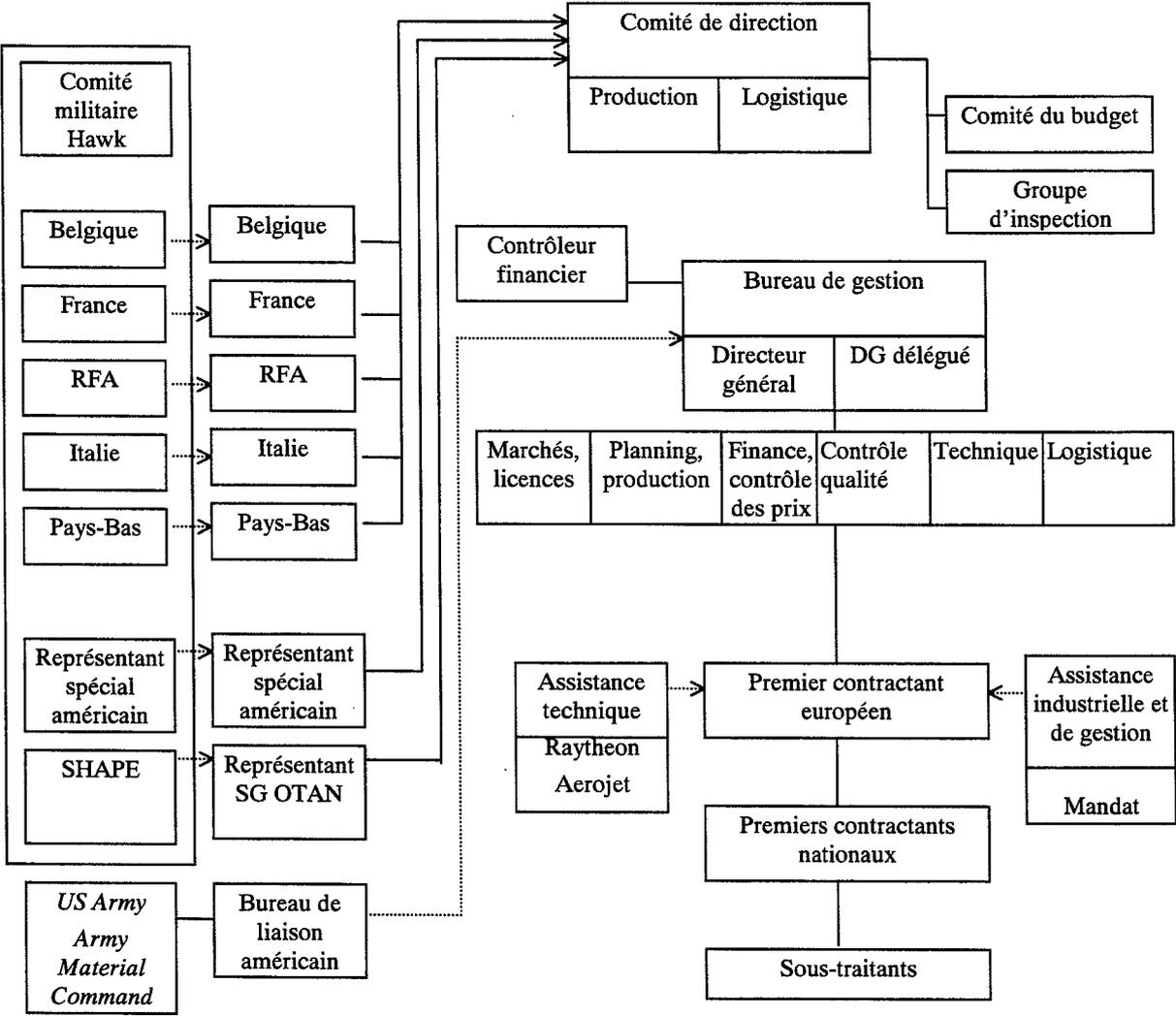


Figure 1
 (les pointillés représentent des liaisons non hiérarchiques)

Schéma d'articulation des marchés Hawk

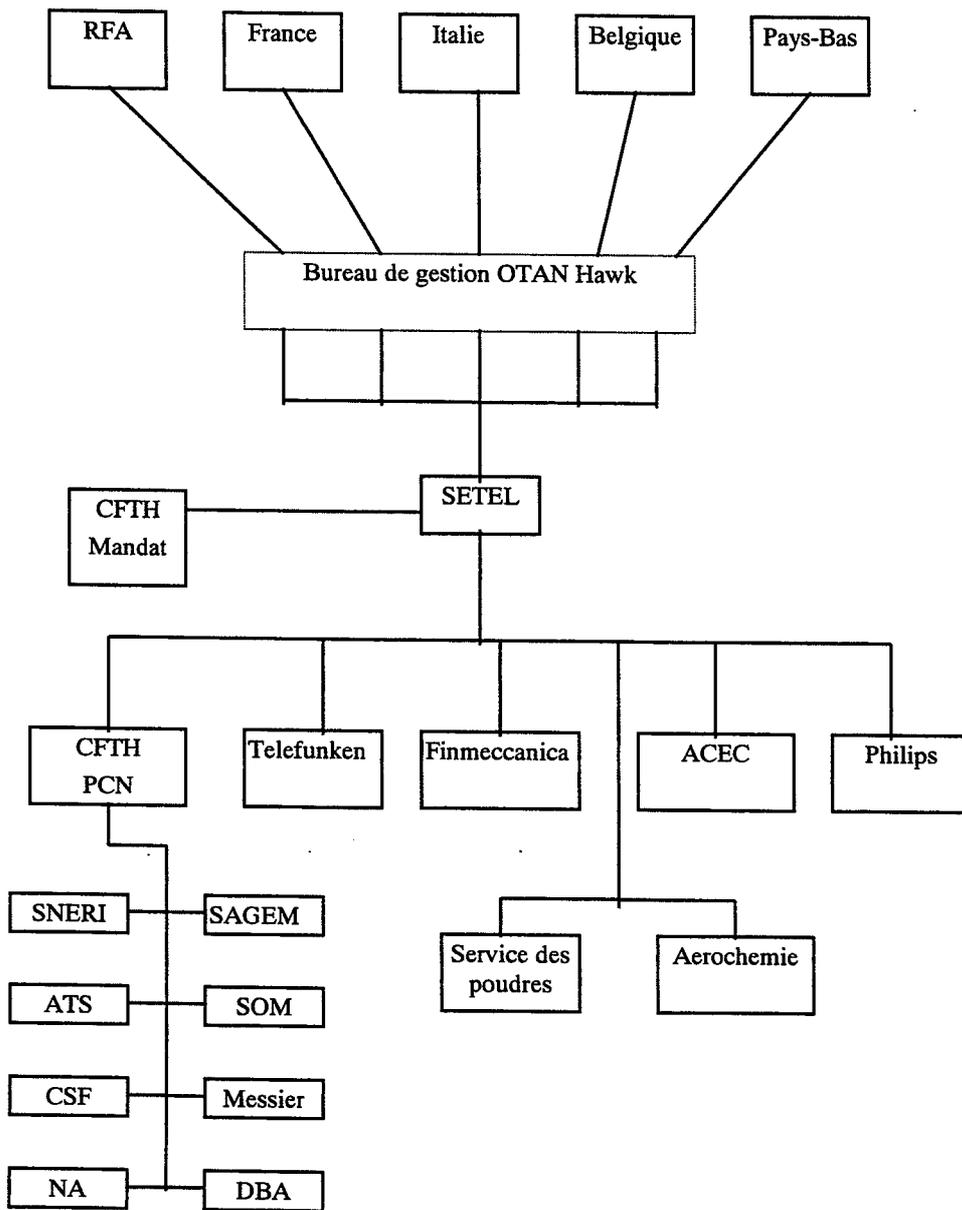


Figure 2

2-4. DESCRIPTION DU SYSTÈME

Les principaux éléments d'une batterie Hawk sont :

- le poste de commandement, abri aménagé et climatisé facilement transportable, connu sous sa dénomination américaine de *Battery Control Center* (BCC) ;
- un radar d'acquisition à impulsion – *Pulse Acquisition Radar* (PAR) –, fournissant la détection à grande distance des cibles de grande surface équivalente radar et volant à altitude élevée ;
- un radar d'acquisition à ondes entretenues – *Continuous Wave Acquisition Radar* (CWAR) –, assurant la détection des cibles volant à basse altitude et fournissant, par effet Doppler, la vitesse radiale de l'objectif ;
- un interrogateur IFF ;
- un radar spécial de télémessure opérant sur une autre fréquence – *Range Only Radar* (ROR) –, permettant dans certains cas d'intervenir en ambiance de brouillage électronique ;
- deux sections de tir comprenant chacune :
 - un radar de poursuite et d'illumination, à faible puissance (200 W) dans la première version (LPIR), à grande puissance (2000 W) à partir de 1963 (HPIR),
 - trois rampes de lancement à trois missiles chacune ;
- des véhicules de transport et de manutention ;
- des palettes de stockage pour missiles ;
- des appareils de contrôle pour missiles et équipements au sol.

Un bataillon est constitué de quatre batteries et de réserves.

Le missile, d'une masse de 570 kg et d'une longueur de 5,1 m, présente un empennage cruciforme de quatre ailes en delta équipées à leurs bords de fuite de larges gouvernes pour le pilotage en tangage et lacet et la stabilisation en roulis.

La tête conique contient l'autodirecteur semi-actif, derrière lequel trouvent place le calculateur électronique de guidage, les équipements inertiels, gyroscope et gyromètres, la source d'énergie, puis la charge explosive et enfin le moteur fusée à poudre à deux étages.

Les missiles Hawk sont livrés à la batterie dans des conteneurs dans lesquels le corps du missile est fixé sur un châssis coulissant, alors que les ailes et gouvernes sont placées dans un cadre installé dans la partie supérieure, et le détonateur et le dispositif d'allumage du propulseur dans le couvercle.

La portée pratique du système est de 25 km, et son plafond de 18 km sur avion isolé. Le missile est guidé en navigation proportionnelle par l'autodirecteur semi-actif à onde continue, dès son lancement. Or les dimensions du réflecteur de l'autodirecteur, limitées par le calibre du corps de missile, ne lui permettent pas de séparer à grande distance deux cibles rapprochées, ce qui limite la portée et le plafond pratiques sur des avions volant en formation serrée.

2-5. RÉPARTITION DES FABRICATIONS

La répartition des fabrications posait des problèmes complexes. La conférence industrielle de 1958 en avait esquissé les grandes lignes, compte tenu de la connaissance encore sommaire que l'on avait à l'époque de la constitution d'une batterie Hawk.

Concrètement, on a décomposé chaque *major item* (BCC, radars, missile, lanceur) en trois parties en valeur (électronique, mécanique fine, fabrications classiques), sur la base d'un prix estimé en dollars, unité de référence commune pour les cinq pays.

La part des fabrications classiques, très faible, ne posait pas de problèmes. On pouvait estimer que la valeur des parties nobles se répartissait en 65% d'électronique et 35% de mécanique.

Compte tenu du souhait, pour des raisons économiques, de n'avoir qu'une source unique pour chacun des *major items*, on essaya de donner à chaque pays un montant de fabrications correspondant à sa part de financement et comprenant approximativement la même proportion d'électronique et de mécanique.

Néanmoins, pour des raisons tenant autant à la politique propre des firmes qu'au désir de sécurité des organismes gouvernementaux, trois chaînes de montage de missiles furent mises en place en France, en Allemagne et en Italie. La chaîne française fut installée à Salbris.

Enfin, si un seul centre fut retenu pour la recette des batteries complètes en état de marche, le *Hawk assembly system check out* (HASCO) près de Milan, deux champs de tir furent utilisés pour les essais : la base Béatrice du CIEES à Hammaguir, au Sahara, et Salto di Quirra, en Sardaigne.

La répartition devait également tenir compte du volume des commandes, et donc du financement, provenant de chaque État. Chacun recevait la part de travail correspondant à sa commande prévisionnelle, majorée au prorata d'une part des commandes supplémentaires effectuées par les États-Unis, et d'autre part de celles destinées à d'autres pays européens ne participant pas au programme de production commun. La valeur de ces commandes correspondait en fait au montant des achats effectués aux États-Unis par les participants.

La France, qui s'était engagée en 1958 sur la base d'un programme de 10 bataillons Hawk, dont 4 pour l'armée de Terre et 6 pour l'armée de l'Air, soit 40 batteries et 2000 missiles, réduisit en fait sa commande à trois bataillons, mais obtint de produire une partie de la commande allemande, d'où une charge de travail nettement plus importante que ne l'aurait permis son financement. Les Pays-Bas, de leur côté, augmentèrent légèrement leur commande initiale. Ces deux modifications nécessitèrent un réajustement de la répartition initiale. Ce n'est qu'en juin 1962 qu'un plan vraiment détaillé put être établi. Encore a-t-il subi ultérieurement des modifications et des adjonctions non négligeables.

2-6. DÉROULEMENT DU PROGRAMME

En France, dès janvier 1959, un litige se développe entre les armées de l'Air et de Terre sur la destination de quatre bataillons Nike, destinés à l'interception des avions volant à haute altitude, que les États-Unis ont promis de mettre à la disposition de la France. L'armée de Terre décide de créer, à partir du Centre d'instruction du 485^e Groupe d'artillerie antiaérienne, le 721^e Groupe d'artillerie guidée (GAG) à trois bataillons Nike, le quatrième bataillon devant être mis sur pied par l'Armée de l'Air.

Par ailleurs, sur proposition du SHAPE, il est envisagé que la France reçoive deux bataillons Hawk en lieu et place de deux des bataillons Nike. L'armée de Terre prévoit de les affecter au 721^e GAG de Stetten, déployé au titre de la participation française à la barrière antiaérienne de l'OTAN, et accepte de laisser les Nike à l'armée de l'Air. Celle-ci n'en revendique pas moins un droit de contrôle opérationnel de l'emploi du Hawk.

Le 721^e GAG prend forme en août 1959, au retour des officiers partis en stage d'instruction sur le Hawk aux États-Unis. Il comporte une participation Air, dans sa batterie de commandement et de services, dont l'Inspection de l'artillerie souhaite voir précisées les responsabilités, ainsi que la nature de la subordination du GAG au CATAC.

Les matériels sont livrés à Karlsruhe en août et perçus en septembre et octobre.

Du côté des industriels, les dates les plus importantes à noter sont les suivantes :

- mise en vigueur du contrat dit préliminaire, pour l'étude et la mise en place du dispositif industriel : 21 septembre 1960 ;
- contrat de licence SETEL-Raytheon : 30 septembre 1960 ;
- contrat de licence SETEL-Aerojet : 24 octobre 1960 ;
- avenant de jonction entre ce contrat et le contrat définitif dit de production, portant sur la préparation de la production et sur un début de fabrication d'une première série, très limitée : 19 janvier 1962 ;
- contrat de production proprement dit : 16 octobre 1963 ;
- avenant de prolongation du contrat de licence SETEL-Raytheon : 1^{er} juin 1963.

Les difficultés n'ont pas manqué. Il s'agissait en effet au départ de reproduire en Europe, à partir de dossiers normalement établis, des équipements déjà fabriqués aux États-Unis. L'on admettait au surplus que, sans avoir peut-être atteint un stade définitif, le système était pratiquement stabilisé et que le dossier en question ne devait plus subir de grandes modifications.

Sur tous ces points, la vérité s'est révélée tout autre. D'une part, la notion de « copie chinoise »⁵ a dû être totalement abandonnée. D'autre part, le traitement du dossier américain a dû être confié à un véritable bureau d'ingénierie, et non plus à un simple centre de distribution, comme on l'avait d'abord envisagé. Les documents transmis par Raytheon se révélèrent, en effet, difficiles à exploiter ; certains étaient conçus comme des documents internes de travail, et non destinés à un licencié. De plus, le programme Hawk américain avait été mené comme un *crash program*⁶.

⁵ Terme très usité aux États-Unis, désignant une reproduction fidèle jusqu'aux moindres détails, y compris les défauts éventuels.

⁶ Programme mené dans l'urgence, avec des délais aussi brefs que possible, en s'affranchissant si nécessaire de certaines procédures réglementaires.

Le travail du Mandat fut donc considérable pour mettre en ordre et au clair cette documentation. On estime à environ 35 t la masse totale de documents reçus par le PCN français en provenance du Mandat, et à environ 100 t la masse qu'il adressa à tous les sous-contractants. Les nomenclatures elles-mêmes, servant au classement de la documentation, durent être modifiées à de nombreuses reprises par suite des erreurs ou omission dans les dossiers, cartes ou bandes magnétiques transmis par Raytheon, et des modifications apportées par les autorités américaines ou par Raytheon au système.

Il faut en outre insister sur les difficultés résultant de la sorte d'incompatibilité qu'il y avait pour certaines firmes américaines à fournir des éléments de production et à donner en même temps l'assistance technique aux producteurs européens, soit pour l'intégration des éléments qu'elles leur fournissaient, soit pour la fabrication des mêmes éléments.

Les modifications (plusieurs centaines par an) étaient transmises sous forme d'*engineering orders* aux services du Mandat qui, au nom de la SETEL, les soumettaient au BG pour approbation ou refus. Par la suite, les industriels européens déposèrent également des propositions de modification, qui prirent le nom d'*European engineering requests*, et qui devaient être acceptées par les services américains aussi bien que par le BG.

Toutes les modifications devaient satisfaire au principe fondamental de l'interchangeabilité absolue pour tous les éléments.

Toutes ces difficultés entraînaient quelques retards par rapport au planning prévu au début du programme. Néanmoins, le premier tir eut lieu au CIEES le 28 avril 1962, suivi de 10 autres au cours de cette même année et de 17 en 1963. Au total, dans cette phase initiale du programme, 165 tirs d'essai furent effectués, dont 130 au CIEES et 35 à Salto di Querra, en Sardaigne.

Le Hawk est livré aux 401^e, 402^e et 403^e régiments d'artillerie antiaérienne entre 1963 et 1966. Le 1^{er} janvier 1963, le 401^e RAA, premier régiment Hawk, part pour Fort-Bliss, Texas, suivre, pendant six mois, un stage d'entraînement à l'*US Army Air Defense Artillery School*.

Les Hawk français font d'abord partie intégrante de la barrière OTAN déployée en RFA. Après le retrait français de l'organisation militaire de l'OTAN en 1966, le Hawk assume un rôle essentiel dans la défense du corps de bataille contre l'ennemi aérien. L'artillerie antiaérienne légère, avec ses canons de 40 mm Bofors et ses bitubes de 30 mm, n'a plus qu'un rôle complémentaire. La mission dévolue à deux régiments Hawk de participer à la défense antiaérienne des bases des Forces aériennes stratégiques consacre leur importance.

En 1969, des expérimentations tactiques sont menées au 403^e RAA sur l'emploi décentralisé du système. Il s'agit de donner plus de souplesse d'emploi à ce système de défense de zone et de vérifier l'aptitude opérationnelle de la section isolée, de façon à remédier aux faiblesses initiales du système employé en mode centralisé :

- nécessité d'implanter le matériel sur des points hauts pour avoir un bon rendement ;
- nécessité de rapprocher les batteries à 15 ou 20 km les unes des autres pour assurer leur propre défense ;
- mobilité tactique réduite : un délai d'au moins six heures est nécessaire pour le déplacement et la réinstallation d'une batterie à 40 km, en l'absence de difficultés particulières.

Les résultats obtenus par le 403^e RAA sont satisfaisants, et confirment la possibilité et l'intérêt de dissocier chaque batterie en deux sections dans la mission de couverture du corps de bataille.

Le système d'armes demeure identique jusqu'en 1973. L'évolution de la menace fragilise toutefois son aptitude opérationnelle, et conduit au constat de faiblesses :

- insuffisance du nombre de missiles sur rampes ;
- missiles non prêts au tir immédiatement ;
- temps de réaction trop long ;
- calculateurs analogiques trop lents ;
- vulnérabilité aux brouillages électromagnétiques ;
- manque de fiabilité des illuminateurs.

Une modernisation du système est alors proposée par Raytheon, sous le nom de *Hawk improvement program* (HIP), et parallèlement par la SETEL, sous le nom de *Hawk european limited improvement program* (HELIP).

Les programmes HIP et HELIP, qui ont pour but de maintenir la capacité opérationnelle du système au-delà de 1978, comportent essentiellement :

- des missiles prêts au tir sans préparation (*wooden round*), de fiabilité, portée et efficacité supérieures à celles des anciennes munitions ;
- un nouveau radar d'acquisition à basse altitude, avec un dispositif de traitement des données associé (ICWAR) ;
- l'amélioration de la possibilité de tir en mode décentralisé de la section isolée, par l'introduction d'un poste de tir de section doté d'un IFF, remplaçant l'ancienne console ;
- l'automatisation des processus d'engagement, accompagnée de l'adjonction d'un centre de coordination des informations ;
- l'introduction d'un simulateur ;
- la remise à hauteur des équipements au sol de la batterie.

Le HELIP ne diffère essentiellement du HIP que par une variante européenne du ICWAR.

Le 15 janvier 1974, la France signe l'accord de lancement du HIP, les autres signataires étant la RFA, les Pays-Bas, l'Italie, ainsi que la Grèce et le Danemark.

Les premiers Hawk HIP sont livrés en février 1976. Le 401^e RAA est déclaré opérationnel en février 1977, après une série de tests qui démontrent que, si les délais de réaction ne sont guère raccourcis par rapport à ceux du Hawk de base pour le premier engagement, le HIP apporte des améliorations notables dans la rapidité de mise en oeuvre, la fiabilité et la maintenance.

Sept ans plus tard est conduite une seconde modernisation du Hawk : le *Product Improvement Program* (PIP). Mais cet épisode sort du cadre temporel du présent ouvrage.

Les six pays qui ont participé à la production en Europe de matériels Hawk se sont trouvés dans l'obligation de prévoir une organisation et des moyens de financement pour assurer le soutien logistique des bataillons : entretien, approvisionnement en pièces de rechange, réparations, application des modifications et améliorations.

La logique économique et le souci d'efficacité ont conduit naturellement à mettre en place une organisation de soutien logistique commune fondée sur l'organisation de production, dont la mission a été étendue à la logistique, et sur un dépôt commun de pièces de rechange, organisé par la France à Châtellerault, dans les locaux de la Manufacture d'armes de la DEFA, mais fonctionnant au profit de tous et financé par tous au prorata des services rendus.

L'opération du dépôt commun a fait l'objet de l'accord du 9 mars 1964 (complété en 1965 par l'entrée de l'Italie et des Etats-Unis), qui règle les modalités de financement des dépenses de fonctionnement du dépôt.

Les opérations de soutien proprement dites (achat des pièces de rechange, réparations, entretien d'un organisme central de documentation technique et de codification) ont fait l'objet d'un accord, entré en vigueur le 30 novembre 1965, qui fixe les principes retenus. Les modalités d'application ont été précisées dans deux instructions approuvées par le Comité des directeurs :

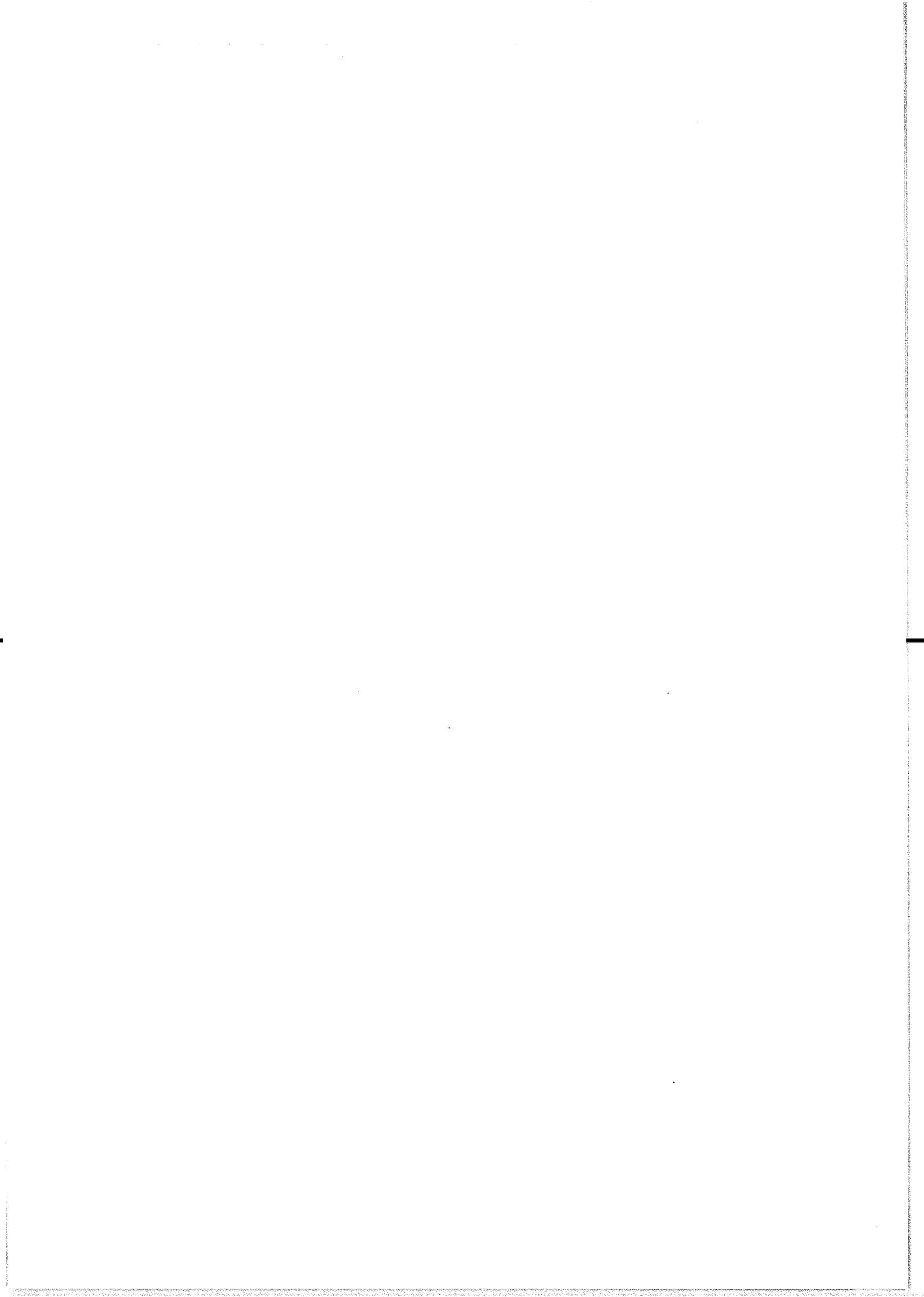
- l'instruction du 24 novembre 1964, qui concerne les articles de ravitaillement ;
- l'instruction du 9 décembre 1965, qui concerne les autres opérations.

Aux termes de ces textes, l'Organisation de production et de logistique Hawk (OPLOH), agissant au nom de l'OTAN :

- confie à la France l'établissement et la gestion du dépôt commun de Châtelleraut. Cette tâche est assurée par la Direction centrale du matériel de l'armée de Terre ;
- choisit la France comme mandataire de l'OPLOH pour l'exécution de tâches administratives et financières concernant le réapprovisionnement du dépôt commun et d'autres opérations nécessaires au soutien logistique commun ;
- constitue un fonds commun mis à la disposition de la France par l'OPLOH pour l'exécution de sa mission, qui consiste essentiellement en la passation et la gestion de contrats, l'initiative de ces contrats étant prise par l'OPLOH, après accord du Comité des directeurs ;
- prend acte de la désignation par la France de la Direction technique des armements terrestres (DTAT, ex DEFA) comme organisme d'exécution. L'établissement chargé par la DTAT de l'établissement et de la gestion des contrats est l'Atelier de construction de Puteaux (APX).

Ces missions de soutien logistique furent ultérieurement transférées à l'Agence OTAN d'approvisionnement (NMSS), devenue plus tard la NAMSA.

Il convient enfin de signaler que la gestion en France du programme Hawk, assurée depuis l'origine par la DEFA, devenue DTAT, fut transférée en 1971, sur décision de la DMA, à la Direction des Engins (DEN).



Roland⁷

3-1. INTRODUCTION

Le Roland est un système de défense contre avions à base de missiles autopropulsés guidés. Destiné à la protection du corps de bataille (et des points fixes), le Roland a une portée de 6,3 km et un plafond de 5 km ; le poids du missile est de 63 kg. Dans la version de base, un même véhicule (dérivé de l'AMX 30 pour les matériels de l'armée française) assure les diverses fonctions : transport, veille, désignation d'objectif, tir et conduite de tir.

Développé et produit en coopération franco-allemande, le Roland est entré en service en 1978. Le système a été fourni à dix pays, les plus gros clients étant la France et l'Allemagne.

600 postes de tir et 25 000 missiles ont été fabriqués. Le volume financier global de l'opération – développement et fabrication – est d'une cinquantaine de milliards de francs 1980.

3-2. NAISSANCE DU PROGRAMME

Pour aider à comprendre la naissance du programme, le pourquoi des choix qui ont été faits, il est utile de rappeler quelques aspects de la situation des années 1950-60 : quel était le besoin opérationnel ? quelles étaient les possibilités techniques et industrielles ? qu'en était-il des travaux étrangers ?

Le besoin opérationnel

Au cours de la Deuxième Guerre mondiale, les progrès de l'avion avaient été spectaculaires ; la vitesse et l'altitude de vol s'étaient considérablement accrues, et malgré le développement de matériels tout à fait remarquables (canons et conduite de tir), l'artillerie était de plus en plus dépassée.

Bien que ces chiffres soient à considérer avec prudence, dans la mesure où les conditions dans lesquelles ils ont été obtenus ne sont pas précisées, on a noté que, pour abattre un avion, il fallait avec le 40 Bofors près de 200 coups, soit 340 kg de munitions, et qu'avec le M1 (américain) associé au radar SCR 584, 300 coups étaient nécessaires (encore fallait-il que l'avion ne volât pas trop haut). En outre, la portée efficace utile de l'artillerie antiaérienne se réduisait au fur et à mesure que s'accroissaient les capacités de manoeuvre et d'évasive⁸ des avions. Une étude du Centre technique du SHAPE, effectuée à la fin des années 1960, concluait, non sans quelque provocation, que « la portée utile d'un canon antiaérien est de 2000 m quel que soit le calibre ».

Les possibilités techniques et les travaux étrangers

Des études et des essais sur les fusées avaient été lancés depuis longtemps par des ingénieurs ou des savants aventureux et imaginatifs, mais c'est l'immense effort fourni par les Allemands au cours de la Deuxième Guerre mondiale qui a fait passer

⁷ Une première version de ce document a été établie en 1995 par l'IGA Collet-Billon. La présente version en a gardé le plan, tout en complétant essentiellement les chapitres relatifs au déroulement du programme.

⁸ Manoeuvre brutale, à facteur de charge maximal, destinée à obtenir le décrochage du missile poursuivant.

les missiles au stade de l'application et qui a montré toute la diversité des missions que l'on pouvait attendre de ce nouveau type de matériel : des plus modestes aux plus ambitieuses.

La réussite la plus spectaculaire fut celle du V2, mais des travaux importants furent également consacrés à d'autres armes, en particulier aux sol-air ; on citera :

- le *Wasserfall*, missile bilinguide lourd (3,5 tonnes) ;
- le *Rheintochter* (1750 kg) ;
- l'*Enzian* (1500 kg) ;
- le *Schmetterling* (450 kg).

En dehors des sol-air, il faut signaler, du fait de l'acquis technique qu'ils ont engendré, le petit missile antichar *Rotkäppchen* et le missile air-air X4.

Si aucun de ces projets ne parvint au stade opérationnel (sauf le V2), les techniques nécessaires les plus variées firent l'objet de développements cohérents, conduits de façon rationnelle. Il s'agit notamment de :

- la propulsion, encore que la propulsion à poudre, dont l'intérêt fut sous-estimé, n'ait pas bénéficié du même effort que la propulsion à liquides ;
- le guidage et le pilotage, sous leur aspect théorique, et les équipements associés : servomoteurs, gyroscopes, télécommande, déviation de jet ;
- l'aérodynamique supersonique.

On notera, parce qu'on les retrouve très directement sur le Roland, les points plus particuliers que sont les intercepteurs de jet et la méthode du missile en autorotation.

Après la guerre, les équipes allemandes les plus prestigieuses furent la proie, parfois consentante, des Russes et des Américains, mais les Anglais et les Français eurent aussi leur part.

C'est ainsi qu'un groupe important fut implanté à Vernon, où il donna naissance au LRBA. La SEPR, mais aussi la SFIM et la SFENA, s'enrichirent de spécialistes allemands. L'Arsenal de Châtillon accueillit, quant à lui, une quarantaine de techniciens allemands, qu'il employa comme conseillers.

C'est aux États-Unis qu'apparurent (hors URSS) les premiers engins autopropulsés et guidés de DCA : le Nike Ajax et le Nike Hercules, gros missiles, furent déployés en Europe dans la deuxième moitié des années 1950 pour constituer une barrière antiaérienne.

Puis ce fut le Hawk, dont les premiers essais remontent à 1955 et qui entra en service en 1960 ; engin guidé par autodirecteur semi-actif, le Hawk fut une très grande réussite ; divers pays de l'OTAN conclurent en 1959 un accord pour sa fabrication en Europe sous licence américaine. La France, qui avait joué un rôle de leader dans cette opération, allait acquérir trois régiments. Elle disposait ainsi d'un engin très performant, tant par le volume de sa couverture que par son plafond et son efficacité contre les cibles à basse altitude. Mais, avec trois régiments, les dotations de l'armée française étaient parcimonieuses.

Pour la protection du corps de bataille, l'accompagnement d'unités en mouvement et la défense rapprochée, il fallait un système plus mobile, dont le déploiement soit plus simple et le temps de réaction beaucoup plus court.

Cela faisait penser à un missile d'une cinquantaine de kilos, au lieu des 600 kg du Hawk. Le désir d'un matériel de cette espèce se manifestait de façon très générale, et de multiples réflexions étaient conduites sur le sujet par des organismes militaires ou industriels. Citons, chez les Allemands, l'initiative du ministère de la Défense (soucieux aussi de relancer l'industrie d'armement en Allemagne), qui demanda à

plusieurs firmes (Bölkow KG, British Aerospace, Nord-Aviation) d'étudier le problème de la défense antiaérienne rapprochée.

En France, c'est Nord-Aviation, déjà en charge des antichars, qui déployait le plus d'activité. En relation plus ou moins informelle avec Bölkow, la firme reprenait et développait des composants de petits missiles que l'on avait découverts en Allemagne (déviateurs de jet par exemple).

Du côté étatique, la DEFA (avec son service technique Recherche et armes nouvelles) se penchait activement sur le problème, avec un petit groupe d'ingénieurs très compétents. Exerçant la tutelle de la réalisation du Hawk, elle bénéficiait par là-même d'un apport tout à fait considérable en matière de radars, d'électronique, de méthodologie, d'assurance de qualité. Enfin, les travaux de la SEFT sur les radars, et en particulier les radars de surveillance, représentaient un autre atout.

A partir de 1960, les liens déjà noués entre la France et l'Allemagne sur les antichars, tant au niveau des services étatiques qu'au niveau des industriels (Bölkow et Nord-Aviation), s'élargissent au système de défense aérienne rapprochée, devenu ensuite le Roland, à sa définition, à son développement et à sa fabrication.

3-3. DESCRIPTION DU SYSTÈME

Avant d'examiner le déroulement du programme et d'en relever les principales péripéties, il faut présenter les caractéristiques du système, lorsque son développement est terminé et qu'il est arrivé à maturité.

Le Roland est un engin guidé par alignement. Après le lancement, une lunette ou un radar de poursuite sont pointés en permanence sur la cible. Le missile est maintenu sur le rayon directeur (RD) ainsi défini; à l'aide d'ordres élaborés à partir de l'écartométrie. Ces ordres sont complétés par une commande, dépendant de la vitesse angulaire du RD (et de la distance de l'engin), dans le but de minimiser la « traînée » inhérente au principe d'alignement. Ce principe présente l'inconvénient d'imposer au missile un facteur de charge supplémentaire inutile quand, par exemple, la cible vole à vitesse constante et en ligne droite. Mais, n'exigeant qu'une écartométrie sur un faisceau unique, il évite la difficulté d'avoir à relier la poursuite du missile à celle de la cible, avec le soin que cela demande en termes de fabrication et la complexité que cela entraîne lors de la mise en batterie (comme cela existe sur les Nike). Quant au guidage par autodirecteur, les techniques n'étaient pas encore mûres à l'époque, du moins pour un missile simple.

Les principales caractéristiques du missile sont les suivantes :

- longueur : 2,4 m ;
- diamètre : 0,163 m ;
- masse : 63 kg ;
- propulsion assurée par deux propulseurs :
 - propulseur de croisière central, débitant par un conduit traversant le propulseur d'accélération,
 - propulseur d'accélération, débitant par deux tuyères latérales,

- pilotage par intercepteurs du jet du propulseur central ;
- engin en autorotation avec gyroscope ;
- vitesse de croisière : 500 m/s, atteinte en 1,5 s ;
- temps de vol : 13,8 s (durée de la combustion du propulseur central) ;
- charge militaire de 6,5 kg à cavités périphériques focalisées ;
- amorçage par fusée de proximité électromagnétique et par fusée de contact.

Les cibles du Roland sont les hélicoptères et les avions volant jusqu'à Mach 1,3.

Le domaine d'interception sur avions volant à Mach 0,9 est un demi-ellipsoïde de 6,3 km (demi-grand axe, portée horizontale) sur 5,5 km (demi-petit axe, plafond). Le Roland est efficace jusqu'aux plus basses altitudes.

Le missile existe en deux versions :

- la version temps clair (Roland I), dans laquelle la poursuite de la cible est assurée par des moyens optiques (lunette) et l'écartométrie par un goniomètre infrarouge, le missile étant équipé de traceurs infrarouge ;
- la version tout temps (Roland II), avec un radar (monopulse bande KU) qui effectue à la fois la poursuite de la cible et l'écartométrie, grâce à une balise placée sur le missile (au moment du lancement, lors de la phase dite de ralliement, l'écartométrie est optique).

Le missile Roland et son tube constituent une munition sur laquelle il n'y a pas d'intervention pendant la vie opérationnelle. Aucune opération d'assemblage ou de contrôle n'est nécessaire avant la mise à feu (sauf bien sûr un test global *go-no go*).

Le véhicule de tir est une véritable unité de tir autonome qui assure :

- l'emport des munitions ;
- l'acquisition de l'objectif ;
- le tir et la conduite de tir.

Le véhicule nominal est :

- l'AMX 30 pour l'armée française. L'AMX 30 a été définitivement retenu en 1970 à la place de l'AMX 13 prévu initialement, qui s'était révélé de capacité insuffisante et dont l'espérance de durée de service était incompatible avec celle du Roland, et après une brève tentative d'utiliser l'AMX 10 en 1968 ;
- le SPZ Marder pour l'armée de Terre allemande ;
- le Camion MAN pour l'armée de l'Air allemande ;
- l'AMX 30 ou le Camion MAN pour l'exportation.

On peut voir des croquis de divers véhicules armés de Roland sur les figures II et III.

L'élément central est une tourelle avec :

- deux bras oscillants portant chacun une munition ;
- la lunette de visée et le goniomètre infrarouge ;
- le radar de veille (émetteur, récepteur, traitement du signal) ;
- l'interrogateur IFF ;
- le radar de tir pour la version tout temps ;
- le calculateur d'élaboration d'ordres ;
- l'émetteur de télécommande et son antenne ;
- l'antenne du radar de veille et de désignation d'objectif ;
- le poste du tireur.

Hors tourelle, le véhicule porte :

- les consoles de visualisation et de commandes des radars et de l'IFF ;
- les dispositifs de génération électrique, de génération hydraulique, de ventilation, etc. ;
- deux barillets contenant chacun quatre munitions ;
- les dispositifs de rechargement automatique après tir ;
- le poste de chef de pièce.

La séquence de tir est la suivante :

- l'observateur radar, chef de pièce, après acquisition et identification de l'objectif, commande l'orientation de la tourelle sur l'azimut de la cible ;
- le tireur effectue la recherche en site, à l'aide du viseur optique ou du radar de tir. Dès que la cible est à portée et son identité confirmée, le chef de pièce donne l'autorisation de tir et le tireur peut déclencher le tir. Dans le cas du système temps clair, il n'a plus qu'à maintenir le réticule de sa lunette sur l'objectif. Dans le cas du système tout temps, la poursuite est automatique et aucune intervention n'est nécessaire.

FIGURE I

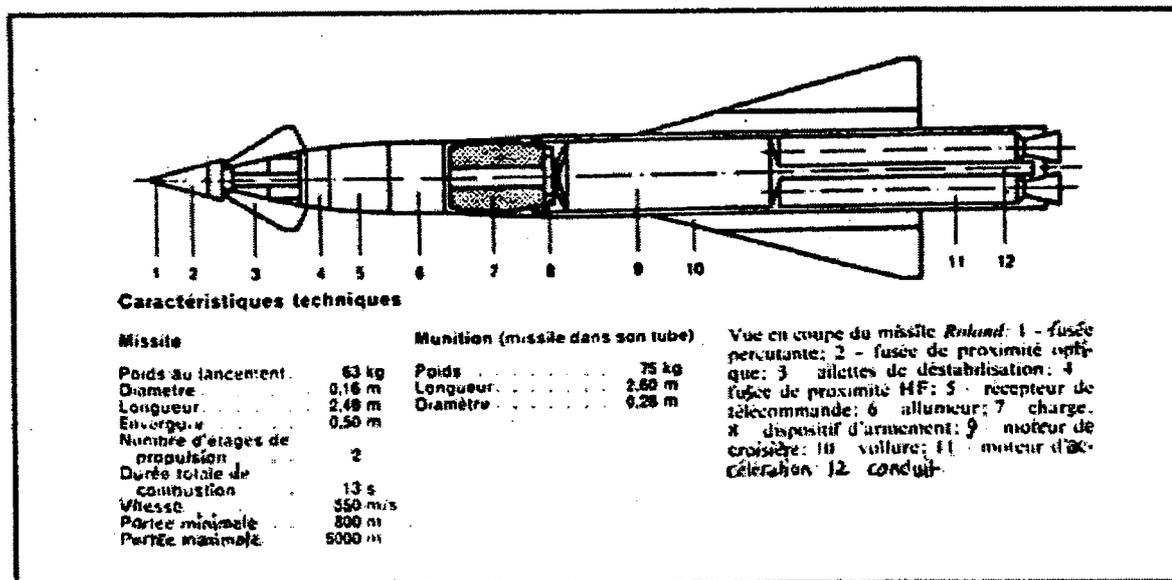


FIGURE II
ROLAND sur AMX 30

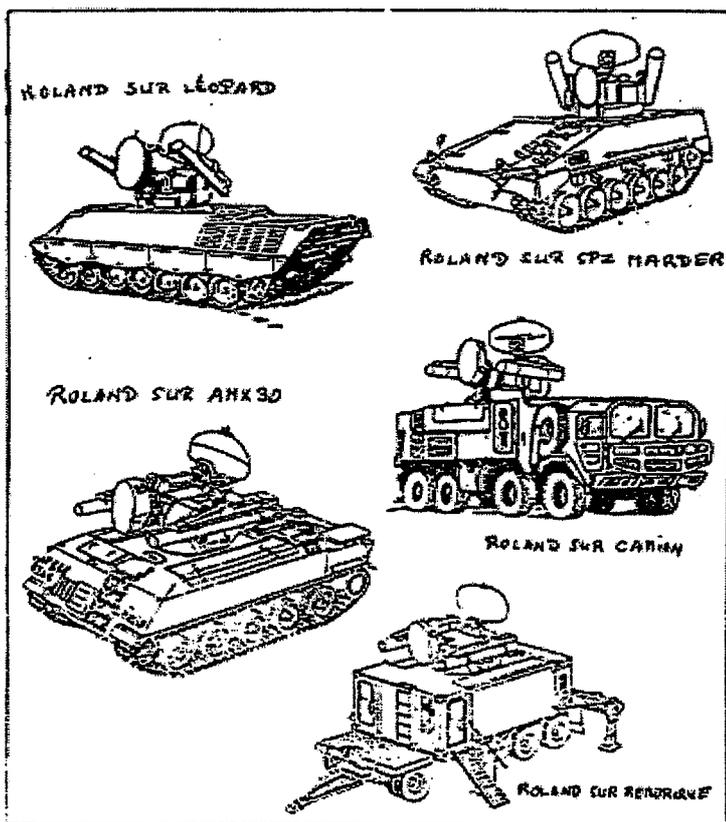
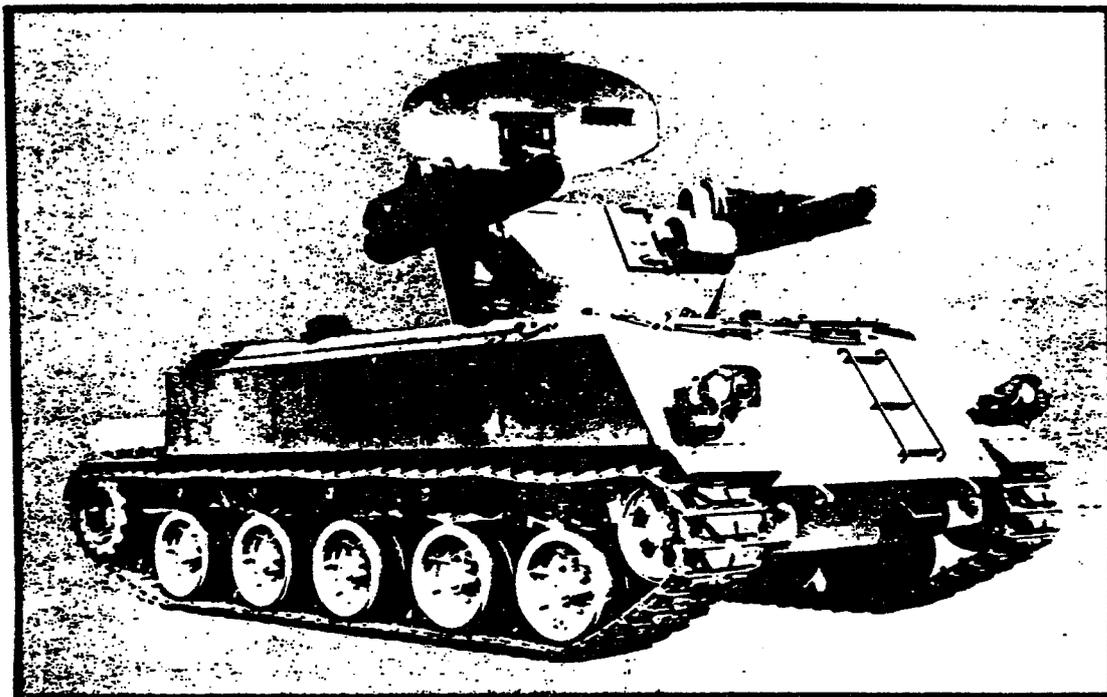


FIGURE III

Les temps de réaction (entre détection et mise à feu) sont les suivants :

- Roland I (temps clair) : 7 à 10 secondes à l'arrêt, 17 à 27 secondes en marche ;
- Roland II (tout temps) : 5,5 à 7,5 secondes à l'arrêt, 12 à 25 secondes en marche.

Les temps de rechargement avec les missiles en barillet sont de 7 à 12 secondes selon la configuration.

La portée de détection est de 16 km.

Au 31 décembre 1985, sur un millier de tirs réalisés en France et en Allemagne, lors d'admissions ou d'écoles à feu, les taux de réussite étaient les suivants :

- missiles : 90 % ;
- système : près de 80 %.

3-4. DÉROULEMENT DU PROGRAMME

Il n'est guère possible d'établir une chronologie linéaire qui couvrirait tous les aspects du programme. Elle devrait prendre en compte :

- les accords gouvernementaux ;
- les accords entre industriels ;
- les commandes passées ;
- les travaux effectués et les résultats des essais.

Or les accords gouvernementaux et les commandes ont souvent été réajustés après coup (parce que des règles nouvelles avaient été établies sur la coopération, parce qu'il fallait redresser les effets de variations de parité des monnaies, etc.). Ce ne sont donc que quelques points du programme, plus ou moins espacés, qui seront présentés ci-après : il ne faudra pas y chercher un enchaînement logique.

Depuis 1960, la DEFA (Direction des études et fabrications d'armement) conduisait avec Nord-Aviation un développement exploratoire baptisé SABA (Sol-air basse altitude). En Allemagne, des études analogues étaient effectuées chez Bölkow Entwicklungen KG.

Les liens qu'avaient déjà noués les deux industriels sur les antichars se développent autour de l'idée de fabriquer en commun un sol-air utilisant au mieux des techniques similaires. En 1962, Nord-Aviation et Bölkow signent un contrat d'association et entament des discussions approfondies sur la définition du projet à soumettre à leurs autorités respectives, en vue d'obtenir la commande d'une étude en coopération. Ces discussions aboutissent en octobre 1963, lors d'un séminaire tenu par les deux équipes des industriels à Barbizon. Le point le plus difficile est alors le choix entre la formule de missile SABA proposée par Nord-Aviation, finalement retenue, et le missile P 250 conçu par Bölkow, formule plus classique de missile stabilisé en roulis et doté d'un seul étage de propulsion.

Dès octobre 1963, les services officiels tiennent leur première réunion formelle commune et retiennent le principe d'un financement commun à 50/50 de l'étude. Ils décident de préparer un accord de développement en commun du système d'armes, signé en novembre 1964. Les parties 3-5 et 3-6, *infra*, présentent les organisations industrielle et étatique qui se mettent alors en place progressivement.

Il convient de noter ici que si l'objectif français était d'aboutir, aussi rapidement que possible, à la mise en production d'un matériel destiné à l'armée de Terre, les Allemands avaient plutôt en vue un exercice destiné à mettre à niveau leur industrie,

qui n'avait pratiquement eu aucune activité dans ce domaine depuis la fin de la guerre. L'équipement de la *Bundeswehr* et de la *Luftwaffe* dépendait exclusivement des Etats-Unis, qui avaient lancé le développement du Mauler, système tout temps ambitieux, répondant au même besoin, constitué lui aussi d'un seul véhicule, mais utilisant un missile à autodirecteur électromagnétique.

Les ambiguïtés dans la définition du matériel apparaissent rapidement. Les Français, pour des raisons économiques et opérationnelles (ils ne croient pas à la menace basse altitude tout temps), veulent se limiter à une version temps clair. Les Allemands, eux, estiment nécessaire, pour acquérir le plus de technologie possible, d'étudier une version tout temps, comme le Mauler. Néanmoins, il est convenu de commencer par une version temps clair⁹.

Le séminaire de Barbizon n'avait pas permis, loin s'en faut, de résoudre tous les problèmes que posait le choix des solutions techniques à retenir pour les principaux sous-ensembles du missile et du système au sol.

Les années 1964 et 1965 sont en grande partie consacrées, au prix de discussions parfois vives mais courtoises, au cours de nombreuses réunions, à départager ou à combiner les solutions proposées par les industriels des deux pays et à choisir les maîtres d'oeuvre des solutions retenues. Dans ces discussions, les Français, arguant de leur avance technique, ont tendance à revendiquer le maximum de responsabilités, tandis que les Allemands défendent un partage équitable.

Les choix les plus difficiles ont porté sur :

- le radar de veille, pour lequel étaient en concurrence un projet CSF, issu de l'Oeil noir du bitube de 30 mm, et un projet Siemens, résultant d'une étude générale financée par le BWB. Un compromis a finalement été trouvé sur une combinaison des deux projets, sous la maîtrise d'oeuvre de CSF ;
- l'IFF, dont la définition dut être reprise en 1971 pour l'adapter aux plus récents standards OTAN. Deux propositions étaient en présence. LMT offrait une solution dérivée de l'IFF réalisé pour le système Crotale. L'autre proposition émanait de Siemens. La comparaison des deux solutions fut fortement compliquée par le caractère extrêmement protégé de certaines informations connues des seuls services nationaux compétents (STTA en France) et qui n'étaient accessibles ni aux maîtres d'oeuvre, ni au BPFA (Bureau de programmes franco-allemands). Ce n'est finalement qu'au début de 1973 que la solution LMT fut retenue. Siemens y fut associé comme sous-traitant ;
- la charge militaire, pour laquelle la STRIM proposait une solution originale à charges creuses multiples, alors que l'établissement de Bölkow à Schrobenhausen proposait une charge classique à éclats. C'est finalement la solution STRIM qui fut retenue ;
- la fusée de proximité, dont la version initiale, optique, réalisée par TRT n'était pas compatible avec la version tout temps du système, et qu'il a fallu envisager, en 1967, de remplacer par une fusée radioélectrique. Des prototypes furent commandés à TRT, Thomson-CSF et Eltro ; ce concours aboutit en 1972 au choix de TRT.

Le choix du radar de poursuite, dont le développement a été financé initialement par la seule RFA, a donné lieu à une mise en concurrence par le BWB de Électronique Marcel Dassault (EMD) et CSF, ces deux sociétés françaises s'étant associées à des entreprises allemandes, AEG Telefunken pour EMD et Siemens pour CSF. C'est

⁹ Il est à noter qu'à la même époque, les Britanniques ont lancé le développement du système PT 428, qui prit plus tard le nom de Rapiér, lui aussi temps clair, recherchant des performances voisines, mais sans adopter le concept du véhicule unique autonome.

finalement la solution CSF-Siemens qui fut retenue, avec Siemens comme contractant principal.

En revanche, l'attribution des propulseurs à la SNPE, de la télécommande à Telefunken et de la lunette à la SAGEM n'ont pas soulevé de difficultés. De même, c'est naturellement que, par continuité avec les dispositions retenues pour les antichars, la réalisation du goniomètre infrarouge a été confiée à l'association de la société française SAT et de l'allemande Eltro.

La première version du calculateur, dont la seule fonction était d'élaborer les ordres de guidage à transmettre par la télécommande, avait été réalisée par Nord-Aviation en technologie électromécanique. Il apparut à la DEFA, dès la fin des années 1960, qu'il était nécessaire de passer à une technologie électronique, moins coûteuse, plus fiable, plus concentrée en volume et plus susceptible d'adaptations et d'évolutions. Les réticences de Nord-Aviation retardèrent la décision, qui ne fut prise qu'en 1973. La réalisation fut confiée à Bölkow, mais on se contenta de reproduire strictement les fonctions du calculateur électromécanique. Les premiers calculateurs électroniques furent livrés en 1975.

Les premiers tirs sont effectués en 1964 et jusqu'en octobre 1965, à Colomb-Béchar. Les participants ont gardé un souvenir ému du Comité directeur organisé à Béchar les 20 et 21 octobre 1965, à l'occasion du premier tir de missile piloté sur programme interne. A partir de juillet 1966, les tirs sont transférés au CEL (centre d'essai des Landes), qui est en train de se constituer.

Une première interception de cible est réussie en 1967.

En 1968, six prototypes de postes de tir Roland sont fournis et les essais en vol se poursuivent de façon satisfaisante.

L'expérimentation technico-militaire conduite par la commission Expérimentation se déroule en trois phases :

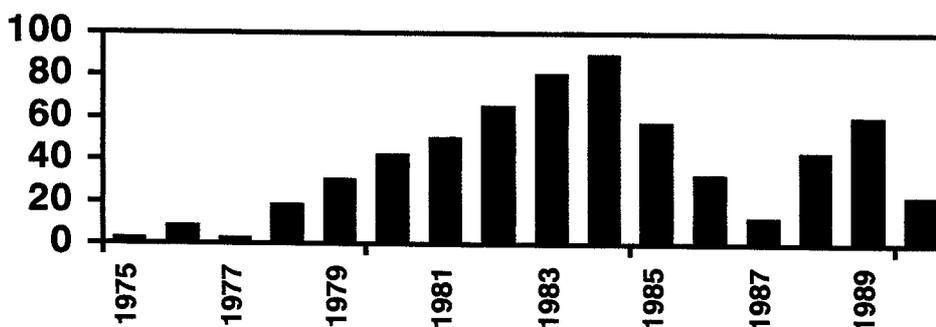
- du 17 avril au 15 juin 1972, des essais d'acquisition et de poursuite d'avions à l'*Erprobungstelle* de Greiding en Bavière, avec le concours de l'*Erprobungstelle* de Manching ;
- de mars à septembre 1973, des essais de tir en vol programmé ou sur cibles d'une soixantaine de missiles Roland I et II au CEL ;
- en 1973, des essais divers de charge militaire à l'*Erprobungstelle* de Meppen et à l'annexe de Captieux du CEL.

Cette expérimentation se conclut par une présentation à des représentants des pays de l'OTAN, le 6 novembre à Paris et le 7 au CEL.

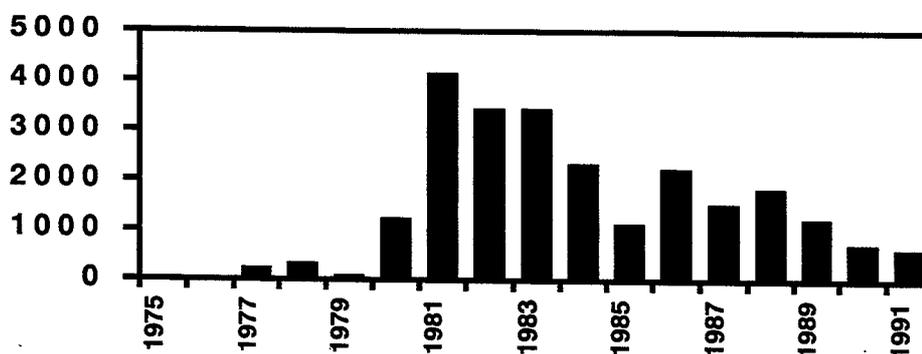
Le succès des expérimentations militaires qui suivent permet l'adoption en 1975 du Roland I, puis en 1976 du Roland II par l'armée de Terre française. Le contrat d'industrialisation et présérie est notifié par la France en 1974. En 1975, c'est le premier marché de série, qui est notifié à Euromissile. En 1976, les premiers engins de série sont livrés (Roland I à la France, Roland II à l'Allemagne).

Les graphiques qui suivent dispensent de poursuivre cette énumération. Ils montrent une activité soutenue pendant une dizaine d'années. On remarque une remontée d'activité de 1988 à 1990 pour les postes de tir et de 1985 à 1990 pour les missiles : elle est due essentiellement aux fournitures à la *Luftwaffe*, qui avaient été retardées pour des raisons budgétaires.

Postes de tir (Total = 625)



Missiles (Total = 24 760)



3-5. ORGANISATION INDUSTRIELLE (en régime de croisière)

Hormis le missile et le poste de tir, les éléments du système d'armes sont le porteur, les matériels de soutien des premier, deuxième et troisième échelons, et les matériels d'instruction, dont le plus important est une cabine reproduisant les postes du chef de char et du pointeur et permettant la simulation d'engagements de cibles.

Sont identiques les uns aux autres, quelle que soit leur destination (Allemagne, France, exportation), les missiles, les tourelles, les équipements placés dans le véhicule directement associés à la tourelle, mais qui n'ont pu avoir place dans celle-ci (électronique du radar de veille par exemple), les matériels de soutien aux premier et deuxième échelon et les matériels d'instruction. La fabrication de ces éléments communs a été répartie en recherchant un partage France-Allemagne à 50-50, avec deux maîtres d'oeuvre de premier rang : Bölkow (devenu Messerschmitt-Bölkow, puis en 1969 Messerschmitt-Bölkow-Blohm, ou MBB) et Nord-Aviation (devenu partie de la SNIAS, puis de l'Aérospatiale).

Il a été admis que pour tous les équipements communs, il n'y aurait qu'une source de fabrication ; cela inclut les missiles complets et les tourelles équipées, quel que soit le client.

Cette répartition *a priori* a, bien sûr, au cours des temps, subi quelques entorses résultant de nécessités techniques ou industrielles, et de la recherche de l'équilibre

financier 50-50, perturbé entre autres par les variations de parité entre le franc et le mark. Mais ces entorses (par exemple, sous-traitance de France en Allemagne et *vice versa*) sont demeurées mineures. C'est un succès pour tous ceux qui ont dirigé l'entreprise que d'avoir, pour l'essentiel, maintenu cette règle d'unicité. Elle a conduit pour le radar de veille et le radar de tir à des coopérations Thomson-CSF-Siemens, ce qui n'était pas évident ; de même pour les poudres (SNPE et Bayern-Chemie).

Le groupement d'intérêt économique Euromissile (Aérospatiale et MBB), créé en 1972, reçoit les commandes, les répercute sur les sociétés qui le constituent, assure l'harmonisation des travaux dans leurs grandes lignes et est l'interlocuteur du client. Aérospatiale et MBB effectuent les grandes opérations d'intégration et s'appuient sur des coopérateurs de premier niveau.

Pour la tourelle, Aérospatiale traite avec :

- LMT, pour l'IFF ;
- Siemens (associé à Thomson-CSF), pour le radar de veille ;
- SAGEM, pour l'optronique ;
- SAMM, pour l'hydraulique ;
- GIAT (ATS), pour la partie supérieure de la tourelle ;
- MBB, pour les bras-poutres.

Aérospatiale réalise elle-même diverses structures : la partie inférieure de la tourelle (plateau et panier), avec une circulaire fournie par Rothe Erde, et les barillets porte-missiles.

Pour MBB, les principaux sous-traitants sont :

- Thomson-CSF (associé à Siemens), pour le radar de tir ;
- AEG Telefunken, pour la télécommande.

MBB réalise lui-même des coffrets de calcul, des câblages, etc.

Concernant le missile, interviennent :

- pour la partie avant, dont MBB a la responsabilité :
 - TRT (fusée de proximité) ;
 - Aérospatiale (piles thermiques) ;
 - Air Equipement (gyroscope) ;
 - AEG Telefunken (récepteur de télécommande) ;
 - MBB (électronique et intégration).
- pour la partie arrière, avec responsabilité Aérospatiale
 - MBB (charge utile) ;
 - Aérospatiale, avec SNPE et Bayern Chemie (propulseurs accélération et croisière, déviateurs de jet, voilures).

Les containers-tubes lance-missiles sont réalisés par Aérospatiale.

Par exception, bien compréhensible, au principe de la source unique¹⁰, il existe deux chaînes d'assemblage des postes de tir sur véhicules, l'une à l'usine de Bourges d'Aérospatiale, pour les véhicules français, et l'autre à l'usine de Nabern de MBB, pour les véhicules allemands.

¹⁰ Ce principe s'appliquait aux sous-ensembles strictement identiques pour les systèmes destinés à la France et à la RFA. Les véhicules supports, et donc les gammes d'assemblages et les procédures d'admission, étant différents, le choix d'une chaîne de montage unique ne s'imposait pas, d'autant qu'il aurait entraîné de lourds transports transfrontières.

3-6. ORGANISATION ÉTATIQUE

Opérations communes

Les postes de tir, les missiles, les moyens de soutien jusqu'au deuxième échelon, les moyens d'instruction et la documentation sont développés et produits en commun selon les principes suivants.

Tâches	Exécution	Financement
Études Industrialisation Évaluation Documentation Suivi de la configuration Améliorations	BPFA et Euromissile	50/50
Production Rechanges	Euromissile	Au prorata des commandes

Opérations nationales

Chaque pays a en charge, selon ses procédures propres, le développement et la production du porteur qu'il a choisi, ainsi que des moyens de soutien et d'instruction spécifiques associés. Le soutien technique en unité et les réparations de l'ensemble du système sont également conduits selon la procédure nationale.

Exportations

Euromissile, GIE de droit français, se présente comme l'interlocuteur unique pour la commercialisation et la vente du système d'armes. La prise en charge politique incombe à l'un ou l'autre gouvernement, aux termes de l'accord de 1972 concernant les exportations. En pratique, c'est la France qui l'a assumée.

Volet national, en France

Une Direction de programme anime un groupe de travail consultatif (GTC) où sont représentés états-majors et services techniques.

Ce groupe est assisté d'une Commission logistique, présidée par la Section technique de l'armée de Terre, et d'une Commission de modification, présidée par la Direction de programme.

La Direction de programme conduit la réalisation des opérations nationales et prépare la position française au sein du Comité directeur bilatéral.

Volet bilatéral

L'organisme central est un Comité directeur, coprésidé par les Directions de programme de chaque pays (Direction technique des armements terrestres, puis Direction des engins, ministère allemand *Rüstung*). Ses décisions, prises à l'unanimité, portent en particulier sur :

- les choix techniques de base ;
- les attributions industrielles ;
- les engagements et paiements, les plans de financement des États ;
- les calendriers.

Il est assisté de commissions spécialisées :

- commission technique, coprésidée par des représentants de la Direction technique française et du *Bundesamt für Wehrtechnik und Beschaffung* (BWB) ;
- commission militaire, coprésidée par les états-majors (EMAT et *Führung*) ;
- commission logistique, coprésidée par la Section technique de l'armée de Terre et le *Materialamt* ;
- commission de modifications, coprésidée par la Direction technique et le BWB.

Dès 1965, la charge de travail de la commission technique, chargée d'évaluer les propositions des industriels et de préparer les décisions du Comité directeur sur les choix techniques, l'amène à tenir de nombreuses réunions spécialisées. Cela conduit en 1966 à la création de huit groupes de travail chargés d'aspects particuliers :

- radars ;
- télécommande ;
- charge militaire et fusée de proximité ;
- optique, infrarouge ;
- guidage ;
- missile ;
- tourelle ;
- fiabilité, environnement, normalisation.

Cette inflation des groupes de travail et celle des réunions bilatérales qu'elle entraîne (de l'ordre de trente à quarante par an, alternativement en France et en RFA) amènent à la création du Bureau de programmes franco-allemands. Sur l'historique de cette création, on consultera utilement le fascicule *Relations internationales* du COMHART.

Le Bureau de programmes franco-allemands, créé en 1970, mais devenu opérationnel pour le Roland en 1971, et dont le mandat porte également sur les programmes Milan et Hot, est le service exécutif et le service technique du programme. Il assume également les tâches de secrétariat du Comité directeur. Sa structure est paritaire à la tête, hiérarchique sans distinction de nationalité au sein des groupes de programme. Il est en particulier chargé :

- de préparer les décisions du Comité directeur et de répondre devant lui de leur exécution ;
- de préparer et négocier les contrats et de suivre leur exécution.

L'administration contractante, en l'occurrence la DTAT (puis DAT), notifie à l'industrie les contrats préparés par le BPFPA, après qu'ils ont été approuvés par la Direction du programme. Elle dispose des fonds appelés auprès des États pour le paiement de l'industrie.

Le BPFPA mérite ici une mention particulière. Avec un siège à Rueil et une antenne à Ottobrun, il est formé indifféremment de personnels français et allemands, avec deux codirecteurs, l'un français, l'autre allemand. Malgré leurs origines différentes, ces personnels se sont tout à fait adaptés les uns aux autres et ont effectué en commun un travail remarquable, auquel la réussite du Roland doit beaucoup. Mais c'est aussi parce que les responsables nationaux ont su désigner des personnels de qualité que cette réussite a été possible.

3-7. LE ROLAND, FRUIT D'UNE COOPÉRATION FRANCO-ALLEMANDE

Comme on a déjà pu l'entrevoir, ce n'est pas sans mal ni sans difficultés que la coopération franco-allemande a pu être mise sur pied et se roder peu à peu, jusqu'à permettre, dans une deuxième phase, un déroulement du programme avec un minimum de heurts.

Les divergences rencontrées dans la phase initiale peuvent être regroupées en trois catégories :

- la volonté d'aboutir ;
- les grands choix : temps clair - tout temps, conception munition ;
- les choix des fournisseurs des principaux équipements.

Du côté français, la volonté d'aller de l'avant a été bien marquée, dès le début, de la part de l'industrie comme de l'État. L'objectif était de produire un matériel opérationnel. La recherche de coûts limités imposait une limite aux ambitions – limite parfois excessive – et le choix de solutions simples et peu risquées. Il fallait séduire les utilisateurs par un matériel de mise en oeuvre aisée et peu exigeant en matière de soutien.

Du côté allemand, l'optique était quelque peu différente. Les services officiels s'intéressaient bien à la défense aérienne rapprochée, mais plusieurs programmes étaient en lice. Peut-être aussi, encore et déjà, y avait-il le souci de ne pas déplaire au protecteur américain, sur qui l'on comptait pour assurer la défense, quelle que fût sa carence sur ce point de la défense rapprochée. Du côté industriel, MBB était heureusement plus actif. Mais globalement, même si ce jugement est sans doute un peu excessif, il s'agissait du côté allemand autant d'enrichir le capital d'expérience et de savoir-faire que d'équiper des unités. Le manque d'enthousiasme a longtemps persisté.

Le 5 mai 1971, la RFA indique à la France qu'elle procède à un réexamen de ses programmes qui peut la conduire à abandonner le Roland, et elle va jusqu'à suspendre la signature d'un avenant au contrat de développement, laissant ainsi les industriels dans un vide contractuel. Au cours des réunions de septembre et novembre du Comité directeur, elle précise que la poursuite du programme ne peut s'envisager que si un partenaire, la France ou un autre pays, participe financièrement au développement de la version Roland II.

Lors de la réunion du 17 décembre 1971 entre le Délégué ministériel pour l'armement et son homologue allemand, ce dernier accepte, sous réserve de l'accord de son ministre, le principe de la poursuite du programme dans les conditions suivantes :

- la France et la RFA financent désormais à égalité le développement des deux versions ;
- la maîtrise d'oeuvre technique et contractuelle est assurée par la France ;
- la RFA ne demande pas pour l'instant à la France le remboursement de la moitié des frais qu'elle a déjà engagés pour le Roland II, soit 42 millions de marks ;
- la France s'associe à la RFA dans la recherche d'un troisième partenaire pour la production en série (à cet effet, un symposium de présentation du Roland aux pays de l'OTAN avait été organisé à Bonn le 16 décembre 1971).

Le 16 février 1972, à l'occasion d'une réunion entre les ministres français et allemand, celui-ci donne son accord, mais demande que lui soit réservé un droit de retrait au 30 juin 1973 si, à cette date, on n'a pas obtenu une décision de participation

à la production des États-Unis ou d'un pays européen. Ce droit de retrait fut par la suite prolongé jusqu'en juin 1974, et ce n'est qu'au début de 1974, après la décision des États-Unis en faveur du Roland, que la RFA fit savoir qu'elle n'utiliserait pas ce droit. C'est également à cette date que la *Luftwaffe* annonça son intention de s'équiper du Roland pour la défense de ses bases aériennes.

Ce sont incontestablement la persévérance et le dynamisme français qui ont entraîné et maintenu l'adhésion de l'Allemagne.

L'orientation française s'était limitée au temps clair, par recherche de simplicité, du fait de l'absence de brouillage (du moins le croyait-on). Pour les Français, le temps clair était suffisant, puisque les attaques n'étaient possibles que par temps clair.

Du côté allemand, on n'a voulu s'intéresser qu'à la version tout temps. Les raisons de cette attitude sont complexes : influence américaine, vue opérationnelle plus large (l'attaque tout temps devient, au cours des ans, de moins en moins invraisemblable), désir là aussi d'enrichir le capital technique.

La pression allemande devient plus forte en 1966 car, les États-Unis ayant annoncé l'arrêt du programme Mauler, la *Bundeswehr* et la *Luftwaffe* commencent à considérer que le Roland constitue la réponse à leurs besoins. La France doit plier. La décision est prise en octobre 1966 de produire un matériel temps clair compatible avec la version tout temps. En février 1968, la France affirme encore qu'elle ne s'intéresse qu'à la version temps clair. Ce n'est qu'en octobre 1972, comme on l'a vu, que la coopération est étendue au Roland II (les deux versions ont une large partie commune). La France obtient de ne pas rembourser à la RFA la moitié des frais de développement engagés pour le Roland II ; le quatrième avenant à l'accord gouvernemental prévoit toutefois, à titre de compensation, une répartition inégale au profit de la RFA des redevances dues aux États en cas d'exportation du système. Par la suite, la France acquiert davantage de Roland II que de Roland I. D'ailleurs, la distinction entre les deux formules va en s'amenuisant, avec des Roland II où la commutation du mode de guidage-radar et optique est possible à tout instant.

La conception munition était l'un des points forts de la doctrine française ; l'Allemagne s'y rallie sous la contrainte en octobre 1968.

Le choix des grands sous-ensembles et celui de leurs fournisseurs ont donné lieu à d'âpres discussions. Bien sûr, la valeur technique était un élément majeur d'appréciation, mais, dans bien des cas, il y avait de chaque côté, allemand et français, au moins un industriel capable de fournir un excellent matériel ; et personne n'était disposé à se sacrifier.

C'est ainsi que, pour le radar de veille, après avoir été tout près de développer deux solutions nationales, française et allemande, et donc deux matériels différents, il a fallu associer Thomson-CSF et Siemens.

Le radar de tir a été confié à Thomson-CSF, mais la nécessité d'équilibrage a imposé une participation de Siemens.

Le choix du fournisseur de la fusée de proximité a été particulièrement délicat ; mais il est vrai que c'est là un composant sensible. Trois concurrents étaient en lice : TRT, CSF et Eltro. Finalement, c'est TRT qui a été retenu avec, dans un deuxième temps, la participation d'AEG-Telefunken.

On se limitera à ces quelques exemples, sans autre prétention que celle d'essayer d'illustrer l'immense travail de persuasion qu'ont dû fournir ceux qui ont conduit l'opération.

3-8. L'ÉPISODE AMÉRICAIN

A partir de 1971, l'*US Army* procède à l'évaluation comparée de systèmes de défense aérienne rapprochée (programme SHORADS, *Short Range Air Defense System*). L'acquisition de la licence de fabrication de l'un de ces systèmes est envisagée pour satisfaire le besoin de l'*US Army*, en complément du SAM D qui ne couvre pas la basse altitude, après les abandons successifs du Mauler et d'un système à base de canons. Sont en lice le Roland, le Crotale, le Rapier britannique et le Chaparral de Ford Aerospace.

Dès avril 1972, le Délégué ministériel pour l'armement et son homologue allemand conviennent des dispositions suivantes pour l'évaluation du Roland par le *Missile Command* de l'*US Army* :

- la RFA, qui a initié les contacts, mène les négociations au nom des deux gouvernements ;
- la SNIAS est maître d'oeuvre industriel de l'opération ;
- la SNIAS doit rembourser à la DTAT les rétributions perçues des Américains pour la location et les consommations de matériels ;
- les matériels doivent être servis par des personnels de la SNIAS et de MBB ;
- les services français et allemands doivent être invités aux essais et en recevoir les rapports.

Les États-Unis sont informés de ces conditions le 17 avril 1972, et soulèvent de nombreuses objections. Pour eux, il ne peut s'agir que d'essais communs (*cooperative tests*) aux États-Unis et à la RFA, la France, non intéressée par le Roland II, n'intervenant que marginalement.

Après des négociations, un *Memorandum of understanding* (MOU) est conclu entre l'*US Army* et le BMVg sur les bases suivantes :

- la RFA met à la disposition du MICOM (*Missile Command*) un poste de tir Roland II, des missiles et les accessoires correspondants ;
- le matériel est servi par des personnels de l'industrie et des services officiels allemands ;
- la RFA prend à sa charge les frais de personnel, à l'exclusion des frais directement liés à leur présence aux États-Unis, le transport des personnels et du matériel jusqu'à Huntsville (Alabama) et retour, la formation du personnel américain en Europe ;
- les États-Unis prennent en charge le matériel d'essai, les transports entre Huntsville et *White Sands Missiles Range*, les transports des personnels entre les hôtels et les lieux d'essai, l'assistance technique des industriels sur place, les missiles tirés et les pièces de rechange consommées, les frais de personnel spécifiques ;
- les deux pays nomment chacun un *Project officer*, responsables conjointement du déroulement du programme d'essais ;
- la RFA fournit au MICOM toutes les informations nécessaires sur les Roland I et II ; le MICOM fournit les rapports d'essai à la RFA et à la France ; ces échanges d'informations sont gratuits, leur émetteur en gardant la propriété.

L'évaluation du Roland comprit en fait une phase préliminaire d'essais de charges militaires à des conditions conclues, vu l'urgence, directement avec l'industrie. Le MOU ne fut pas formellement signé, à la suite de retards dans la procédure interne aux États-Unis. Mais les essais principaux furent conduits à partir de février 1973, les

matériels lourds, dont le poste de tir Roland II sur SPZ Marder, étant finalement transportés, pour gagner du temps, par deux rotations de C5A Galaxy de l'*US Air Force*, les 7 et 8 février 1973. Les essais se déroulèrent à Huntsville et à Fort Bliss White Sands. Après des expertises approfondies, de nombreux essais statiques et sept tirs effectués contre des cibles américaines (six succès, un échec), le Roland fut choisi en décembre 1974.

Entre temps, Euromissile avait conclu avec Boeing et Hughes un accord de cession conditionnelle de licence, approuvé par la France et la RFA en janvier 1973.

Aux termes d'un premier accord tripartite (MOU n° 1), les trois gouvernements (États-Unis, RFA, France) conviennent de gérer en commun la configuration du système d'armes, de se partager les ventes à l'exportation et de garantir les accords entre industriels sur la licence et les redevances.

Le programme américain est dirigé par le MICOM de l'*US Army* à Huntsville, qui met en place un détachement de liaison auprès du BPFA. Une organisation étatique est instituée, comprenant un Comité de direction : *Joint Roland Control Committee* (JRCC), et des sous-comités :

- *Joint Test Subcommittee* (JTSC), chargé de l'organisation et de la coordination des essais communs ;
- *Joint Logistic Subcommittee* (JLSC), chargé d'explorer les possibilités de coopération logistique ;
- *Configuration Review Group* (CRG), chargé de veiller au maintien de l'identité des définitions ;
- *Joint Training Subcommittee* (JTNGS), chargé de la coopération en matière de moyens et de méthodes d'instruction ;
- *Simulation Control Subcommittee* (SCCS), chargé de la coordination des activités de simulation.

Les Américains, qui ont détecté au cours des *cooperative tests* quelques faiblesses du système, notamment dans le domaine de la résistance aux contre-mesures électroniques, suggèrent des améliorations qui sont étudiées en commun.

A la demande du MICOM, de nouveaux essais communs (*extended joint tests*) franco-germano-américains, destinés à participer à l'établissement du dossier américain pour l'obtention de l'autorisation de passage à la phase de production, ont lieu à Huntsville et à WSMR de mai à novembre 1978, avec des matériels français et allemands et quelque missiles fabriqués par Hughes-Boeing. Ces essais donnent lieu à la négociation et la signature d'un second MOU. Sur un total de 45 tirs effectués avec des missiles européens contre la cible Firebee et même contre deux avions télécommandés, 34 missiles ont touché la cible, 5 l'ont détruite sans qu'il y ait impact direct, et il y a eu 6 échecs.

Après des essais terrestres satisfaisants, tout semble aller pour le mieux, et, le 2 juin 1978, le *Defense System Acquisition Review Council* se prononce en faveur du démarrage de la production en série aux États-Unis. Mais, de 1975 à 1980, le système doit se plier aux normes américaines, avec des exigences qui ne manquent pas d'évoluer (composants, résistance accrue aux contre-mesures, avec un nouveau radar, puissance de la télécommande augmentée). La France et la RFA n'acceptent pas toujours de les suivre. Cela entraîne, du côté américain, des augmentations de coûts (d'un facteur deux) et des retards. Finalement, en 1981, la décision d'arrêter le programme est prise. Les postes de tir, dont la réalisation est déjà lancée, sont affectés à la Force de déploiement rapide en 1987 et retirés du service en 1988.

Cette opération américaine n'est donc pas un succès. L'échec des pourparlers a marqué ceux qui y ont pris part. Néanmoins, l'effort fait pour s'adapter aux exigences américaines a laissé des traces bénéfiques : modifications pour améliorer la résistance au brouillage (radar de poursuite, balise, fusée de proximité), prise de conscience de l'effort permanent à consacrer aux contre-mesures, davantage de méthode dans la façon de faire. Peut-être attribuera-t-on de la sorte à cette opération une part dans la paternité de dérivés du Roland ?

La perspective d'une percée aux États-Unis avait soulevé un immense espoir. Mais l'Amérique est l'Amérique, ce géant multiforme où le dogme d'un libéralisme sans limites cohabite avec le protectionnisme le plus savamment organisé. Tout compte fait, ce qui s'est passé n'aurait pas dû trop nous surprendre, nous Français qui défendons bec et ongles notre industrie. Mais il n'est pas nécessaire d'espérer pour entreprendre.

3-9. VOLUME DE L'OPÉRATION

Les chiffres qui sont donnés ici en francs 1980 ne sont pas des chiffres comptables. Ils ont simplement pour but de fixer des ordres de grandeur.

Avec des livraisons qui se sont poursuivies sur une douzaine d'années, le programme Roland est une opération tout à fait considérable. 27 000 missiles et plus de 600 postes de tir montés sur AMX 30, SPZ Marder ou camions se répartissent en gros comme suit :

France	9 000 missiles et 140 postes de tir
RFA	14 000 missiles et 200 postes de tir
Exportation	4 000 missiles et 280 postes de tir

Pour avoir une idée du volume financier de l'opération, on peut estimer le coût unitaire du missile à 0,6 million de francs et celui du poste de tir à 35 millions de francs. On obtient ainsi un total de près de 40 milliards, et on dépasse largement les 50 milliards en ajoutant les véhicules, les matériels de soutien et d'instruction.

3-10. CONCLUSION ET APPRÉCIATION

Au plan technique et opérationnel, l'entreprise Roland est une magnifique réussite :

- un véhicule autonome ;
- une grande rapidité et une grande facilité de mise en oeuvre (moins de 15 secondes pour un véhicule à l'arrêt) ;
- un missile munition, donc sans entretien, qui après plus d'une quinzaine d'années ne donne pas de premiers signes de vieillissement ;
- une efficacité remarquable : 90 % pour le missile, près de 80 % tout compris (veille comprise).

C'est un matériel qui, avec les modifications qui améliorent encore sa résistance au brouillage, a devant lui de longues années de vie opérationnelle, une vingtaine d'années, peut-être plus.

Il est certain, comme indiqué au chapitre 3-7, que le choix d'un travail en coopération a, sans examiner les aspects financiers, engendré une lourdeur, dont la conséquence a été la durée excessive du développement. Mais il est certain aussi que la confrontation d'idées, parfois presque violente, sur les choix et les façons de faire a conduit à un produit meilleur et a donné un résultat globalement positif.

La critique réciproque des solutions a souvent été un puissant aiguillon ; tout cela a certainement contribué à la qualité du matériel. Les Allemands ont imposé avec beaucoup de vigueur la prise en compte d'une version tout temps. Cela n'a pas été aisément admis par leurs partenaires français, qui voyaient là une source de complexité contraire à la philosophie qu'ils s'étaient fixée. Pourtant, aujourd'hui, il ne paraîtrait pas concevable que l'on ait pu se limiter au temps clair.

Au passif, le développement, même s'il n'a pas été très coûteux (moins de 10 % du prix de l'opération), a été trop long (de 1962-1964 à 1978 pour arriver aux premières livraisons). On n'était visiblement pas en état de guerre. Les matériels concurrents (dont certains étaient français) en ont profité.

Globalement, l'opération Roland est un grand succès. Un puissant armement de défense aérienne a pu être mis en place, au prix d'un effort financier tout à fait acceptable en égard aux résultats obtenus. L'opération a montré aussi que des équipes de nationalités différentes peuvent travailler ensemble dans la plus complète harmonie et aboutir, sans rien d'autre que des accords *ad hoc* et sans qu'un grand montage politique soit nécessaire. Est-ce une leçon ?

