

Comité pour l'Histoire de l'Armement Terrestre

période 1945 - 1975

Tome 7

MATERIELS DU GENIE

Par l'Ingénieur Général BRINDEAU
puis par l'Ingénieur Général MALLET



NOTE GÉNÉRALE D'INTRODUCTION

Au milieu des années 80, 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 le 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'Etat-major de l'Armée de Terre 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'arme, 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, officier général 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 prises 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 la 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 CHATELLERAULT, NICETA FURGET puis NICETA 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

ANNEXE

LISTE DES PERSONNALITÉS AYANT PARTICIPÉ AUX TRAVAUX DU
COMITÉ POUR L'HISTOIRE DE L'ARMEMENT TERRESTRE

EN FIN DÉCEMBRE 1996.

(par ordre alphabétique).

IGA (2ème section) Assens
IGA (2ème section) Biennu
IGA (2ème section) Bodin
IGA (2ème section) Bongrain
IGA (2ème section) Bonnet
IGA (2ème section) Brindeau
IGA (2ème section) Cavé
IGA (2ème section) Dufoux
IGA (2ème section) Fayolle
IGA (2ème section) Givaudon
IGA (2ème section) Lesavre
IGA (2ème section) Marest
Général (2ème section) Petkovsek
Monsieur Précoul
IGA (2ème section) Ricaud
IGA (2ème section) Robineau
Monsieur Stauff
IGA (2ème section) Toche

COMITE POUR L'HISTOIRE DE L'ARMEMENT TERRESTRE

Plan général d'édition des travaux.

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 recherches » 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 « Matériels 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.
- Tome 11 « Armements sol-air » par l'Ingénieur Général Collet-Billon (+) puis l'Ingénieur Général Bienvenu.
- Tome 12 « Détection, télécommunications, guerre électronique, systèmes informatique » 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 l'« Optique militaire » par l'Ingénieur Général Deramond (+) puis l'Ingénieur Général Givaudon.

PREAMBULE

*Je tiens à remercier tous ceux qui, par leur concours, ont contribué à la réalisation de cette « brique » et je veux citer, pour l'importance et la qualité de leurs apports, l'IGA Bertrand WEIL et Monsieur PRIOU pour la partie Munitions et explosifs du Génie, l'IGA GAYOUT pour le texte sur les barrages et le général GILLOIS pour les informations qu'il a fournies pour les matériels de franchissement.

L'IGA MALLET a également contribué à la mise au point de cet ouvrage en fournissant la plus grande partie du texte des diverses autres parties que celles des Munitions et Explosifs et en assurant la direction de l'ensemble de la réalisation à partir du moment où je n'ai plus été en mesure de le faire.

Je lui en suis tout particulièrement reconnaissant*.

P. BRINDEAU

SOMMAIRE

INTRODUCTION	9
LE GENIE DANS LA CAMPAGNE D'ITALIE, DESTRUCTIONS RENCONTREES DU 12 MAI AU 22 JUILLET 1944	10
<i>a - Du Garigliano au Tibre</i>	10
<i>b - De Rome à Florence</i>	11
<i>c - Le tableau suivant récapitule les renseignements sur le rétablissement des communications</i>	12
LE GENIE DANS LES CAMPAGNES DE FRANCE ET D'ALLEMAGNE 1944 - 1945	13
<i>a) la diversité de nature des tâches d'opérations</i>	13
<i>b) un cycle complet de saisons</i>	14
<i>c) toutes les phases de la bataille</i>	14
<i>d) enfin, divers facteurs caractéristiques d'un emploi du Génie</i>	14
1 - LES MUNITIONS EXPLOSIVES DU GENIE	17
1.1. - SITUATION DE 1939 A 1945	17
<i>1.1.1. Dispositifs de destruction proprement dits</i>	17
<i>1.1.2. Mines antichar et anti-personnel</i>	17
1.2. - ETUDES ET REALISATIONS FRANCAISES DEPUIS 1945	20
<i>1.2.1. Généralités</i>	20
<i>1.2.2. - Les mines antichar</i>	20
<i>1.2.3. - Les mines anti-personnel</i>	39
<i>1.2.4. - Mines fluviales</i>	43
<i>1.2.5. - Les pièges</i>	43
<i>1.2.6. - Les explosifs de destruction</i>	45
<i>1.2.7. - Quelques problèmes d'études et de fabrications</i>	49
1.3. - ENFOUSSEURS DE MINES	49
2- LE FRANCHISSEMENT DES OBSTACLES ET COUPURES	53
2.0. - GENERALITES	53
2.1. - LES MOYENS DE FRANCHISSEMENT EN SERVICE A LA FIN DE LA DEUXIEME GUERRE MONDIALE	54
2.2. - REPRISE DES ETUDES DE MATERIELS DE FRANCHISSEMENT APRES 1945	56
2.3 LES MOYENS DE PONTAGE MECANISES COURTE BRECHE	58
<i>2.3.1 - Le char poseur de Pont AMX 13</i>	58
<i>2.3.2. - Le pont automoteur d'accompagnement (PAA)</i>	59
<i>2.3.3 - Le char poseur de pont AMX 30</i>	61
<i>2.3.4 - Pont courte-brèche et support intermédiaire</i>	63
2.4. - LE FRANCHISSEMENT CONTINU	69
<i>2.4.1. - La passerelle légère d'infanterie 49-63</i>	69
<i>2.4.2 - Le pont automoteur amphibie Gillois-ERK</i>	69
<i>2.4.3. - Le pont flottant motorisé (P.F.M.)</i>	72
2.5. - LE FRANCHISSEMENT DISCONTINU	86
<i>2.5.1. - Les flotteurs pneumatiques</i>	87
<i>2.5.2. - L'engin Buc GILLOIS-ERK</i>	88
<i>2.5.3 - Le matériel léger de franchissement (MLF)</i>	88
<i>2.5.4 - Le matériel amphibie de franchissement (M.A.F.)</i>	96
2.6.5. - FABRICATION DES ENGIN AMPHIBIES GILLOIS/ERK-PONTESA INTERVENTION DES ARSENAUX DE LA MARINE	102
2.7 - LES MOYENS AUXILIAIRES DE FRANCHISSEMENT	104
<i>2.7.1 - Propulseurs</i>	104
<i>2.7.2. - La vedette de pontage</i>	105
<i>2.7.3. - L'engin d'aide au franchissement et d'accompagnement ENFRAC</i>	107
3- ENGIN MECANIQUE DE TERRASSEMENT ET ENGIN DE LEVAGE ET MANUTENTION	111

3.0. - GENERALITES	111
3.1. - ENGIN DE TERRASSEMENT	112
3.1.1. - Le tracteur-niveleur (boustour) Continental CR 8	112
3.1.2. - Le matériel polyvalent du génie (MPG)	114
3.1.3. - Le véhicule de combat du génie (VCG)	114
3.1.4. - L'engin blindé du génie (EBG)	116
3.1.5. - Les pelles hydrauliques de terrassement	119
3.2. - ENGIN DE LEVAGE ET DE MANUTENTION	122
3.2.1. - Les grues diesel-électriques	122
3.2.2. - Les grues hydrauliques	124
3.2.3. - Le chariot élévateur Military Ranger 100	125
4. MOYENS ET TECHNIQUES DIVERS	127
4.1. - L'ENFOUISSEMENT DU CORPS DE BATAILLE	127
4.1.1. - L'enfouissement du combattant isolé ou d'un petit groupe de combattants	127
4.1.2. - L'enfouissement collectif ou de P.C.	128
4.1.3. - Enfouissement des matériels	131
4.2. - LES GENERATEURS D'ENERGIE	132
4.2.1. - Les groupes électrogènes	132
4.2.2. - Le compresseur 6 000 l/min sur châssis Berliet GBC 8 KT.	135
4.3. - LA GUERRE D'ALGERIE - LES BARRAGES	136
4.3.1. - Situation fin 1959	136
4.3.2. - Travaux de la Commission	138
4.4. - MOBILITE, VIABILITE ET TRAFICABILITE DES SOLS	139
4.5. - DECEPTION - SIMULATION - CAMOUFLAGE	145
4.6. - LES MATERIELS DE FORAGE	149
4.7. - LES ENGIN DE BATTAGE	149
4.8. - ACTIVITES DIVERSES	150
CONCLUSION	151
ANNEXE 1 LE GENIE DANS LA CAMPAGNE D'ITALIE (EXTRAIT)	155
ANNEXE 2 LE GENIE DANS LA CAMPAGNE D'ITALIE (EXTRAIT)	167

LES MATERIELS DU GENIE

INTRODUCTION

La Manoeuvre a toujours été un élément essentiel du succès des opérations militaires. L'éventualité de l'emploi d'armes atomiques sur le champ de bataille, voire de l'utilisation de projectiles à charge classique guidés avec précision, accroît la nécessité du camouflage, de la protection, de la dispersion et du regroupement rapide des unités, toutes opérations qui sont en rapport avec la mission du Génie. Celle-ci en effet porte sur la mobilité des forces armées de terre et de l'air, sur leur protection et sur certaines de leurs conditions d'action.

Les unités du Génie interviennent :

- pour contrarier la mobilité de l'ennemi par:
 - des destructions d'ouvrages d'art, de voies de communications, de dépôts, de ressources en énergie, en eau, etc...
 - la création de barrages et d'obstacles (inondations, champs de mines, obstructions, abatis...)
 - la fortification de campagne et l'organisation de points d'appui;
- pour favoriser la mobilité des forces amies par:
 - le dégagement des obstacles (déblaiement, déminage...)
 - le rétablissement des voies de communications : (aide au franchissement, réalisation de ponts et ouvrages d'art, réfection de chaussées et création de déviations),
 - l'attaque des obstacles et des points fortifiés,
 - l'établissement ou le rétablissement de P.C., hôpitaux, dépôts et leur alimentation en énergie électrique et en eau,
 - la protection et le camouflage des zones sensibles : points de rassemblements, points de passage obligé, etc...

Le génie comprend en plus de ses unités, un service qui peut mettre en oeuvre des entreprises de travaux publics en relève des unités de l'avant.

La matière de ce tome ne traitera que des matériels spécifiquement militaires mis à la disposition des troupes du Génie militaire. Elle donnera leurs caractéristiques et précisera leurs conditions d'élaboration et d'emploi.

Deux extraits d'ouvrages sur l'emploi du Génie peuvent illustrer tout d'abord certains caractères de la mise en oeuvre de ces moyens.

Pour en retenir la leçon la plus complète, il faut considérer les deux aspects opposés qui caractérisent toute action militaire : offensive/défensive - observation/camouflage - renseignement/désinformation, leurre - feu/protection - obstacles/franchissement ou contournement, etc.

Le premier texte est tiré d'un document intitulé « Le Génie dans la campagne d'Italie », établi par le Commandement du Génie du Corps Expéditionnaire Français.

Le deuxième texte provient d'un document intitulé « Le Génie dans les campagnes de France et d'Allemagne - 1944-1945 », rédigé par le Commandement du Génie de la 1^{ère} Armée Française.

En raison de leur longueur, ces documents sont renvoyés en annexe, ne figurent ci-après que les indications principales.

LE GENIE DANS LA CAMPAGNE D'ITALIE, DESTRUCTIONS RENCONTREES DU 12 MAI AU 22 JUILLET 1944.

a - Du Garigliano au Tibre

Du 11 au 14 mai, forçement de la ligne Gustave, bataille de rupture des monts Aurunci, exploitation;

Du 15 au 18 mai, rupture du verrou d'Esperia, exploitation.

23 destructions dues pour la plupart à l'artillerie et à l'aviation alliées; l'ennemi surpris n'exécute pas de destructions systématiques, il ne réalise que quelques destructions sommaires d'ouvrages d'art.

Du 18 au 22 mai, percement de la ligne Hitler, enlèvement du verrou de Pico, suivi de l'exploitation du 23 au 28 mai.

La résistance offerte par l'ennemi dans la région de Pico durant plusieurs jours lui a permis de se ressaisir; il exécute sur les itinéraires des destructions systématiques d'ouvrages d'art et réalise en outre de nombreux entonnoirs à flanc de coteau et d'importantes destructions dans les agglomérations; 60 destructions rencontrées.

Du 29 mai au 5 juin, bataille des Monts Ausoni et marche sur Rome. Exploitation et manoeuvre de couverture.

Dans la première phase de cette bataille, l'ennemi réalise des destructions systématiques (ouvrages d'art, entonnoirs et obstructions importantes). Dans la sec-

onde phase (exploitation) l'ennemi pris de vitesse n'a pratiquement plus rien détruit avant l'Aniene : au total 52 destructions.

b - De Rome à Florence

Entrée en secteur du C.E.F.¹ et poursuite du 9 au 11 juin, arrêt du 11 au 13 sur la ligne de défense des monts Volsini.

Les destructions exécutées par l'ennemi sont relativement peu nombreuses - 26 - par rapport aux destructions rencontrées dans les périodes ultérieures. Judicieusement placées elles ont nécessité pour la plupart le lancement de ponts Bailey ou Treadway.

Du 12 au 18 juin, reprise de la poursuite et conquête des monts Amiata.

Les destructions ne sont pas encore massives - 62 -. Placées judicieusement, elles ont nécessité le lancement de nombreux ponts Bailey ou Treadway.

La poursuite continue du 18 au 21; phase d'arrêt du 21 au 28 sur la ligne défensive des rivières Ombrone et Orcia; percement de cette ligne et prise de Sienne, du 28 juin au 3 juillet.

Au cours de cette période, l'ennemi ayant eu le temps de se rétablir et disposant d'unités de pionniers exécute des destructions systématiques particulièrement dans une zone de 20 km précédant Sienne (5 destructions par kilomètre d'avance pour le secteur du C.E.F.). Des mines placées dans les destructions réalisées ou parmi les décombres des obstructions causent une gêne sérieuse pour le rétablissement des communications. Dans certains cas par exemple, le dégagement des obstructions vu la présence des mines, n'est plus justiciable d'engins mécaniques, la détection n'étant guère possible en raison de la multiplicité des pièces métalliques se trouvant dans les décombres. 256 destruction rencontrées.

Après la prise de Sienne, phase de poursuite du 4 au 7 juillet, suivie d'un arrêt du 8 au 17 juillet sur une ligne de résistance passant par le noeud de communication de Poggibonsi : l'ennemi décroche et la poursuite reprend du 17 au 22 juillet.

Comme dans la phase précédente, les destructions et obstructions sont très nombreuses - 167 - et très importantes; elles sont semées de mines qui rendent le rétablissement des communications délicat.

¹ : Corps Expéditionnaire Français

c - Le tableau suivant récapitule les renseignements sur le rétablissement des communications

N°	Secteur	Nombre de km route remis en état	Nombre de destructions	Longueur des brèches en m.	Ponts lancés (longueur en pieds)				
					Bailey	Tread Way	Heavy Ponton	Pont d'infanterie	Pont en bois
1	A. du GARIGLIANO à PICO	300	23	220	730'	450'	200'	780'	26'
2	PICO à CECCANO	170	51	540	530'				
3	CECCANO à ROME	480	61	740	400'	180'			
	TOTAUX	950	135	1500	1660'	630'	200'	780'	26'
4	B. DE ROME VITERBO à BOLSENA	200	26	280	600'	30'			
5	BOLSENA à RADICOFANI	250	51	715	750'	135'			
6	RADICOFANI SIENNE	600	266	3005	1000'	45'			
7	SIENNE à CERTALDO	350	167	1550	680'	45'			40'
	TOTAUX	1400	500	5550	3030'	255			40'
	REPORT	950	135	1500	1660'	630'	200'	780'	26'
	TOTAL GENERAL	2350	635	7050	4690	885'	200'	780'	66'

LE GENIE DANS LES CAMPAGNES DE FRANCE ET D'ALLEMAGNE 1944 - 1945

Pendant les campagnes de France et d'Allemagne, le Génie de la 1^{ère} Armée Française a, dans les conditions les plus variées, rencontré tous les problèmes qui pouvaient se poser dans une guerre moderne. Ses unités ont ainsi :

- opéré un débarquement de plage,
- attaqué des fortifications,
- relevé plus de 250 000 mines de toutes sortes devant les premiers éléments de la progression, en accompagnement de l'infanterie et des blindés d'attaque,
- dégagé au contact des éléments de défense 110 km d'abatis,
- franchi 1 140 coupures des communications (entonnoirs, fossés anti-chars, destructions à flanc de coteau, ponceaux, et grands ouvrages minés),
- lancé ou construit 21 000 mètres de ponts de tous modèles et de classe supérieure à 30 tonnes,
- opéré le franchissement de vive force ou par surprise de petites rivières ou de grands fleuves,
- lancé de grands ponts en courant rapide,
- construit des pistes et réfectionné des routes,
- organisé défensivement des positions (barrages anti-chars, champs de mines, travaux de position et dispositifs de destruction),
- rétabli et mis en exploitation les voies ferrées,
- construit un camp moderne et aménagé une école militaire,
- enfin, exploité à fond les ressources locales.

Mais ce qui augmente la valeur des enseignements que l'on peut tirer de tous ces travaux, c'est la diversité des conditions dans lesquelles ils furent exécutés. En effet, les opérations qui ont conduit la 1^{ère} Armée Française de la Méditerranée en Autriche sont caractérisées par :

a) la diversité de nature des théâtres d'opérations :

- région méditerranéenne des quinze premiers jours avec ses cours d'eau à sec,
- secteur des Alpes avec ses coupures de montagne, ses torrents et le compartimentage du terrain,
- plaines humides et montagnes boisées de l'Est de la France,
- régions variées du sud-Ouest de l'Allemagne ...

b) un cycle complet de saisons,

avec période de sécheresse, de pluies abondantes, de neiges, de froid intense, de dégel et de printemps.

c) toutes les phases de la bataille :

- débarquement de plages et combats sur un front sans arrières,
- poursuite d'un ennemi faible et surpris,
- préliminaires d'attaque d'un front puissamment organisé,
- rupture de fronts fortifiés,
- exploitation sur un ennemi forcé aux replis successifs,
- arrêts défensifs,
- franchissement de vive force d'un grand fleuve,
- poursuite en pays ennemi d'un défenseur défait.

d) enfin, divers facteurs caractéristiques d'un emploi du Génie.

- grandes Unités de types différents (groupements inter-armes, D.I., D.B., D.M., corps de montagne),
- secteurs étroits et fronts étendus,
- unités nord-africaines et bataillons français,
- rattachement à des dépôts alliés, puis autonomie.

Après l'expérience du Génie du C.E.F. en Italie, c'est de tous ces travaux exécutés dans les conditions les plus variées que le Génie de la 1^{re} Armée Française a pu tirer un ensemble d'enseignements cohérents et complets dont une partie est exposée dans la notice Réflexions sur l'Organisation du Génie dans l'armée future.



Ces deux textes mettant en évidence :

- d'un point de vue défensif,
 - le nombre et l'importance des obstacles à franchir ou à contourner : brèches, destructions et obstructions. L'efficacité de ces obstacles est renforcée par des mines, des pièges, et, souvent, par les feux d'infanterie ou d'artillerie.
 - le nombre de mines posées en dehors des itinéraires, dans les villages et les zones de déploiement.

- d'un point de vue offensif,
 - l'importance du camouflage et de la désinformation (lors des préparatifs d'offensive sur le Garigliano par exemple),
 - l'importance de la maîtrise du ciel, pour favoriser l'observation amie et empêcher l'observation et l'intervention offensive de l'aviation ennemie,
 - le nombre et la longueur des ponts divers à mettre en oeuvre pour le rétablissement des ouvrages détruits par l'ennemi,
 - la diversité et l'importance des tâches à exécuter et des moyens mécaniques et humains à mettre en oeuvre pour faire face aux besoins d'une armée moderne en campagne : rétablissement d'itinéraires, création de pistes et voies diverses, alimentation en eau, en énergie électrique, lutte contre l'incendie, aménagement d'aires diverses, (P.C., dépôt, hôpitaux, ateliers, pistes d'envol, etc).

C'est à partir des enseignements de la guerre de 1939-1945 que les premières études de nouveaux matériels ont débuté ; dans les faits, le lancement et le déroulement de celles-ci a été laissé, pour une large part, à l'initiative de la Direction Technique (Direction des Etudes et Fabrications d'Armement) et à ses établissements.

Cependant, peu à peu, des procédures plus systématiques ont été arrêtées et le rôle propre des différents organismes impliqués dans l'élaboration des matériels militaires a été précisé et codifié.

En 1975, les procédures sont stabilisées et la marche suivie est décrite ci-après.

A l'Etat-major de l'Armée de Terre (EMAT) revient en premier lieu la charge d'établir un catalogue des exigences imposées au matériel projeté, dont le besoin a été reconnu. Ce document dénommé fiche de caractéristiques militaires énumère les données physiques, les performances et les aptitudes demandées. Sa rédaction exige un long travail de préparation et de concertation au cours duquel sont utilisées les conclusions sur l'opportunité du besoin, les données fournies par les services de renseignement (matériels étrangers existants ou prévus) et les précisions sur l'état actuel de la technique. Les Commissions Consultatives Permanentes sont à ce stade l'instrument essentiel de l'action ; pour les matériels du Génie les Commissions Consultatives sont présidées par un haut responsable de l'inspection du Génie.

La Fiche des caractéristiques militaires est transmise à la direction technique, en l'occurrence le bureau Matériels du Génie (MOBMG), en même temps qu'un groupe de travail (GTC) est constitué, présidé par un ingénieur de l'armement. Après de préalables confirmations de faisabilité, si le projet est jugé viable, le placement de l'étude pour son exécution est effectué dans l'industrie d'état (établissements de la DGA ou sociétés nationales) ou dans l'industrie privée.

Si les résultats de l'étude sont probants, la décision de réalisation de prototypes est prise ; aussitôt achevés, leur qualification est effectuée - éventuellement après modification - par un établissement d'essai de la Délégation Générale pour l'Armement (DGA) : Etablissement Technique d'Angers (ETAS), Etablissement Technique de

Bourges ETBS etc... Pour les matériels du Génie, par la suite, la validation militaire, c'est-à-dire la vérification de l'aptitude du matériel à répondre aux exigences militaires est vérifiée par la Section Technique de l'Armée de Terre (STAT), organisme dépendant de l'EMAT.

Le matériel satisfaisant est alors adopté officiellement par l'EMAT.

Une présérie de quelques matériels permet de résoudre les problèmes d'industrialisation. La fabrication en série s'effectuera par la suite sous la surveillance du Service de Surveillance dans l'industrie (SIAR) qui fait exécuter les essais de recette avant livraisons aux organismes militaires.

Le GTC suit l'élaboration du matériel jusqu'à la livraison des premières séries, après quoi intervient une Commission de modifications, présidée par un représentant de la Direction du Matériel (D.C.M.A.T.) ; elle instruit les demandes de modification. Enfin, une commission logistique centralise les questions liées à la maintenance du matériel.

L'organisation qui vient d'être décrite, par l'intervention des commissions et groupes de travail a une caractéristique marquée de collégialité qui assure le contact permanent entre tous les intervenants dans l'élaboration d'un matériel et rend plus aisés les arbitrages entre les contraintes opérationnelles, techniques et financières.

Le présent ouvrage est divisé en quatre parties :

- les munitions explosives du génie,
- les moyens de franchissement des coupures,
- les moyens d'aménagement des itinéraires et du terrain ,
- les moyens et techniques divers,

et une conclusion.

Deux textes figurent en annexe 1 et annexe 2

Bien qu'il couvre spécifiquement les années 1945-1975, des informations ultérieures, notamment sur des aboutissements d'études ou des perspectives de programmation connus au moment de sa rédaction finale (1992), ont pu être jugées intéressantes à fournir en complément.

1 - LES MUNITIONS EXPLOSIVES DU GENIE

1.1. - SITUATION DE 1939 A 1945

1.1.1. Dispositifs de destruction proprement dits

Pour rendre inutilisables les voies de communication, le sapeur de 1939 dispose de pétards de mélinite contenus dans des enveloppes métalliques étamées (pétard de 135g Mie 1886, pétards de 10 et 20kg Mie 1929), d'un cordeau détonant de mélinite pulvérulente contenu dans un tube souple en étain (cordeau Mie 1902), des amorces au fulminate, ainsi que de la mèche lente commerciale. Il s'y ajoute éventuellement des amorces électriques et les exposeurs correspondants, également empruntés au secteur civil. Bien entendu, en cas de création de fourneaux de mines importants, on a recours aux explosifs civils pour constituer le corps de charge. Les explosifs réglementaires indiqués ci-dessus doivent essentiellement servir à l'amorçage, ou, en ce qui concerne les petits pétards à la destruction des charpentes métalliques. Ce matériel est d'ailleurs excellent, de conservation pratiquement sans limite, mais il n'existe qu'en petite quantité - en raison peut-être d'un prix très élevé. Ajoutons qu'en 1939 les principaux itinéraires routiers, dans la zone supposée de l'invasion ennemie, sont munis de « dispositifs » de destruction - entendez que les chambres sont creusées (ou construites) et les explosifs destinés à la destruction stockés à proximité.

C'est avec ce matériel que les sapeurs affronteront la guerre de 1939.

Les troupes françaises qui débarqueront en 1944 sont équipées de matériel américain ou anglais réalisé en temps de guerre, c'est-à-dire facile à produire au prix d'une moins bonne conservation de longue durée : pétards de tôle à enveloppe de carton imperméabilisé, cordeau souple à pentrite, explosif plastique surtout qui remplace les pétards pour la destruction des charpentes métalliques. En 1945, nous disposons, en plus, d'échantillons d'engins allemands, très analogues en ce domaine à ceux des alliés.

Ces matériels sont jugés excellents vis à vis de l'efficacité. Ils suscitent cependant une critique en ce qui concerne leur sécurité, car dans un système pétard de tôle/cordeau pentrite, il est nécessaire de placer des détonateurs au bout des divers cordons réunissant les pétards, ce qui peut être éventuellement une source de fonctionnement prématuré accidentel dans le cas d'un dispositif établi longtemps avant sa mise en oeuvre. Cet inconvénient n'existait pas dans le vieux système français où le cordeau sans amorce suffisait pour faire détoner le pétard.

1.1.2.- Mines antichar et anti-personnel

1.1.2.1. - En 1939

Dans ce domaine, nous entrons en guerre avec la « mine légère d'infanterie antichar Mie 1936 », la « mine lourde à charge allongée Mie 1935 », « l'allumeur SEMG à

traction ou pression Mle 1940 », la « mine bondissante de 60 Mle 1939 » et la « mine bondissante de 75/81 Mle 1940 ».

En 1939 nous pénétrons en Sarre dans le territoire allemand. Les chars sautent sur des mines invisibles ; les fantassins hors des routes accrochent par inadvertance un fil qui traîne, ou coupent un fil tendu qui les gêne : une gerbe d'éclats fauche alors tous ceux qui se trouvent dans un cercle de 30 m de diamètre : nous faisons ainsi connaissance avec la "Tellermine" anti-char et la mine bondissante anti-personnel. On essaie de déminer : si on retire une Tellermine sans précaution, elle explose...

Lorsque cependant on parvient à trouver, à examiner et à essayer quelques engins intacts, on découvre que notre matériel est totalement surclassé dans tous les domaines : efficacité, facilité d'emploi, facilité de fabrication de série, variété des allumeurs disponibles, possibilités de piégeage, etc.

1.1.2.2 - Au cours de la guerre...

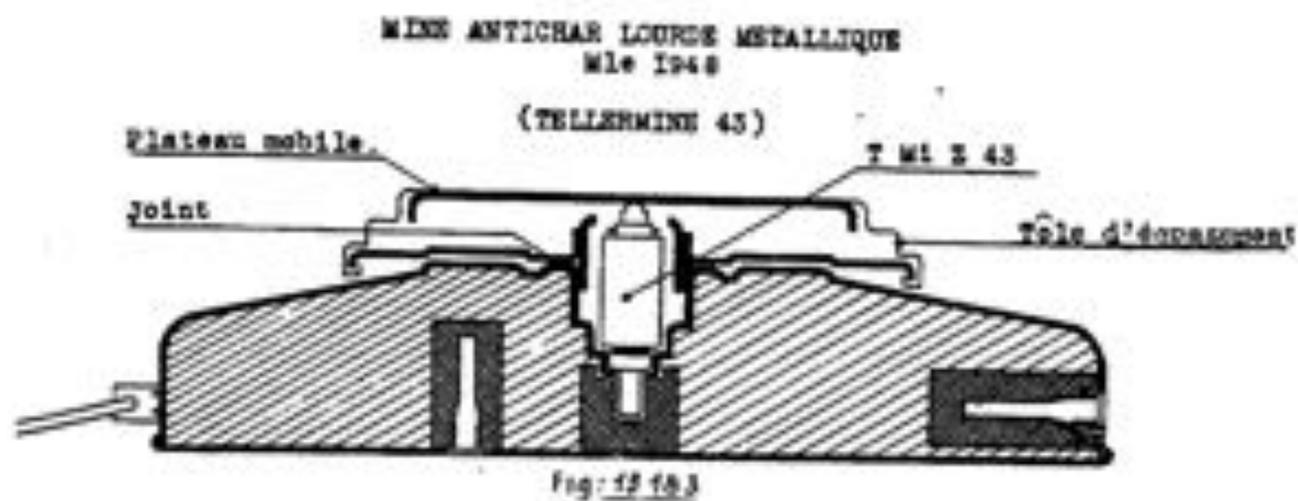
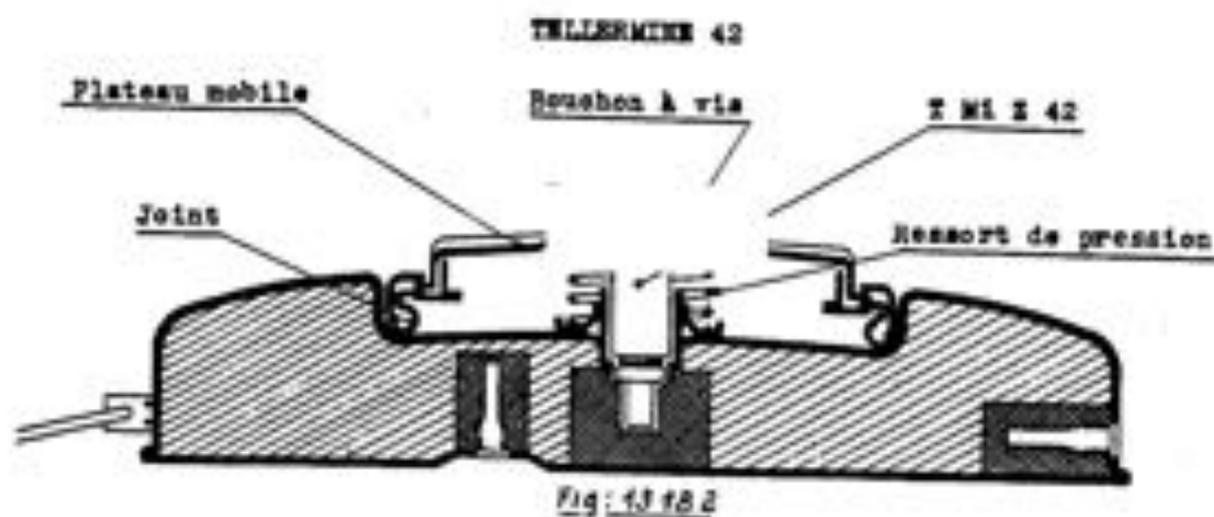
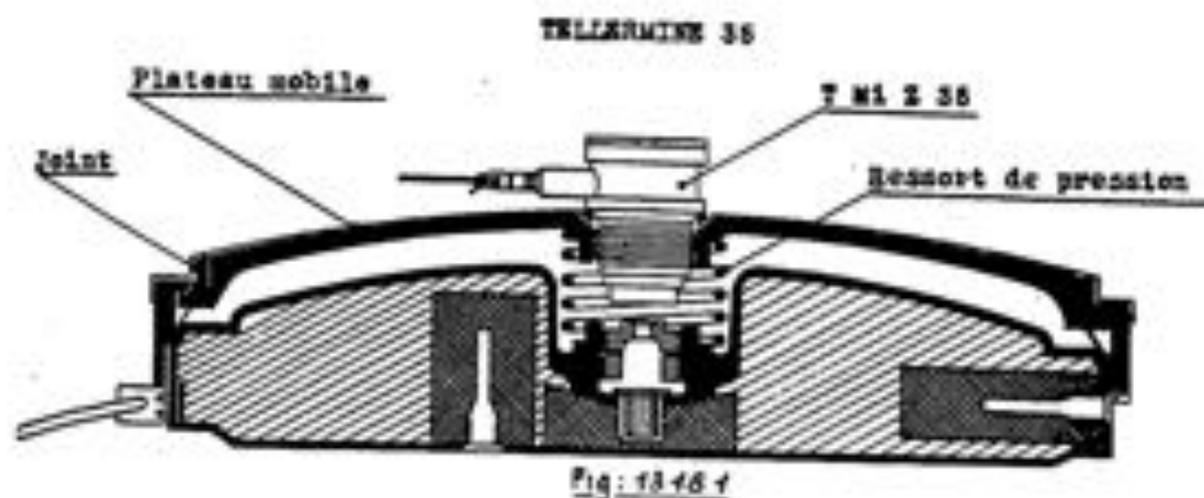
Le rôle joué par les mines devient considérable, en Afrique et surtout sur le front germano-russe.

Les Allemands simplifient leur matériel : l'évolution de la Tellermine Mle 35, puis Mle 42, puis Mle 43 est caractéristique d'une recherche de la facilité de fabrication, sans perdre aucune de ses qualités militaires. Ils copient sous le nom de "Schützenmine 42" (en français "Schuhmine" !) un engin russe très rustique : une boîte en bois avec un couvercle pivotant sous la pression du pied et qui, dans ce mouvement, arrache la goupille d'un allumeur mécanique très simple relié à un pain de tôle de 200 g. Cet engin sera fort redouté par nos troupes.

Enfin, devant le développement de ces engins on commence à chercher des moyens de déminage plus rapides et moins dangereux que le sondage à la baïonnette par un rang de sapeurs au coude à coude. Les détecteurs électro-magnétiques, signalant la présence du métal caché, font leur apparition. Le problème de "l'indétectabilité" était alors posé ; il fut résolu par l'apparition de mines à enveloppe de verre ou de carton bitumé avec allumeur chimique : totalement sans métal, elles obligèrent les démineurs à revenir au sondage manuel avec tous ses inconvénients.

1.1.2.3. - En 1945

Nous disposons, en plus d'abondantes prises de matériels allemands, des engins anglo-saxons -principalement américains. Pas plus que nos engins de 1930 ceux-ci ne supportaient la comparaison avec les engins allemands.



1.2.- ETUDES ET REALISATIONS FRANCAISES DEPUIS 1945

1.2.1- Généralités

Quand recommencent en France les études des matériels explosifs du Génie, les souvenirs récents de la guerre et même la crainte, surtout à partir de 1948, qu'elle puisse recommencer immédiatement, orientent les études vers la reproduction des engins efficaces qui sont, ou paraissent, les plus faciles à "copier" -sans qu'il soit interdit de les améliorer éventuellement. On commence donc par réaliser des mines antichar et anti-personnel métalliques.

La recherche d'engins indétectables suivra, aidée par le développement contemporain des diverses matières plastiques puis par la découverte des explosifs armés.

Enfin l'apparition de la charge creuse et des charges formées, uniquement employées jusqu'alors dans les projectiles, permettra la réalisation de prototypes de mines entièrement nouveaux.

Ajoutons à cela une réorganisation administrative touchant l'élaboration des matériels du Génie. L'étude de ces derniers autrefois conduite par le Service d'études des Matériels du Génie qui dépendait de la Direction Centrale et de l'Inspection Générale du Génie, passe à la Direction des Etudes et Fabrications d'Armement (DEFA). Celle-ci ne dispose pas d'un établissement compétent pour les études, la mise au point et les essais de ces matériels. L'ETAS, créé en 1950 n'a ni vocation ni possibilité de traiter des matières explosives, ce qui explique un recours quasi total à l'industrie privée pour la réalisation des prototypes et à la Section Technique de l'Armée (STA) pour un très grand nombre d'essais. L'Ecole Centrale de Pyrotechnie, l'Atelier de Chargement de Salbris et l'Atelier de Fabrications de Toulouse, établissements de la DEFA apporteront progressivement une aide précieuse.

1.2.2. - Les mines antichar

1.2.2.1. - Qualités recherchées pour une mine antichar

Au début il ne s'agit encore que d'immobiliser le char ennemi en cassant une chenille, ou, au mieux, en endommageant le train de roulement. Pour que l'engin fonctionne, il faut que la chenille enfonce "un plateau de pression" qui actionne l'allumeur. La pression nécessaire doit être assez faible pour que le char provoque le déclenchement, assez forte cependant pour que la mine ne puisse être déclenchée accidentellement par un piéton ou par un effet de souffle d'explosions, en particulier de celles des mines voisines. La mine doit donc pour fonctionner correctement avoir une assise assez grande, avec un plateau de pression plus restreint, ceci pour éviter qu'elle ne s'enfonce simplement dans le sol sous l'effet de la chenille. Il s'agit en effet d'obtenir le fonctionnement sous des forces de 250 à 400 kg. L'engin doit contenir une quantité suffisante d'un explosif nécessairement brisant -on passe de 2,5 à 3 kg en 1936 à 5,7 ou même 9 kg en 1945. Mais il faut que la mine soit commode à mettre en place, donc pas trop lourde, aussi plate que possible, difficile à détecter et à déminer - ce qui implique au moins un dispositif de piégeage - qu'elle conserve son activité grâce à son étanchéité, une fois en place sous une mince couche de terre, où elle subit des écarts

considérables de température et d'humidité. Toutes ces conditions sont très difficiles à remplir simultanément.

1.2.2.2. - La mine antichar métallique Mie 1948

Cet engin est le résultat -il a fallu deux ans pour l'obtenir- de la copie de la mine allemande TMIZ 43, dernier modèle : issue elle même, de la Telemine allemande Mie 35 ; elle contient 5,5 kg de tolite.

Le plateau de pression comporte une tôle d'écrasement fine et circulaire, à gradins, qui règle la force de fonctionnement nécessaire. L'allumeur à pression antichar métallique Mie 1948, introduit au moment de la pose en dévissant le plateau, est très simplifié : le percuteur, retenu par une goupille, comprime un ressort : le fonctionnement est obtenu par rupture de la goupille lors de l'écrasement du plateau, la détente du ressort propulse le percuteur.

La mine comporte 2 alvéoles de piégeage acceptant l'allumeur à traction métallique modèle 51, et, en attendant sa mise au point, le ZZ 42 allemand dont les stocks sont importants.

L'engin ne fut fabriqué qu'à quelques milliers d'exemplaires en attendant la sortie prochaine de mines indétectables.

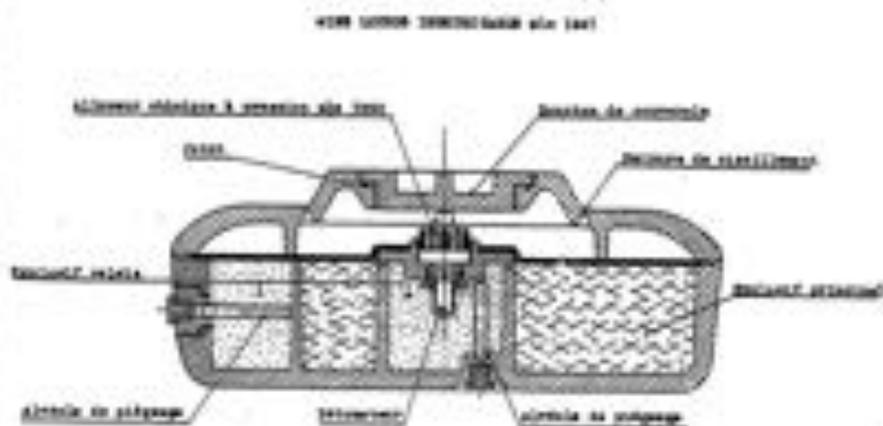
Sa mise au point et sa fabrication avaient été riches d'enseignement : on apprend que l'engin le plus simple peut être difficile à fabriquer, faute de plans et de spécifications techniques précises. On avait réussi aussi à sertir un couvercle (ici le fond de la mine) sur un récipient contenant un explosif, hérésie au point de vue de la sécurité pour les spécialistes du chargement ! Nous avons même, maladroitement, copié la poignée de transport si commode au moment de la mise en place.

... Et un sapeur qui avait eu à pratiquer le déminage de cet engin fit remarquer que cette poignée était bien commode pour fixer un crochet, attaché à une longue corde, permettant de récupérer la mine quand elle n'était pas piégée, ou de la faire exploser sans danger dans le cas contraire !

1.2.2.3.- La mine lourde indétectable Mie 1947

Il s'agit maintenant de mettre en échec le détecteur de mine électro-magnétique. Pour cela il faut supprimer le métal et avoir recours à une enveloppe en matière non

métallique et à un allumeur chimique; on toîle seulement l'enveloppe métallique du détendeur. Les matières plastiques possibles sont alors en nombre très réduit; après des essais peu concluants d'une enveloppe de verre, on emploiera la matière bitumineuse des bacs



d'accumulateurs de l'époque ; la forme de l'engin est obtenue par compression de la matière pulvérulente. Le corps de mine est chargé de 6 kg de tolite fondue avec relais en explosif pulvérulent ; le poids total de l'engin est de 11 kg.

Le couvercle, d'une pièce, avec le plateau de pression, est collé, ce qui ne fut pas un mince problème technique. La force de déclenchement est réglée par une rainure circulaire à la base du plateau de pression ; un bouchon à vis au centre de ce dernier permet l'introduction de l'allumeur chimique à pression Mie 1950^o qui fonctionne par l'écrasement d'une ampoule de verre contenant de l'acide sulfurique agissant sur du chlorate de potassium entourant l'ampoule. La flamme résultante amorce un détonateur dont la composition pyrotechnique est classique, mais dont l'enveloppe en matière plastique pose encore un problème technique difficile malgré son apparente simplicité. L'ensemble donnait des résultats convenables en matière d'efficacité et de conservation. Il en fut commandé plusieurs dizaine de milliers mais la fabrication fut interrompue à la suite des premiers essais très prometteurs qui devaient conduire à la mine en explosif armé dont nous allons parler ci-après (1.2.2.4.1.).

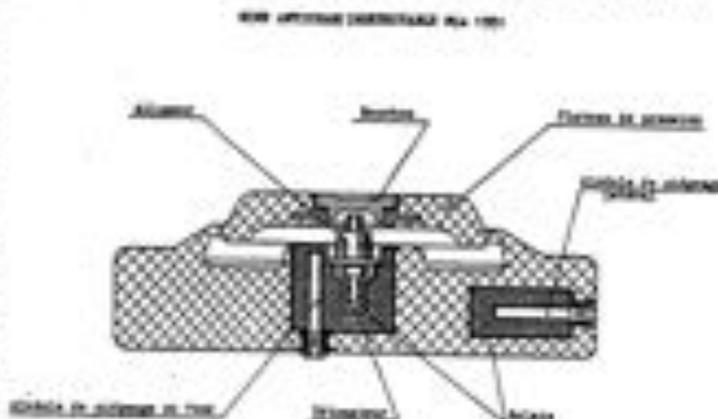
Notons auparavant que pour la recette des enveloppes de mines Mie 48 on avait utilisé, pour la première fois en France, le test séquentiel de Wald devenu classique depuis. Ce test consiste en un prélèvement au hasard dans un lot des échantillons que l'on soumet à un essai destructif. La suite consiste à donner 1 point pour chaque bon fonctionnement, à en retirer un nombre fixé (5 par exemple) en cas de mauvais fonctionnement et à poursuivre jusqu'à ce que le total algébrique des points atteigne un nombre positif donné (20 par exemple) cas où le lot est reçu, ou un autre nombre négatif donné (- 40 par exemple) cas où il est refusé.

On démontre que ce système est d'autant plus économique que le lot est bon (faible pourcentage de l'échantillon total nécessaire) mais il est très mauvais quand le lot contient un grand nombre de pièces défectueuses.

Lors de la première recette, la fabrication n'étant pas au point, l'opération ressembla fort au test de la boîte d'allumettes, qui consiste comme on sait à essayer toutes les allumettes pour vérifier qu'elles sont bonnes.

1.2.2.4.1 - Les mines antichar indétectables Mie 1951 et Mie 1952

Ces engins résultèrent d'une invention très originale, faite par hasard par un ingénieur de la Société Alsacienne d'Explosifs, M. Rochelet. Il avait remarqué, dans un atelier de chargement en tolite, un paquet de laine de verre utilisé pour améliorer l'isolement thermique de l'atelier. Il eut l'idée d'utiliser ce produit comme armature en versant de la tolite fondue dans un moule rempli de cette laine de verre : il obtint ainsi un bloc parfaitement compact, très solide, pratiquement insensible à l'humidité, et dont la puissance explosive était conservée



intacte : on l'a appelé l'explosif "armé" dans le sens où l'on parle de béton armé.

Le brevet pris en 1954, ainsi que divers certificats d'addition, a en premier lieu été appliqué à la réalisation des pétards de 5 kg, 1 kg - 500 g. Ces engins étaient de simples parallélépipèdes, obtenus par coulée de tolite en fusion dans des moules en aluminium, garnis de laine de verre. Les relais d'amorçage étaient constitués de comprimés de tétryl ou d'hexogène-cire empilés dans des boîtiers étanches en matière plastique, fermés par collage. Ces boîtiers, immobilisés par des broches filetées à travers la paroi des moules, se trouvent ainsi noyés dans la tolite armée au moment du remplissage du moule. Après solidification, dévissage des broches et démoulage, on obtient des blocs d'explosif comportant des relais incorporés faciles à initier par détonateurs standards.

C'est ce principe général qui a dicté la réalisation des mines antichars Mie 51 et 52. Toutefois, la nécessité d'un plateau de pression à rupture contrôlée et d'une grande cavité interne centrale permettant la mise en place de l'allumeur et son déclenchement par la descente du plateau, ont conduit à envisager la réalisation de cette mine en 3 phases distinctes.

a/ Moulage du corps

C'est une sorte de galette épaisse, d'un diamètre inférieur de 12 cm environ à celui de la mine terminée. Ce corps est réalisé suivant la méthode générale précitée, c'est-à-dire par coulée de tolite liquide dans un moule garni de laine de verre en vrac. Lors de cette coulée, un boîtier en matière plastique chargé en explosif d'amorçage, disposé dans le moule, se trouve incorporé au centre du bloc et immobilisé par l'explosif solidifié.

b/ Moulage du couvercle

Cette pièce à la forme générale d'un dôme tronconique, constitué d'une sorte de chapeau central rigide associé à une collerette d'appui périphérique à laquelle il est lié par une épaisseur de moindre résistance créée par un sillon superficiel. Cette pièce est aussi réalisée dans un moule en alliage léger, par coulée de tolite fondue. Toutefois, en plus du garnissage du chapeau avec des fibres de verre en vrac, le renforcement au niveau du sillon de rupture est obtenu par un disque calibré de feutre de verre, permettant de régulariser l'effort de rupture du plateau de pression central. De plus, on incorpore lors de la coulée un écrou central de grand diamètre, en matière plastique, immobilisé en rotation par des branches radiales noyées dans l'explosif. Cet écrou permettra de visser par la suite le bouchon central.

c/ Assemblage corps-couvercle Finition de la mine

le corps et le couvercle sont emboîtés l'un sur l'autre et disposés dans un 3^{ème} moule, dont le pourtour restant est garni de laine de verre. Par introduction de tolite fondue dans ce volume périphérique, on obtient, après solidification, une couronne rigide qui assemble le corps et le couvercle et donne à la mine sa forme définitive. Entre le corps et le couvercle, il subsiste une cavité destinée à recevoir l'allumeur à pression qui déclenche l'explosion de la mine lorsqu'il est écrasé par le plateau de pression, cisailé au passage d'une chenille de char,

L'écrasement de ce plateau de pression est obtenu sous un effort compris entre 200 et 600 kg.

La 1^{ère} mine ainsi réalisée a été la "Mine Antichar Indétectable Mie 51". La masse totale était légèrement supérieure à 7kg, dont pratiquement 95 % d'explosif, ce qui était suffisant pour immobiliser un char par rupture de la chenille.

Cette mine, adoptée par la France en 1951, a été fabriquée à l'époque en quantités importantes. Il en reste en stock un très grand nombre encore en parfait état et ayant conservé toute leur efficacité.

Vers 1957, la RFA, qui commençait à reconstituer un armement conventionnel, a entrepris de se doter d'une mine antichar. Après une sévère expérimentation comparée des matériels existants, la MACI-51 fut retenue pour l'équipement de la Bundeswehr. Plusieurs centaines de mille de ces mines furent réalisées par Alsetex, suivies de la vente de la licence de fabrication en Allemagne. Pour encore plusieurs centaines de milliers de mines, les accessoires (relais d'amorçage, allumeurs, etc.) furent fournis par Alsetex, qui continua à en assurer l'assistance technique auprès de la RFA.

Le principe de réalisation de cette mine permettait d'obtenir, à partir du même couvercle, une mine plus épaisse, donc d'une masse plus élevée. C'est ainsi que fut réalisée la "MACI-52", comportant 9 kg d'explosif. Cette mine fut adoptée en particulier par les Pays-Bas et le Danemark.

Pour la petite histoire, signalons les anecdotes suivantes :

- En 1967, avant la Guerre des 6 Jours, le fournisseur de laine de verre a signalé à la Sté Alsetex que l'Attaché Militaire israélien en France avait demandé la fourniture d'un certain tonnage de ce produit, avec, comme seule spécification technique "Identique à ce qui est livré à la Sté Alsetex". Cela indiquait évidemment que les Israéliens étaient en train de fabriquer la MACI-52 sans s'embarasser des problèmes de licence !
- Alsetex a livré à Singapour, vers 1972, quelques milliers de mines de ce modèle. Quelques années après, les Ateliers Militaires de ce pays ont commencé à fabriquer et à vendre sur catalogue la mine STM-1, qui n'est autre que la copie servile de la mine française (cf. Jane's Military Vehicles and Ground Support Equipment - Ed. 1983, page 185).

Ces deux anecdotes, ajoutées au choix de cette mine par des pays tels que la RFA, témoignent de ses qualités, en particulier dans le domaine coût/efficacité, malgré l'ancienneté de sa conception.

1.2.2.4.2. - Allumeurs de mines antichars 51/52 à pression

La mine indétectable Mie 47 qui précéda la MACI-51 était en principe équipée d'un allumeur chimique Mie 50 fonctionnant par écrasement d'une ampoule de verre libérant de l'acide sulfurique qui, en tombant sur une pastille confectionnée avec un mélange de chlorate de potasse et d'acide gallique, créait une flamme permettant l'initiation d'un détonateur à base d'azoture de plomb et de pentrite.

La difficulté de fabrication de cet allumeur, en particulier au niveau de l'ampoule de verre a conduit à rechercher un autre système d'allumeur à pression plus fiable et plus sûr. L'allumeur chimique avait en effet fait apparaître de dangereux fonctionnements à retardement s'expliquant de la façon suivante :

- pour des raisons particulières, le poussoir appuyant sur l'ampoule la fissurait seulement sur sa génératrice supérieure.
- l'acide sulfurique ne tombait pas de suite sur la pastille, mais s'écoulait à l'extérieur de l'ampoule par capillarité, et l'inflammation de cette pastille intervenait suivant un temps variable pouvant atteindre plusieurs minutes.

Pour cette raison primordiale de sécurité, la Sté Alsetex a étudié et réalisé pour les mines antichars, "Allumeur à pression AC Mle 52". C'était un allumeur basé sur le principe de friction de deux surfaces coniques associées, avec interposition de composition sensible à base de phosphore.

L'élément supérieur de cet allumeur était une sorte de poussoir cylindrique terminé à son extrémité inférieure par un cône de révolution à 90°. Ce poussoir appelé "pointeau" est équipé à mi-hauteur environ d'une sorte de collerette, d'appui sur le "frottoir" constitué d'un cône femelle fendu en quatre. Ces 2 pièces reçoivent au préalable sur leur surface conique un dépôt constitué de verre broyé en suspension dans un liant plastique. Après séchage, les 2 éléments sont emboîtés l'un dans l'autre après dépôt de pâte au phosphore sur l'extrémité du pointeau. L'ensemble pointeau-frottoir, après séchage, est emboîté et collé dans un corps en matière plastique pourvu d'un détonateur.

L'ensemble étant posé dans l'alvéole central de la mine, et le bouchon de celle-ci revissé à fond, lors du passage de la chenille du char sur la mine, le plateau de pression s'enfonce sous la charge. Par l'intermédiaire du bouchon central, le pointeau de l'allumeur est entraîné vers le bas. La pâte sensible interposée est sollicitée à la fois en pression et en friction, car les pattes du cône-frottoir sont écartées par le pointeau ; une flamme jaillit initiant le détonateur, puis la mine.

Cet allumeur a équipé d'origine les premières mines, d'ailleurs livrées en coups complets par caisses de 4 mines. Son fonctionnement a toujours été satisfaisant et sûr. Toutefois, à partir de la fin des années 50, le matériel fut soumis à des exigences techniques plus sévères qu'auparavant en ce qui concerne les conditions d'emploi et le vieillissement au stockage en particulier. Il a donc fallu reprendre la réalisation d'un allumeur à pression sur des bases différentes, ce qui conduisit à la réalisation de l'allumeur à pression AC Mle 61. Cet allumeur diffère du précédent sur les points suivants :

- utilisation de matières plastiques plus évoluées dans les domaines de l'étanchéité à la vapeur d'eau à chaud (polyéthylène) et de la tenue mécanique dans une large gamme de températures (-40° à + 70° : Polycarbonate - Nylon) ;
- obtention d'une enveloppe parfaitement étanche par soudure à chaud des 2 pièces (corps et coiffe) la constituant ;

- accroissement de la sécurité de manipulation par écartement au stockage des éléments sensibles.

La conception d'ensemble s'apparente à celle de l'allumeur 52 par la présence d'un pointeau dont l'extrémité est garnie d'une pâte sensible à la friction et d'un cône frottoir, lui aussi fendu en quatre. Mais ces 2 éléments ne sont pas assemblés au contact comme dans l'allumeur 52, mais décalés en hauteur d'environ 2 mm. Pour ce faire, le pointeau est surmoulé dans une coiffe conique déformable en polyéthylène et le cône est posé sur une entretoise à l'intérieur du corps lui aussi en polyéthylène. Après enduction du pointeau, la coiffe est emboîtée dans le corps et soudée à chaud. Les pièces internes sont dimensionnées pour laisser subsister entre pointeau et cône une course neutre de 2 mm, qui autorise en particulier une chute libre accidentelle de 2 m de hauteur. La partie inférieure du corps est fermée de moulage par un paillet de faible épaisseur, la présence d'un petit relais renforceur interne au contact de ce paillet entraîne sa fusion et la transmission de la flamme.

1.2.2.4.3 - Autres allumeurs adaptés aux MACI 51/52

Les essais en vraie grandeur ayant montré que la MACI-51 présentait une efficacité importante en fonctionnement entre chenilles, sous le plancher du char, 2 types d'allumeurs adaptés ont été étudiés et réalisés.

a/ Allumeur indétectable à tige basculante Mie F1 (ALBS ID F1)

Cet allumeur fonctionne effectivement par basculement d'une tige en matière plastique dépassant de 0.60 m au-dessus de la mine. Cet allumeur est indétectable et fonctionne également au contact direct d'une chenille.

b/ Allumeur à tentacules

Cet allumeur est équipé de 4 câbles de contact à 90° l'un de l'autre. Le boîtier central renferme un dispositif électronique simple alimenté par piles, permettant le contrôle du circuit et la sécurité d'armement.

L'envergure des tentacules atteint 5 m. Le fonctionnement est obtenu par écrasement simultané de 2 tentacules opposées, ce qui garantit l'explosion de la mine sous le plancher du char.

Ces deux types d'allumeurs ont fait l'objet de commande pour assurer une valorisation du stock de MACI-51, encore important.

1.2.2.5. - La mine antichar indétectable grille Mie 1951

La mine ci-dessus échappait au détecteur de mine électro-magnétique, mais restait justiciable du sondage à la baïonnette.

D'où l'idée de constituer une mine composée de pains d'explosifs plastiques dans une enveloppe souple perforable par la sonde, et donc indétectable par le démineur. Le problème était l'amorçage de ce système : il fallait un dispositif rigide pour que la chenille du char déclenche l'allumeur. Ce dispositif fut constitué par une structure ajou-
lée portant "un plateau de pression" formé de 3 branches minces en étoile reposant

sur 3 goupilles calculées de manière à se rompre sous la force convenable. Un petit relais porte-allumeur, solidaire de la structure de base porte le même allumeur indétectable que les mines précédentes, ou, lorsque celui-ci fut adopté, l'allumeur à pression indétectable antichar Mle 1956" qui apporte, par rapport aux précédents, un progrès notable de la sûreté de fonctionnement.

1.2.2.6 - Mines à charge creuse ou formée

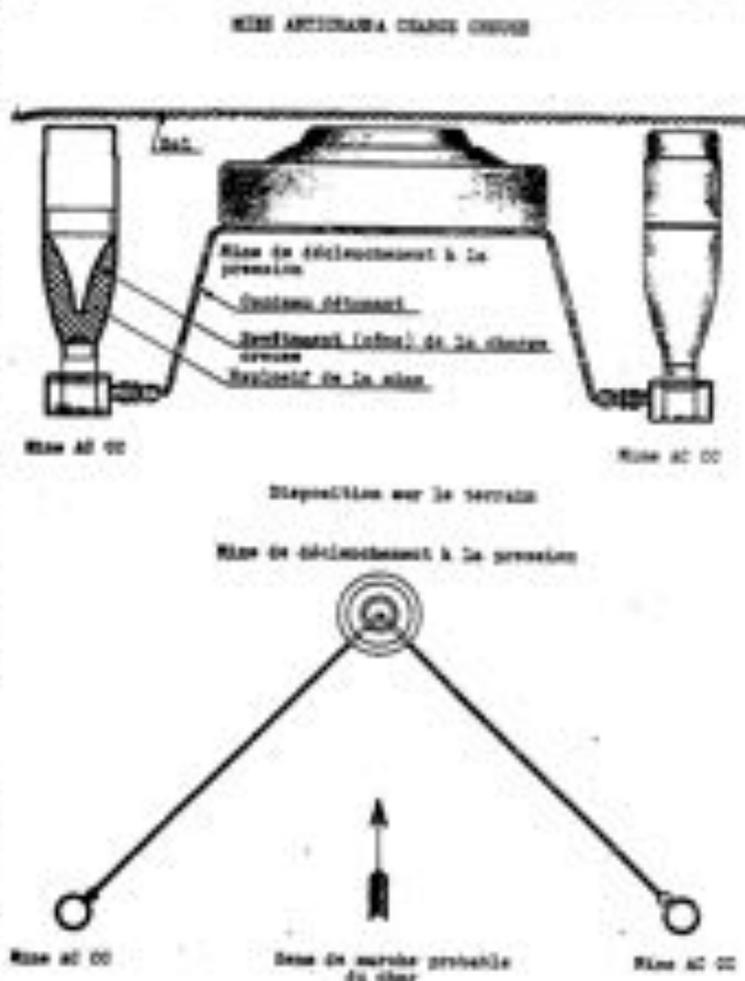
L'effet redoutable de la charge creuse, utilisée déjà dans des armes comme le Panzerfaust ou le Bazooka, donna l'idée de l'utiliser dans une mine antichar. Une mine allemande de ce type apparut en 1945 sur le champ de bataille.

La mine à charge creuse ou à charge plate antichars, contrairement à la mine classique à charge pleine qui agit sur les chenilles, est destinée à attaquer le ventre ou les flancs du char. En effet, une perforation serait peu intéressante sur une chenille qu'elle mettrait rarement hors d'usage, alors qu'une perforation du ventre du char a toute chance de provoquer une avarie grave voire fatale.

Pour obtenir ce résultat on a commencé par utiliser un allumeur à tige avec retard, mais l'effet de charge creuse n'est réalisé que si la mine se trouve au droit du ventre du char. On a donc imaginé de poser ces mines à charges formées par couples disposés perpendiculairement à l'axe de progression du char avec un allumeur à pression entre les deux mines, allumeur déclenché par la chenille : une des deux mines attaque alors le ventre du char. D'autres solutions ont été mises au point depuis, nous y reviendrons.

1.2.2.6.1 - Mines à charge creuse bondissante

En plus des difficultés de mise en oeuvre évoquées ci-dessus, il faut tenir compte du fait qu'une charge creuse n'est vraiment efficace que si elle explose à une distance donnée de la paroi qu'elle doit attaquer. Cette condition peut être réalisée par l'emploi d'une coiffe d'écrasement. Par ailleurs, la nécessité de camouflage de la mine conduit à l'enterrer et la couche de terre qui la recouvre est un obstacle à la formation du jet perforant et en réduit donc l'efficacité.



chenille. Ces mines présentent donc de gros avantages, mais sont pénalisées par les difficultés liées à la réalisation de leur allumage.

Les recherches se sont orientées sur des allumeurs à dispositif pneumatique, hydraulique, électrique ou utilisant la perturbation du champ magnétique terrestre provoqué par le passage du char. L'aiguille d'une boussole de déclinaison bouge en effet nettement dans ces circonstances. Malheureusement la déformation et la variation d'intensité du champ sont très variables, même pour les divers passages du même char, et sont surtout d'un ordre de grandeur comparable aux variations naturelles du champ et même souvent d'intensité plus faible. L'étude fut abandonnée ; le principe semblait pourtant valable mais sa mise en oeuvre exigeait une étude beaucoup plus fine de la "signature" d'un char en mouvement. Les progrès des techniques micro-électroniques et ceux des sources d'énergie miniaturisées ont permis, par la suite d'aboutir.

Malgré la priorité donnée aux besoins des troupes engagées dans les conflits d'Indochine et surtout d'Algérie, les études se sont poursuivies d'une part en ce qui concerne les mines, en vue d'améliorer leur conservation au stockage et dans le sol, leur résistance au souffle, éventuellement "atomique" et leur aptitude au largage aérien ; d'autre part, en vue d'améliorer la gamme et les qualités des systèmes d'allumage.

L'année 1962 marque un renouveau des études. Il fut créé pour le génie diverses commissions consultatives permanentes (CCP), dont en particulier une CCP "guerre des mines", ayant pour mission d'orienter les études et d'exprimer un avis sur les programmes de fabrication.

Par ailleurs, la conception de la menace et de la parade a évolué et on s'est orienté vers la mobilité des forces, leur dispersion, avec l'hypothèse d'un conflit de courte durée, et donc pour les mines AC, la nécessité d'une pose rapide avec des effectifs réduits, d'une mine légère et puissante pourvue d'allumeurs à influence et qui se neutraliserait ou s'autodétruirait au bout d'un temps fixé.

Des recherches ont alors été entreprises en vue de définir une mine antichar moderne, alliant à un haut pouvoir de destruction, une grande légèreté logistique, si possible de forme plate, capable de briser la chenille des chars et pourvue d'un allumeur à influence incorporé.

En ce qui concerne le corps de mine, ces recherches se sont effectuées dans trois directions :

- . une mine à charges creuses multiples d'axes divergents
- . une mine à charge formée unique
- . une mine bondissante à effet Hopkinson⁽¹⁾

⁽¹⁾ L'explosif est projeté contre la paroi du char où il s'écrase et s'étale avant l'explosion. Un brevet a été déposé par l'ECP (Paget-Galuchon). L'étude a été abandonnée en France au bénéfice des mines à pose par poseur de mines.

L'allumeur utilisé une combinaison des effets magnétiques et sismique produit par le char à attaquer. Ce type d'allumeur rend la mise à feu possible par toute la surface au sol du véhicule et réduit donc la quantité des mines nécessaires pour un effet de barrage donné.

Ces recherches ont conduit à l'étude et au développement de la mine HPD décrite ci-après.

Signalons aussi le lancement à cette époque de l'étude d'une mine à action horizontale à allumeur barrière (MAH) et de celle de mines de jet et anti-souffle.

1.2.2.6.3. - La mine antichar HPD

La mise au point d'une mine répondant aux diverses conditions précisées ci-dessus a été longue et difficile. La partie explosif et l'ensemble pyrotechnique ont été réalisés par l'ECF (Ecole Centrale de Pyrotechnie). Les premiers contrats d'étude ont été passés au Centre de Recherches Industrielles et de Fabrications (CRIF) d'abord pour des allumeurs, puis pour divers systèmes pyrotechniques, cependant que l'Atelier de Chargement de Salbris étudiait la réalisation du corps de mine.

Une des premières difficultés rencontrées a été celle du stockage prolongé avec maintien en état de la source d'énergie indispensable pour assurer le fonctionnement des éléments de mise à feu. Le problème a été résolu par l'emploi de micro batteries d'accumulateurs stockées chargées sèches conservant leur charge un temps suffisant après l'armement et la pose de la mine.

Ces accumulateurs sont réalisés en 1965 ainsi que la plupart des éléments permettant la réalisation de maquettes de la mine qui prend le nom de mine HPD (mine à haut pouvoir de destruction). En 1969, l'étude des éléments se termine avec celle des dispositifs d'autoneutralisation.

Mais le CRIF n'a pu résoudre ni la mise au point des interfaces entre l'électronique et la pyrotechnie (tube-amorce) ni l'industrialisation de ses produits.

En 1972 en raison du manque de résultats fiables et des difficultés financières du CRIF qui, en fait, n'avait pas les moyens de ses ambitions, l'EMAT est sur le point d'abandonner le projet.

La DAT confie alors la maîtrise d'oeuvre pour la mine chargée à TRT et assure ainsi la reprise du programme. Pour les études et fabrications, TRT agit en liaison avec le CRIF, en conservant les principes étudiés par celui-ci mais en engageant les moyens nécessaires à leur mise en oeuvre industrielle en grande série et à des prix de revient acceptables.

L'effort de mise au point a permis à TRT d'exécuter en 1974, 1975, un marché de 2000 mines pour qualification et le matériel a été produit en série à partir de 1977 (mine HPD 1).

D'autres modèles ont été exécutés en variante :

- . HPD I A avec durée de vie de la batterie allongée
- . HPD E mine d'exercice sans électronique ni pyrotechnie
- . HPD X mine d'exercice réemployable avec électronique pyrotechnie et pot fumigène

Dès la conception de cette mine, il a été envisagé d'en assurer la pose par moyens mécaniques et entre 1962 et 1967, l'étude d'un engin enfouisseur et d'un engin distributeur a été lancée (voir 1.3).

A partir de 1975 des maquettes d'une mine HPD de nouvelle génération sont présentées à la DAT, à la STAT et à l'EMAT.

L'idée est la suivante : un champ de mines doit être diversifié pour durcir le système et résister aux moyens de déminage (véhicules avec rouleaux, charmes etc...). On y introduira une mine "intelligente" à influence active. La mine émettant un bruit radio de très faible niveau analyse le signal renvoyé par la cible et, en fonction du résultat de cette analyse, ne fonctionne pas sous le passage d'une roue, sous l'action d'un engin rouleau ou batteur, mais réagit en différé sous le plancher du char démineur, agit en mine HPD sous le ventre d'un véhicule et en mine classique sous le passage d'une chenille.

Cette mine doit pouvoir être mise en oeuvre par l'engin enfouisseur Matenin, comme d'ailleurs les mines ACPM (Anti chars à pose mécanique) plus simples, mises au point dans le même temps par les sociétés Alsetex et Lacroix.

1.2.2.6.4 - Mine à action horizontale

Mentionnons aussi un engin à charge plate, aux effets considérables, mais ne pouvant être employé qu'en surface, en tir latéral. Les difficultés d'emploi, et en particulier de camouflage firent renoncer à ces engins bien qu'un prototype en ait été homologué.

1.2.2.6.5. - Mine ACPM (Mine antichar à pose mécanique)

La mine électronique HPD a été d'emblée conçue pour permettre sa pose rapide par enfouissement ou distribution à l'aide d'engins mécaniques appropriés.

Le prix de revient de cette mine étant naturellement élevé, l'idée s'est fait jour d'utiliser les engins de pose existants, en particulier l'enfouisseur MATENIN pour mettre en oeuvre des mines antichars par rupture de chenille, moins sophistiquées, donc moins chères et utilisables en plus grandes quantités. A titre indicatif, le calcul statistique montre que pour un champ de mine, à efficacité d'arrêt égale, il faut environ trois fois plus de mines de chenilles que de mines "toute largeur" comme l'HPD. Partant de ce raisonnement, une mine de chenille d'un prix inférieur au tiers de celui d'une mine HPD présente donc un intérêt certain.

Pour compliquer un peu sa localisation, il est évidemment indispensable qu'elle soit indétectable. De plus, pour conserver avec l'HPD une certaine homogénéité en ce qui concerne la sécurité de pose, elle doit être munie d'un dispositif d'armement tem-

porisé, avec un retard moyen de 15 mm. Ce dispositif doit être réversible pour permettre un éventuel relèvement en position "sécurité" et une réutilisation possible.

En ce qui concerne la temporisation d'armement, la société ALSETEX avait proposé un dispositif d'interruption de chaîne pyrotechnique constitué par une sorte de sablier contenant des microbilles de verre interposé dans un circuit de cordeau détonant (brevet ALSETEX 75 26556 du 28/08/1975).

Les essais de faisabilité avaient en effet montré que l'onde explosive ne se transmettait pas à travers une colonne de microbilles de verre. Lorsque celle-ci s'écoulait à travers un orifice inférieur calibré pour obtenir le temps recherché, la dite colonne découvrait deux extrémités de cordeau en vis-à-vis, et l'onde explosive pouvait se transmettre de l'une à l'autre dans l'air libre. Les utilisateurs ont fait de nombreuses objections plus ou moins valables en ce qui concerne :

- la possibilité de relèvement et de réutilisation limitée à deux fois par introduction d'une cartouche de microbilles,
- les difficultés possibles entraînées par une éventuelle inclinaison importante de la mine lors de sa pose.

Parallèlement à cet avant-projet, la société LACROIX avait avancé l'idée d'une temporisation basée sur une sorte de "dépouillage" d'un système mécanique par dissolution de tiges d'ancrage plastiques en tension dans un solvant approprié, libéré par la manoeuvre du bouton d'armement. Mais les temporisations variaient énormément en fonction des températures : en effet en température négative, la solubilité des tiges plastiques était très lente et les temps très longs, alors qu'en température positive, cette solubilité était accélérée et les temps très courts.

Il a fallu revenir à une sorte de minuterie indétectable. Un premier marché de faisabilité a été passé par le CETAM¹ en 1981, suivi d'un marché d'études et de développement en 1983 et d'un marché de fournitures de mines pour expérimentation en corps de troupes fin 1985.

Ces marchés ont été attribués à deux industriels : ALSETEX et LACROIX.

Voici quelques indications techniques sur la ACPM-ALSETEX (Brevet 77 15338 - Année 1977) qui indiquent le genre de problèmes qu'il faut résoudre en ce domaine :

- a) **Chargement proprement dit.** L'enveloppe est en matière thermoplastique renforcée obtenue par injection. Elle est chargée en tolite fondue, amorcée par des comprimés d'un explosif relais approprié (hexocire par exemple). Sa forme extérieure est exactement celle de l'HPD.
- b) **Dispositif d'armement.** Il s'agit d'une minuterie à échappement libre entièrement en matière plastique. L'énergie nécessaire à son fonctionnement est fournie par un ressort indétectable, qui n'est mis en compression qu'au mo-

¹ Centre Technique Armes et Munitions à Bourges

ment de l'armement dans l'enfouisseur, par action sur le bouton réservé à cet effet.

Le processus d'armement est le suivant :

- Le ressort comprimé exerce sa poussée sur la crémaillère d'armement. Cette crémaillère se déplace suivant l'axe du ressort, sa progression étant freinée et régularisée par un train d'engrenages associé à un échappement libre. En fin de course, après 15 mm environ, la pastille de rupture logée dans l'épaisseur de la crémaillère se trouve entre le poussoir central du plateau de pression et la tête de l'allumeur, tous axes confondus. De cette façon, lorsqu'une chenille de char exerce sa pression sur le plateau, cette pression est transmise hydrauliquement, sur le poussoir central supérieur, celui-ci enfonce la pastille de rupture qui appuie sur la tête de l'allumeur et le fait fonctionner. A contrario, durant la période d'armement, ledit poussoir central trouve devant lui la face supérieure continue de la crémaillère, et ne peut s'enfoncer jusqu'à l'allumeur.
- Parallèlement à cette action de butée mécanique, le mouvement horloger assure l'interruption de chaîne pyrotechnique. En effet, la transmission de l'onde de choc engendrée par l'allumeur à pression jusqu'au détonateur principal s'opère par un circuit à base de tube "NONEL", petit tuyau plastique tapissé d'explosif. Dans la minuterie, ce circuit comporte une interruption au niveau du voile d'un engrenage plastique. Lorsque le délai d'armement est écoulé, la rotation de cet engrenage vient mettre en coïncidence avec le NONEL un orifice permettant d'assurer la continuité de la chaîne pyrotechnique.

c) **Plateau de pression antisouffle.** Vers 1954, ALSETEX avait lancé l'étude d'une mine dite "Antisouffle", constituée d'un bloc en tôle armée servant de support à un plateau de pression à transmission hydraulique. L'idée de base était la réalisation d'une mine fonctionnant sous la pression prolongée d'une chenille de char, tout en restant insensible à une onde de pression d'une durée limitée. Cette qualité devait lui permettre de résister au déminage par explosif et à l'onde de pression d'une explosion nucléaire. A ce titre d'ailleurs, ce dispositif particulier avait fait partie des engins testés à Reggane, lors de la campagne "Gerboise Bleue". Les résultats étaient encourageants. Toutefois, ce programme n'eut pas de suite.

Lors du lancement du programme ACPM, il avait pourtant paru évident qu'il fallait adapter ce principe à la nouvelle mine, qui devait résister aux chocs de la pose, mais surtout à un effet de souffle de détonations proches ou de déminage par explosif.

Succinctement, ce dispositif est constitué ainsi :

- Un plateau inférieur rigide est solidaire de la mine. Dans son logement axial coulisse le poussoir central temporisateur. La tête de ce poussoir émerge au centre d'un disque évidé.
- Un plateau supérieur rigide mobile au centre duquel est logée une capsule déformable en élastomère remplie d'un fluide de transmission. Sa face inférieure est en appui sur le disque évidé du plateau inférieur. A

l'intérieur de cette capsule, et au contact de la face inférieure est disposé un disque rigide en matière plastique percé d'un trou central calibré faisant office de "dash-pot".

Ce disque divise la capsule en deux chambres, le liquide ne remplissant au repos que la chambre supérieure. Lorsqu'une chenille de char exerce une pression sur le plateau supérieur de la mine, la capsule se trouve comprimée entre ce plateau et le disque évidé du plateau inférieur. Le fluide hydraulique traverse alors l'orifice central calibré du disque et vient former, par allongement élastique de la paroi inférieure de la capsule, une sorte de bossage en forme de "doigt de gant". Lorsque l'effort est suffisant en valeur et en durée, le "doigt de gant" exerce alors sur le poussoir central, donc sur l'allumeur une pression assurant le fonctionnement de cet allumeur, et l'explosion de la mine.

Par contre, si l'effort sur le plateau est de très courte durée (10 millisecondes) tout en étant très élevé (1000 DaN), le fluide hydraulique ne traverse pas l'orifice du disque en quantité appropriée, et le "doigt de gant" est insuffisant pour assurer le déclenchement de l'allumeur. Ce phénomène est celui d'une mine exposée à une détonation proche. Le plateau de la mine résiste bien à ce genre de phénomène, et permet en particulier de contrecarrer le déminage par explosif.

1.2.2.6.6. -les mines antichars dispersables.

Ces mines correspondent au besoin de pouvoir créer un barrage A.C. à distance. Divers procédés de minage ont été étudiés

a) Le CRIF, déjà cité, a déposé en 1961 un premier brevet n° 883-066 puis un second en 1963 pour un obus-mine. Cet engin devait permettre le minage rapide d'une zone éloignée, les mines dispersées pouvant être antichars ou antipersonnels. Il pouvait être envoyé par mortier ou par autopropulsé, sa trajectoire se divisant en deux phases :

- La phase balistique de transport dont les caractéristiques sont liées à celles du mobile transporteur qui définit la portée maximale.
- La phase terminale qui débute dès l'arrêt de la propulsion. Il y a à ce moment
- . séparation de la mine d'avec l'engin porteur
- . ouverture d'empennages assurant une bonne stabilité de la mine sur sa trajectoire terminale et limitant la vitesse en chute libre à une valeur convenable.

La mine se composait :

- d'un corps cylindrique avec une pointe ogivée facilitant l'enfoncement dans le sol,
- d'un empennage déployable
- d'une charge militaire,
- d'un allumeur à influence,

- d'un ensemble de sécurité,
- d'un système de bondissement de la charge.

Des essais sur maquette ont été longuement poursuivis puis l'étude a été abandonnée

b) Mines dispersables du SYRA et de l'EBG (Engin Blindé du Génie)

Si l'étude de l'obus-mine du CRIF a été abandonnée, l'idée de créer rapidement un barrage de mines, à distance, a été développée et les diverses voies de dispersion par roquettes, par mortier, par largage aérien, etc... ont été explorées¹. Laissant de côté les études propres au vecteur et au système, il reste pour la mine plusieurs problèmes à résoudre :

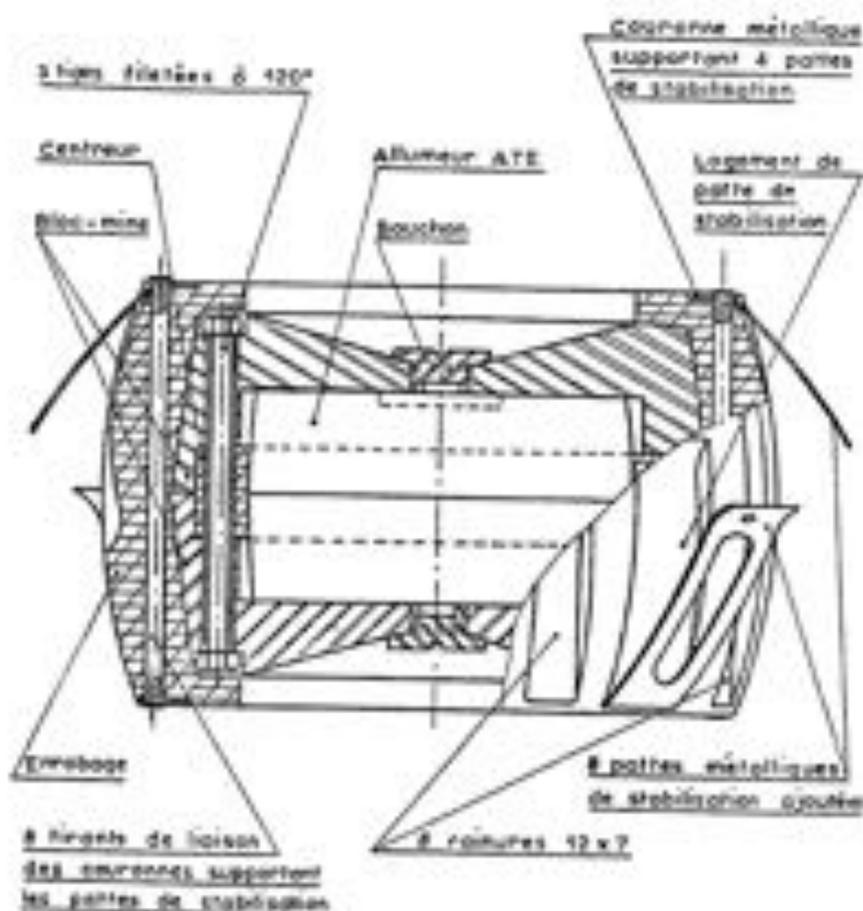
Elle doit pouvoir résister au choc à l'impact au sol. Elle doit se positionner convenablement sur celui-ci, être assez légère, de dimensions réduites, efficace, capable d'autoneutralisation, discrète une fois posée, etc...

Les diverses conditions ci-dessus ont d'abord conduit à des modèles à parachute, puis pour raison de discrétion à l'essai de parachutes détruits par combustion, puis de mines plantable enfin de mines "pile ou face", bi directionnelles, à charges formées. (1970).

Pendant le déroulement de ces premières études les caractéristiques recherchées ont été précisées :

Fonctionner efficacement au passage d'un véhicule de masse supérieure à 8 tonnes, mais pas à celui d'un véhicule léger, fonctionner sous le passage d'une che-

MAQUETTE DE MINE SYRA NORMALE



¹ Cf projet de mine "PANDORA" de la société allemande MBB à effet anti-chenilles uniquement.

nille ou d'une roue et provoquer alors l'immobilisation du véhicule ou sous le plancher d'un véhicule ; elle doit être alors efficace contre un plancher de 50 mm d'acier.

L'allumeur doit être sensible aux effets de certaines des perturbations qui accompagnent le passage du véhicule sur la mine, il doit être muni d'un dispositif d'autodestruction et de sécurité au stockage, à la manutention, au transport aérien, au tir et jusqu'à la mise en place de la mine sur le terrain. Il doit résister raisonnablement aux contremesures.

Un premier brevet n° 72 04 592 a été déposé le 11 février 1972. La mine se présente sous la forme d'un volume de révolution avec sur chacune de ses faces un revêtement de charge plate. L'EFAB d'une part et la SERAT de l'autre ont conduit l'étude avec pour la première un allumeur de l'ATE à effet sismique et magnétique comme d'ailleurs celui de la mine de la SERAT et avec un système d'amorçage double face.

Cette mine, abandonnée avec la disparition de l'étude SYRA, a été reprise ultérieurement pour l'équipement de l'engin blindé du génie (EBG).

c) pour mémoire la Mine MITRAL (Mine Triangulaire ALSETEX - Brevet 82.02 073 du 09/02/1982 - Brevet 83.11.253 du 06/07/1983)

Dans le courant de l'année 1981, s'est reposé le problème de la réalisation de champs de mines antichars ou mixte par dispersion à l'aide de moyens aériens (bombes-missiles-hélicoptère). Le premier vecteur de dispersion dont il fut question était une sorte de bombe freinée dont le corps était cylindrique. Ceci a donné l'idée de la section triangulaire, qui permet dans un cylindre d'occuper pratiquement le volume à 100 %. Poursuivant ce choix de section, il est apparu qu'une mine en forme de barreau triangulaire avait le maximum de chances de se mettre à plat sur le sol lors de l'impact, et que, de cette façon, si elle comportait un allumeur présentant 3 mécanismes de percussion disposés dans les sommets de la section triangulaire médiane de l'enveloppe, la probabilité de fonctionnement serait élevée.

Un projet a été établi, conduisant à une mine avec une enveloppe en matière plastique, le système constituant l'allumeur triple étant logé à mi-longueur, dans un boîtier triangulaire plat.

Lors de la définition des dimensions générales, de nombreux essais d'efficacité ont été effectués avec différents modes de chargement et avec des chenilles de char AMX 30. Pour obtenir une rupture correcte d'une chenille, la mine étant engagée à mi-longueur, cas de fonctionnement possible le plus défavorable, le chargement retenu était constitué par des comprimés triangulaires d'hexogène cire, d'une masse totale avoisinant 1,5 kg, pour une mine de longueur = 350 mm.

En ce qui concerne l'allumeur, le projet d'origine consistait dans un ensemble entièrement mécanique conçu selon les normes aéronautiques régissant les munitions aérotransportées (STANAG 3525).

Cet allumeur comportait de ce fait :

- un système d'armement lors du largage. Comme l'exigent les normes Aéro, ce système d'armement est obtenu par deux phénomènes successifs distincts, avec possibilité d'annuler l'un de ces deux phénomènes pour obtenir, en cas d'urgence, le largage des mines non armées.

Les mines étant sorties de leur conteneur, donc en début d'activation, un système de minuterie se met en marche. Après un temps supérieur à la durée de la trajectoire de chute, la mine étant donc arrivée au sol, les volets masquant les trois systèmes de percussion s'effacent et le rotor assurant la continuité de la chaîne pyrotechnique s'aligne en position "Armement".

Simultanément, un deuxième système de temporisation se déclenche, pour assurer, comme cela est exigé sur ce type de mines dispersables, l'autodestruction au bout d'un certain laps de temps, pouvant aller jusqu'à 48 ou 72 H.

Parallèlement aux essais d'efficacité, **des essais de largage** étaient exécutés, en coopération avec la Société MATRA, très intéressée par cette mine. Ces essais, effectués à partir d'un hélicoptère Super-Frelon, ont permis d'améliorer le projet et de confirmer son intérêt. La disposition générale de la mine restant identique à celle du début, une enveloppe en alliage léger extrudé a pris la place de l'enveloppe plastique, insuffisamment résistante. Cette enveloppe métallique a reçu dans ses arêtes des profilés amortisseurs en élastomère, ainsi que des pare-chocs triangulaires en matière similaire aux deux extrémités.

A partir de cette mine conçue pour constituer rapidement des bouchons antichar par largage, plusieurs modes de dispersion ont été envisagés :

- **Bombe stabilisée** de la classe de 2000 livres pouvant contenir 240 mines, permettant de traiter une surface de 360 m de long par 60 m de large environ (Densité moyenne : 0,66 mine par mètre de front).
- **Disperseur de mines hélicoptéré**. Ce système est particulièrement adapté pour établir rapidement un barrage de mines de grandes dimensions dans une zone proche de la ligne des contacts.

L'emport extérieur peut être envisagé, mais pour des raisons opérationnelles (manoeuvrabilité, rayon d'action, consommation), l'emport intérieur paraît plus adapté.

Un projet de ce genre a été établi en collaboration avec la Société MATRA, (Brevet commun ALSETEX-MATRA 83.14 617 du 14/09/1983). A titre indicatif, l'un des schémas figuratifs du brevet concernait un ensemble permettant l'emport et le largage de 384 "MITRAL", par la trappe centrale d'un hélicoptère de la classe du "Super-Frelon". Ce système était conçu pour permettre un rechargement rapide au sol après le largage.

- **Module de lancement**, permettant la mise en place très rapide de bouchons de mines pour interdire des passages obligés ou freiner les chars sur des zones de débouché, sans faire appel à des moyens spécialisés.

Ce module, qui a fait l'objet du brevet ALSETEX n° 83.18 196 du 16/11/1983, est constitué d'une sorte de caisson métallique renfermant, dans le cas qui nous intéresse, 14 "MITRAL", disposées chacune dans un tube de lancement. Le caisson est conçu

pour être, après ouverture, posé sur le sol avec une inclinaison de 45° environ dans la direction de lancement. Chaque tube comporte à sa base une charge pyrotechnique permettant le lancement des mines à une distance de 50 m environ, soit simultanément, soit séquentiellement avec un allumeur ou une télécommande électrique.

Ce système peut être utilisé au sol, seul ou associé à d'autres modules, il peut être disposé sur un véhicule blindé, avec commande à partir de l'habitacle.

Un autre projet concerne l'emport, sur le plateau d'un camion tout terrain, de 3 ou 4 rangées longitudinales de ces modules, orientés et inclinés, vers l'extérieur. Ce dispositif permet la constitution rapide d'une bande de terrain minée destinée à freiner l'avance des chars.

- **Lanceur terrestre moyenne portée.** Il peut être intéressant de mettre en place, à des distances de 1000 à 2000 m, des bouchons de mines pour ralentir l'ennemi ou l'obliger à emprunter des itinéraires défendus à distance par d'autres armes. Un lanceur moyenne portée peut être envisagé sous forme d'un engin autopropulsé du type roquette, équipé d'une tête renfermant 6 ou 12 mines, larguées à l'issue du vol balistique.

Pour compléter cette description, il est intéressant de noter que, dans la majorité des cas, les champs de mines antichars gagnent à être "infectés" par des mines antipersonnel, pour accroître les difficultés de déminage et de protection des équipages de chars.

Dans le projet "MITRAL", ceci est réalisé par des mines antipersonnel ayant un contour extérieur triangulaire identique à la section de la mine antichar, et empliées par 8 dans le volume de ladite mine antichar. On peut ainsi marier, dans un même dispositif de lancement, des mines antichars et antipersonnel dans des proportions appropriées.

Le projet MITRAL, démarré courant 1981, a intéressé au départ l'Armée de l'Air (STTE), dans le cadre du pourrissement de zones. L'armée de Terre, par l'intermédiaire du Génie et de l'ALAT a ensuite partagé cet intérêt, mais le manque de crédits en a stoppé à ce jour l'évolution. Vers 1985, la DAT a repris partiellement le problème en confiant au CETAM Bourges une étude analytique sur la formation de champs de mines par dispersion à partir d'un hélicoptère. Plusieurs types de mines ont été comparées à cette occasion :

- MITRAL (ALSETEX)
- MICHEL (DAT) (Antichar)
- TULIPE (LACROIX) (Mixte Antichar/Antipersonnel).

Il semble que l'idée était intéressante. Il y a eu de nombreux projets étrangers, dont un projet russe. Une revue militaire étrangère a publié un article sur une mine largable russe de forme rigoureusement identique à la "French MITRAL", comme le précisait l'auteur de l'article !

1.2.3.- Les mines anti-personnel

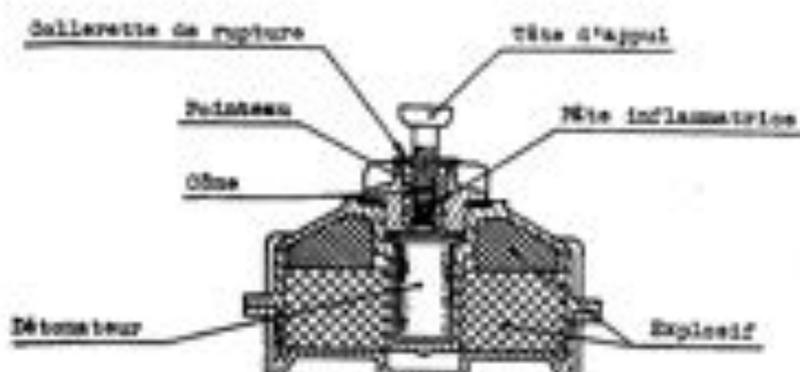
1.2.3.1. - Les deux types de mines anti-personnel

L'expérience de la guerre montra l'intérêt de deux genres d'engins absolument différents.

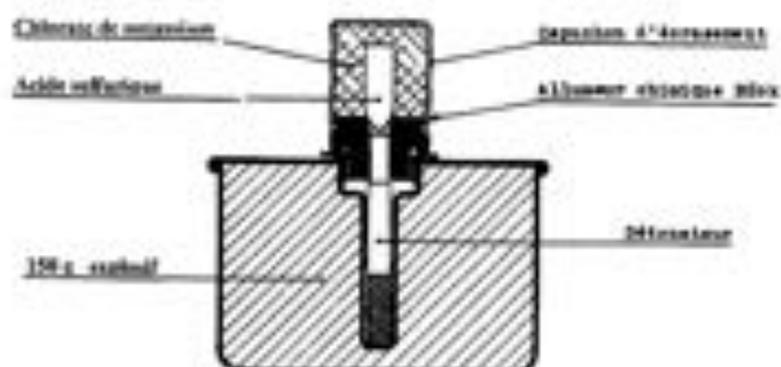
L'un, que nous qualifierons de "mine fixe" est un engin très petit, très léger, très bon marché, très facile à poser, destiné à être employé en très grande quantité dans les endroits les plus divers, blessant gravement l'ennemi qui le déclenche, et destiné à produire un sentiment général d'insécurité.

L'autre, la "mine bondissante" est au contraire un engin élaboré, dont la pose et le camouflage sont délicats mais qui, par contre, a un effet destructeur dans un rayon de quelques dizaines de mètres.

MINE ANTI-PERSONNEL INDÉTRACTABLE Mle 1951



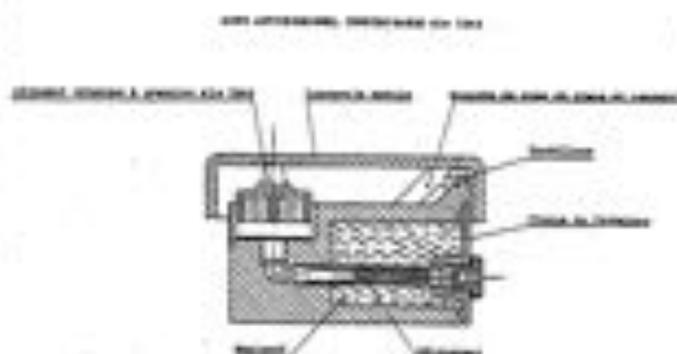
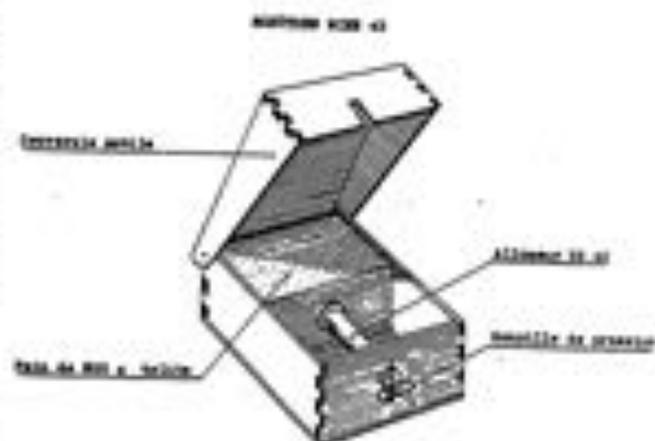
Mine à 300 (Petit mouchoir)



1.2.3.2. - Mines anti-personnel fixes

On se contenta d'abord d'utiliser le principe de la "Schützen mine 42" allemande (empruntée elle-même aux Russes) : une petite boîte à couvercle pivotant qui déclenche un allumeur lorsque le pied s'y appuie. Elle n'était que faiblement détectable par le détecteur électro-magnétique car le seul métal qu'elle contenait était celui du percuteur, du ressort, de l'embase et de la goupille de l'allumeur, quelques dizaines de grammes au plus.

Tant qu'à faire nous l'avons copiée en la rendant totalement indétectable : ce fut la "mine anti-personnel indétectable Mie 1948", munie d'un allumeur chimique anti-personnel d'un type identique (à la force de déclenchement près) à celui de la mine anti-char contemporaine. La boîte et le couvercle furent construits avec le même matériau que cette dernière : le chargement fut réalisé en explosif chloraté ou nitraté, bon marché et rendu utilisable par l'étanchéité du corps de mine.



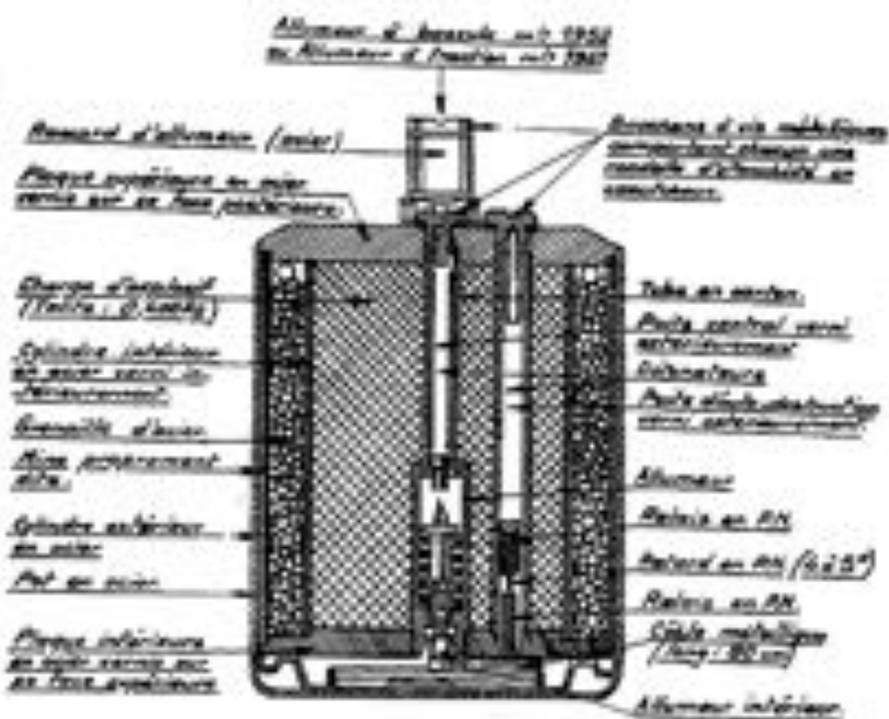
Cet engin fabriqué en présérie, fut jugé trop encombrant et fragile. Avec le progrès des matières plastiques disponibles on produisit en série la "mine anti-personnel indétectable Mie 1951". C'est une petite boîte ronde de 6 cm de diamètre et de 4 de hauteur, en acétobutyrate, remplie de 50 g d'explosif pulvérulent, fermée par collage et actionnée par un allumeur indétectable à friction, d'un principe identique à celui de la mine anti-char 1951. Seule l'extrémité de la tige du percuteur frotteur émerge au sommet de la mine. On jugeait que la semelle de la chaussure de l'ennemi formerait un "plateau de pression" suffisant. L'engin montra une étanchéité insuffisante en climat tropical. C'est pourquoi il fut remplacé par la : "mine anti-personnel détectable à volonté Mie 1958".

L'expression détectable "à volonté" indique la présence éventuelle d'une pièce métallique amovible : l'utilisateur, en effet, voulait pouvoir retrouver au moyen d'un détecteur ses propres engins parfois posés rapidement sans plan de minage suffisamment précis. Mais au point de vue technique la nouveauté est l'emploi d'une enveloppe en polythène soudé à chaud et d'un allumeur portant une tête d'appui élargie et reliée au corps de mine par une membrane souple soudée : on assurait ainsi une étanchéité excellente avec un fonctionnement amélioré.

1.2.3.3. - Mines anti-personnel bondissantes

Avec la Tellermine allemande, la mine anti-personnel bondissante fut l'un des redoutables engins auxquels nos troupes se heurtèrent lors de l'avance éphémère de 1939 en Sarre. Il existait en 1939 une mine française de ce type ; plus tard fut homologuée une mine Mle 1940 beaucoup plus puissante et plus facile à mettre en place ; elles furent toutes deux surclassées par l'engin allemand que nous avons copié sous le nom de "mine anti-personnel bondissante Mle 1953". Cet engin de 4 kg a la forme d'un cylindre de 10 cm de diamètre et de 13 de hauteur. Le principe est celui de toutes les mines bondissantes : un "pot-canon" reçoit le projectile proprement dit, étudié pour fournir de nombreux éclats latéralement, à la bonne hauteur ce qui est obtenu par un allumeur à traction fixé au fond du projectile et relié à un câble de déclenchement, lové dans le fond du pot-canon et fixé à celui-ci.

MINE A.P. BONDISSANTE METALLIQUE MODELE 51



La charge propulsive de poudre placée au fond du pot est allumée par un relais qui traverse tout le projectile ; ce relais est amorcé par un allumeur quelconque à la base standard (par exemple l'allumeur à pression et traction métallique Mle 1954 ou l'allumeur à bascule Mle 1952 qui fonctionnent sous une traction dans n'importe quelle direction), fixé à la partie supérieure de la mine et pourvu de fils plus ou moins lâches dans lesquels l'ennemi se prend le pied. La sûreté est assurée par le fait que le détecteur de fonctionnement du projectile n'est mis en place dans un tube débouchant sur la partie supérieure de l'engin qu'à la fin de la pose.

1.2.3.4. - Mine antipersonnel à effet dirigé (MAPED Mle F1)

La mine bondissante allemande, reprise et modernisée en France en 1955 s'est avérée un engin efficace, mais malheureusement presque aussi dangereux pour l'utili-

sateur que pour l'ennemi. En effet, sa gerbe d'éclats sur 360°, s'avérait efficace dans un rayon de 3 à 500 m, ce qui posait des problèmes de pose et de piégeage.

La Section Technique de l'Armée a donc, dans les années 60, émis le désir de pouvoir utiliser une mine antipersonnel du type "Claymore", susceptible d'interdire un passage ou de protéger une zone bien définie par projection d'une gerbe d'éclats antipersonnel.

Après de nombreux tirs, la mine a été réalisée dans sa forme actuelle d'une enveloppe en matière plastique rigide, avec la face avant gaibée suivant une portion de cylindre d'axe vertical et la face arrière gaibée parallèlement, en creux. La mine est ainsi constituée :

- au contact interne de la face avant, un coussin déformable est appliqué, constitué de 500 éclats sphériques en 2 couches, enrobés dans une résine souple. Entre ce coussin et la face arrière, le volume est occupé par 500 gr d'explosif plastique.
- un alvéole d'amorçage renforcé est disposé, verticalement tête en bas, dans le centre de la mine.
- aux extrémités, 2 pieds-supports triangulaires permettent de la poser sur le sol et de l'orienter en site par rotation autour de 2 tourillons.
- sur la face supérieure, un viseur à prisme simplifié permet de contrôler le champ battu par la mine.

Cette mine est normalement activée par un allumeur électronique à rupture de fil "Zenobie". L'élément sensible est une sorte de câble à 2 conducteurs fins juxtaposés isolés. Ces 2 fils sont soudés à une extrémité pour former une boucle fermée par rapport à l'autre extrémité raccordée à un circuit électronique alimenté par piles. Le câble est disposé en principe au-dessus du sol, suivant un tracé optimum, dans l'angle d'efficacité de mine. Lorsqu'un combattant accroche le câble et le rompt, la boucle est ouverte et l'allumeur fonctionne.

Cette mine peut aussi être activée par un système à base d'allumeurs de piégeage à traction (1 ou 2) disposés, eux aussi, dans le champ d'action de la mine, l'initiation pyrotechnique étant transmise par le canal de tubes NONEL¹. Elle peut être équipée de "robinets pyrotechniques" permettant à volonté d'interrompre ou de rétablir le passage des ondes de choc à l'intérieur du tube souple. Il est ainsi possible, fermant ce ou ces robinets disposés à l'arrière de la mine, de mettre en oeuvre en toute sécurité les allumeurs dans la zone d'efficacité. Ce travail exécuté, l'ensemble est activé en "ouvrant" les robinets à l'arrière de la mine, dans la zone de sécurité.

Cette mine peut aussi être télécommandée par les moyens classiques.

L'explosion de la charge projetée vers l'avant à grande vitesse les éclats sphériques. Cette projection s'opère régulièrement dans un angle de 60°.

¹ Tube NONEL: petit tuyau plastique dont l'intérieur est tapissé d'explosif.

Les éclats restent mortels jusqu'à une distance de 30 à 40 m. Par contre, il n'y a pratiquement pas de projections dangereuses vers l'arrière, ce qui est un avantage déterminant par rapport à la mine bondissante.

1.2.4. - Mines fluviales

Citons encore une mine fluviale (destinée à être employée éventuellement sur le Rhin) dont le prototype a été mis au point conjointement par la DEFA et la DCN. Cet engin, soit fixe, soit flottant, a été réalisé suivant des techniques maritimes, avec toutefois un profilage spécial plaçant l'engin dans un sens déterminé par rapport au courant ; il contenait quelques kilos d'explosif. Il ne semble pas qu'il ait fait l'objet d'une fabrication, même de présérie.

1.2.5. - Les pièges

1.2.5.1 - Généralités

Nous appellerons pièges, ici, tous dispositifs explosifs mis en oeuvre involontairement par l'ennemi, ou déclenchés, automatiquement ou non, dans une zone occupée par l'ennemi.

Cette définition, fort large, inclut les mines et si nous les avons traitées séparément c'est en raison de l'importance dominante que leur a donné l'expérience du combat.

Mais il existe, de nombreux pièges qui ne sont pas des mines - c'est même un domaine fécond pour les chercheurs imaginatifs.

1.2.5.2.- Pièges anti-char

Divers dispositifs ont été imaginés pour atteindre un char en tirant latéralement, sur un des flancs, par exemple avec un bazooka discrètement camouflé au bord de la route, et actionné par un fil fin peu visible barrant celle-ci. Ce que nous avons appelé "mine" à charge plate à action horizontale(MAH) procède de la même idée. Il en est également ainsi du "pétard coulissant Mle 1940", porté sur un double câble en travers de la route ; le char fait coulisser une charge munie d'une fusée à percussion. Citons aussi pour mémoire divers types de "pédales" destinées au passage du char, à redresser un obus initialement couché, et à faire exploser celui-ci par l'action d'un allumeur à pression...

1.2.5.3.- Pièges anti-personnel

Tous les allumeurs de mines anti-personnel peuvent, reliés à une charge explosive quelconque, constituer des pièges.

Il existe des engins allemands, anglo-saxons et russes à relâchement de pression initialement conçus pour le piégeage des mines antichar fonctionnant lorsqu'on souève l'objet (plus ou moins lourd) posé dessus. Très difficiles à utiliser dans la terre, ces engins conviennent au piégeage dans une habitation. Il n'existait pas en 1957 d'engin français de ce type. La situation était la même pour les allumeurs à relâchement de traction qui fonctionnent lorsqu'on coupe accidentellement le fil tendu qui en retient le percuteur. Tous ces engins ont été jugés trop dangereux pour l'utilisateur, leur mise en place étant de plus assez difficile.

Le même reproche fut adressé à un prototype d'allumeur à renversement, pouvant être placé, avec la charge, dans un récipient fermé quelconque : une bille métallique, en équilibre au fond d'une petite calotte sphérique de grand rayon fermait un circuit électrique en touchant les bords de la cuvette lorsque l'objet contenant le tout était déplacé sans précautions.

1.2.5.4.- Pièges de destruction

Nous entendons par là des engins, instantanés ou à retard, dits généralement "exploseurs", destinés à provoquer une explosion à l'intérieur d'un bâtiment, d'un dépôt ou à faire jouer un dispositif de mine classique par exemple sur une voie de communication.

L'idée d'utiliser une onde radio-électrique pour faire jouer un dispositif camouflé en territoire occupé par l'ennemi remonte à 1920 (Archives de la Section Technique du Génie). Elle a été reprise après 1945 pour réaliser un explodeur à distance instantané. Le problème n'était pas simple car le récepteur consommait trop de courant pour être alimenté en permanence sur piles ; il fallait donc adjoindre un dispositif d'horlogerie qui n'activait l'engin que quelques minutes par heure (ou quelques secondes par minute). De plus l'émission doit, pour des raisons évidentes, être codée ; on admet qu'une sûreté suffisante contre le brouillage et le fonctionnement intempestif est obtenue par l'emploi de 3 secteurs fonctionnant chacun sous l'effet de 2 "top" de fréquence différente espacés d'un intervalle de temps déterminé. Les progrès de la micro-électronique depuis cette époque ont facilité grandement la réalisation éventuelle d'un engin de ce type dont les caractéristiques doivent bien évidemment rester rigoureusement secrètes.

Mentionnons aussi un engin destiné à lutter contre l'emploi de détecteurs de mines : l'"Allumeur" à induction Mle 1952 » qui est un poste radio miniature réglé pour fonctionner de façon pratiquement aperiodique dans la gamme des fréquences utilisables par les détecteurs. L'activation d'un circuit ferme un relais établissant le contact nécessaire.

Là aussi, il y a, quant au principe, une antériorité allemande, le "F.J.Ze".

Pendant le conflit les "crayons à retard" anglo-saxons avaient été abondamment utilisés pour les missions de sabotage de la résistance : il s'agissait d'engins de la forme d'un crayon contenant un percuteur armé par un ressort et maintenu par un fil métallique plus ou moins fin. Une ampoule d'acide était logée à côté du fil ; en écrasant la paroi en laiton mince de l'engin, cette ampoule est brisée, le fil, rongé, casse

au bout d'un temps variable, déterminé par le diamètre du fil et la concentration de l'acide, le percuteur fonctionne. Ces engins se sont révélés assez fiables, mais très fantaisistes quant aux durées de déclenchement prévues, et assez dangereux. Notons qu'un "exploseur à long retard type ECP" avait été réalisé sur le même principe chimique dès 1939 à l'Ecole Centrale de Pyrotechnie de Bourges.

Dans un autre engin (anglais) le retard était obtenu par le fluage, sous l'effet du ressort de percussion, d'un fil de plomb calibré. Un prototype français basé sur la perforation d'un disque de plomb par un poinçon d'acier était sensiblement plus régulier, mais n'a pas été développé. On a estimé en effet que seuls des engins à mouvement d'horlogerie pouvaient fournir les retards souhaités avec la précision recherchée.

Deux prototypes français à mouvement d'horlogerie furent homologués : l'"exploseur à mouvement d'horlogerie à retard 1/2-12 heures Mie 1954" et un "exploseur à mouvement d'horlogerie à retard 0-6 mois Mie 1953".

Le premier, étudié et fabriqué en prototype par les Etablissements LIP, dérivait du mouvement d'une montre de poignet : l'aiguille mobile convenablement modifiée ferme un contact électrique fixe, le réglage du temps s'obtenant comme pour la mise à l'heure d'une montre ordinaire. L'amorce électrique et un petit accumulateur (chargeable de l'extérieur avant la pose) sont inclus dans l'appareil.

Le second de ces exposeurs a été inspiré par l'engin allemand "J.FEDER 504" permettant un retard maximal de 21 jours - auquel nos troupes s'étaient heurtées, notamment en Alsace après la retraite allemande. L'engin allemand était pratiquement repérable au bruit de son mouvement ; l'engin français comporte donc une enveloppe d'insonorisation et un mouvement électrique. Il est alimenté par pile.

1.2.6.- Les explosifs de destruction

La mise au point de l'explosif plastique, entreprise par la Direction des Poudres dès les années d'après guerre, fut assez difficile : combiner plasticité, sensibilité, puissance, résistance au froid, sûreté d'emploi est moins simple qu'il ne paraît. On croyait avoir abouti... Aux essais prolongés faits par la STA, il s'avéra que l'utilisation de cet explosif provoquait des céphalées intenses chez les manipulateurs - travaillant nécessairement à main nue... Le coupable était un solvant qu'on parvint fort difficilement à remplacer.

L'"explosif armé" a été immédiatement utilisé (voir § 1.2.2.4.1) pour fabriquer des pétards de 250 et 500 g. et de 1,5, et 50 kg. Ce dernier, cylindrique, est destiné à la création rapide de fourneaux de mine au moyen d'un nouvel engin mécanique, la foreuse BENOTO, qui venait d'apparaître, et qui est susceptible de créer des puits de 60 cm de diamètre et de 10 m de profondeur dans un délai de 1/2 heure à 3 heures suivant le terrain. Cet engin surclassait toutes les "foreuses" (généralement à vis d'Archimède) qui avaient été jusque là utilisées. On fabriqua donc sur mesure la "charge de 500 kg Mie 1951", composée de 10 pétards de 50 kg et de 2 relais en explosif armé contenant eux-mêmes un relais incorporé assez sensible pour fonctionner sous l'action

du détonateur. la création rapide d'un dispositif de destruction puissant était ainsi devenue relativement rapide et aisée.

Ajoutons à cette liste les charges coupantes et perforantes à explosifs formés.

1.2.6.1.- Charges perforantes moyenne et lourde Mle F1

En 1954, l'EFAB avait étudié une charge creuse fixe munie d'aimants, qui devait perforer au moins 300 mm d'acier sous forme d'un trou clair de diamètre minimum 10 mm. Cette charge, contenant 1,2 kg d'explosif, était équipée d'un revêtement conique en zamac, à profil évolutif. Vers 1960 pour l'exécution d'un marché de fabrication de ces engins on a essayé de les réaliser suivant les données du Cahier des Charges, mais l'injection directe en zamac du cône à son tracé définitif était impossible, car son épaisseur était trop faible pour résister à la fissuration dans le moule.

Il a fallu s'orienter vers la réalisation d'ébauches plus épaisses (8 à 10 mm) coulées par gravité en coquilles, et usinées à la forme définitive. Ce n'était pas une mince affaire et le bas prix de revient espéré de l'injection directe était de ce fait devenu impossible à obtenir. De plus l'efficacité de cette charge était irrégulière et loin des exigences des utilisateurs.

Après de nombreuses discussions, enquête, etc..., il a été décidé de reprendre la définition de cette charge perforante moyenne, en partant d'un cône classique en cuivre, d'angle 60°.

Au départ, 3 types de cônes ont été expérimentés :

- | | |
|--------------------------------------|--------------------|
| a) Cônes estampés entièrement usinés | (Solution EFAB) |
| b) Cônes bruts de fluotournage | (Solution ALSETEX) |
| c) Cônes fluotournés usinés | (Demande EFAB) |

Les meilleurs résultats ayant été obtenus avec la solution "b", les essais ont été poursuivis dans ce sens et on conduit à l'homologation de la **"Charge perforante moyenne Mle F1"**.

Lors de l'exécution du premier marché concernant cet engin, ALSETEX a entrepris la fabrication des cônes correspondants suivant les données retenues par le sous-traitant ayant fourni les cônes prototypes. Les contrôles de fabrication ayant donné lors des tirs des perforations légèrement obstruées par des morceaux de noyaux, il y eut enquête pour connaître les raisons de ce défaut. Il provenait du moteur hydraulique commandant l'avance des molettes du tour qui avait eu une fuite à l'époque de la réalisation des prototypes satisfaisants. Les vitesses d'avance indiquées étaient donc erronées. Seule une association bien définie entraînait l'obtention de trous clairs de bonne dimension. Suivant une radiographie-éclair exécutée à Bourges, ce bon résultat correspondait à la dispersion du noyau par éclatement en petits morceaux traversant la perforation sans l'obstruer. La dispersion est due au fait que les cônes fluotournés se comportent comme s'ils étaient en rotation faible.

Par la suite, dans les années 1970, ALSETEX a étudié, suivant les mêmes principes de base la **"Charge perforante lourde Mle F1"**. Ce perceur chargé avec 7,5 kg

d'hexolite, permet de réaliser des trous clairs de diamètre de 30 mm dans une épaisseur de 500 mm d'acier à blindage.

1.2.6.2.- Charge perforante de sol Mie F1 (Brevet ALSETEX n° 76.01013 du 15.01.76)

Vers 1971, il a semblé intéressant de pouvoir créer des fossés anti-chars en remplaçant le système Benoto par un ensemble plus léger et plus rapide. Dans ce domaine, l'Armée Britannique pratiquait des forages dans le sol avec une grosse charge perforante spécialisée, et agrandissait le forage avec des comprimés d'explosif.

ALSETEX effectua quelques essais avec la charge perforante moyenne Mie F1 (1,2 kg).

A partir de ces essais de faisabilité, qui conduisaient à des forages de faibles dimensions, les essais ont été poursuivis en faisant varier, les paramètres ci-après :

- Epaisseur du revêtement
- Angle du revêtement
- Masse d'explosif
- Dimensions et formes générales.

Une fiche de caractéristiques militaires a été établie en janvier 1977 pour obtenir la version définitive de ce matériel.

L'épaisseur du revêtement a été portée à 4,3 mm et son angle fixé à 90° au sommet, à la suite d'essais comparatifs exécutés avec les enveloppes de perforateurs 1,2 kg, et d'un modèle intermédiaire de 4,5 kg créé pour cette étude.

A l'issue de diverses mises au point cette charge a été homologuée en 1981, sous la dénomination de :

"Charge Perforante de Sol Mie F1"

1.2.6.3. - Charges associées pour coupure d'itinéraire

Les forages exécutés avec les perforateurs de sol n'ont pas, vu leur mode d'obtention, des formes régulières et géométriques. Leur remplissage en vue de la constitution de fossés anti-chars ne peut se réaliser qu'avec de l'explosif en granulés, très sensible à l'humidité ou des comprimés de dimensions et de forme appropriées. Après examen du problème et essais en vraie grandeur, les meilleurs résultats ont été obtenus avec des charges explosives constituées de comprimés sphériques d'hexal 70/30 d'un diamètre de 20 mm.

Ces comprimés sont livrés en contenants cylindriques en thermoplastique de diamètre 180 mm, obtenus par soufflage. Chaque contenant referme 12,5 kg de billes

d'hexal, la charge complète pour un forage étant de 4 conteneurs (dont 1 avec accessoires d'amorçage) soit 50 kg d'hexal 70/30.

Les expérimentations pour l'obtention de cratères antichars avec ce type de charges ont donné les résultats suivants (Mourmelon) :

- Forage unique : 1 charge 50 kg hexal 70/30 :
 - Diamètre cratère : 6,80 m
 - Profondeur : 1,75 m
 - Pente des lèvres : 51 %
- Forage double : 2 charges écartées de 2,25 m - Profondeur 2,50 M :
 - Longueur cratère : 10,70 m
 - Largeur cratère : 9,50 m
 - Profondeur cratère : 2,90 m
 - Pente des lèvres : 61 %

Ce dernier type d'obstacle a été jugé infranchissable par les équipages d'AMX 30 participant aux essais. En effet, cette pente très accusée et formée d'éboulis meubles ne permet pas aux chenilles de s'accrocher.

Ce type de charges a été homologué à la suite de ces essais, sous le nom de :

" Charges Explosives pour Forages de Destruction Mle F1"

1.2.6.4. - Charges d'enfouissement Mle F1 avec exposeur 50 sec.

Vers 1964, l'Etat-Major de l'Armée s'est penché sur le problème de la protection rapide des combattants notamment contre les effets des charges nucléaires. Pour ce faire, une solution consiste à ménager dans le sol des petites tranchées pour 1 ou 2 personnes, leur permettant de se tenir en dessous du niveau de ce sol lors des passages des ondes de pression dangereuse.

Pour permettre la réalisation rapide de ces petits abris, il a été réalisé et expérimenté des ensembles constitués de 3 charges explosives cylindriques, avec un système d'amorçage à retard.

Chacune des charges, de longueur 1 m environ et 25 mm de diamètre reçoit un chargement en comprimés explosifs et inertes disposés pour supprimer l'effet d'évasement ou effet de cratère. Ceci s'obtient en faisant varier la densité linéaire de chargement le long du tube.

Le mode d'utilisation est le suivant :

Trois charges sont enfoncées verticalement dans le sol à l'aide d'un moyen approprié. Elles sont disposées sur une même ligne, espacées l'une de l'autre de 0,60 m.

Elles sont amorcées à l'aide d'un cordeau détonant souple relié à un exploseur à retard 50 sec, dérivé d'un bouchon allumeur plastique.

On déclenche l'explosif, et on s'écarte par mesure de sécurité.

L'explosion qui se produit ameublit le sol autour des charges, et il est ainsi possible de déblayer rapidement à la pelle un volume ayant les dimensions ci-après :

- Longueur : 1,80 m
- Largeur : 0,60 m
- Profondeur : 1,20 m

Deux combattants peuvent s'y introduire, et se trouver ainsi protégés.

1.2.6.5. - Charges coupantes UPRRP (pour mémoire)

Charges coupantes destinées à découper les plaques de béton constituant les pistes pour en permettre la réparation rapide après dommages causés par des bombardements. Ces charges ont été homologuées par le Génie de l'Air.

1.2.7. -- Quelques problèmes d'études et de fabrications

Bien qu'il ne s'agisse pas de matériel à proprement parler, il faut rappeler que les études et les fabrications ont nécessité la mise au point d'un nombre considérable de spécifications tant pour la fabrication proprement dite que pour la recette. Le matériel de recette lui-même s'est considérablement perfectionné. A titre d'exemple, l'essai d'étanchéité d'avant 1945, qui consistait à maintenir dans un seau d'eau pendant quelques heures l'objet à tester, a été remplacé par un séjour prolongé d'une quinzaine de jours dans une armoire programmée pour obtenir des cycles de températures de - 20 à 40°C et, simultanément une hygrométrie variant de 0 à 100. Ni ces matériels, ni cette documentation n'existaient en 1945.

1.3. - ENFOUISSEURS DE MINES

L'établissement d'un barrage de mines efficace nécessite l'emploi d'une grande quantité de mines qu'il faut approvisionner, disposer suivant un plan de pose précis, enfouir, armer et camoufler, et, éventuellement, piéger.

La mine HPD, mise au point par le GIAT, en coopération d'abord avec le CRIF puis avec TRT a permis d'envisager un système de pose mécanique.

Ce système est basé sur un brevet relatif à un outil enfouisseur de mines, déposé en 1963 par l'ingénieur de l'Armement PARAMYTHIOTI, qui en a concédé la licence d'exploitation à l'Etat.



Enfouisseur de mines MATENIN

Pose ponctuelle
automatique



Armement
manuel

**Distributeur de
mines
MATENIN**





La Société Matenin a d'abord réalisé une maquette fonctionnelle, constituée d'un outil enfouisseur monté sur un chariot avec mécanisme permettant de faire descendre une mine dans l'outil, de faire entrer l'outil dans le sol et d'y maintenir la mine pendant que l'outil se retire du sol.

A partir de là, l'Atelier de Construction de Roanne (A.R.E.), a réalisé un ensemble à translation continue, à partir d'un châssis AMX 13 avec système d'arrêt de l'outil enfouisseur par rapport au sol pendant la translation du châssis, pour permettre la pose de la mine. Monsieur DESVIGNE de la Société MATENIN mena alors plusieurs études parallèles sur l'enfouissement des mines, dont une fut utilisée par l'ARE. La tentative de mise au point se poursuivit jusqu'en 1971.

Pendant ce temps, des études furent entreprises pour le chargement automatique en mines de l'outil enfouisseur. Le matériel réalisé à partir du châssis AMX 13 se révélant difficile à mettre au point, une autre voie de recherche a été explorée à partir du châssis tous-terrains à roues de l'excavateur de tranchées Matenin, pourvu d'une transmission hydrostatique (voir chapitre sur l'enfouissement du Corps de Bataille).

Ce matériel peut efficacement démarrer et s'arrêter à quelques centimètres près et c'est ce qui convient pour poser automatiquement un champ de mines, où la position de chacune des mines doit être connue avec précision, afin que les troupes amies, en possession des plans de pose, aient la maîtrise de ce champ et ne soient pas mises en danger.

Le système fait l'objet d'un brevet de Desvigne et Kramer déposé en 1971 par les Etablissements Matenin. A l'issue de démonstrations faites à l'Etablissement d'Expériences Techniques d'Angers (E.T.A.S.), un châssis est acheté à Matenin en 1972 et remis à l'A.R.E. pour montage de l'outil. On obtient l'enfouissement de 300 mines/heure, avec un pas de pose minimum de 2,50 m. Les mines sont alors armées manuellement.

En 1972/1973, Matenin dépose deux nouveaux brevets de Desvigne et Kramer pour un système de chargement et de distribution automatique des mines, à partir de couples de caisses en bois spéciales entièrement destructibles par le feu et contenant chacune 112 mines.

On arrive ainsi à deux matériels de chargement et distribution concurrents, l'un réalisé par l'A.R.E. et l'autre par Matenin en 1973/1974. Après diverses démonstrations de l'engin Matenin, un concours est organisé à l'E.T.A.S. en 1973. Le matériel Matenin est retenu à l'issue du concours.

La DTAT achète alors le système de chargement Matenin et le fait monter par l'A.R.E. sur le châssis Matenin porteur d'un outil enfouisseur mécanique A.R.E. monté en arrière du châssis porteur.

En 1973, Matenin lance sur fonds propres l'étude d'un nouveau matériel regroupant harmonieusement les éléments qu'il avait successivement mis au point avec un engin enfouisseur de sa conception utilisant le principe du brevet Paramoythiot pour l'outil et remporte contre le matériel de l'A.R.E. un nouveau concours organisé à l'E.T.A.S. en 1974, suivi d'essais comparatifs des deux matériels en corps de troupes sous le contrôle de la Section Technique de l'Armée de Terre.

Le matériel Materin est alors retenu et commandé pour l'équipement des forces Françaises.

A l'occasion de cette étude, deux autres matériels ont été mis au point :

- un distributeur de mines de conception Materin qui, après armement, les dépose sur le sol à des distances réglables. Ce distributeur est remorqué par un camion tracteur qui sert également de véhicule de transport pour les mines et pour le personnel de mise en oeuvre; l'alimentation en mines du distributeur s'effectue manuellement. Le fonctionnement du distributeur (armement des mines, réglage de l'intervalle de pose) est assuré par un système électro-pneumatique alimenté en énergie électrique et air comprimé par le tracteur. Il est adopté et en service dans l'armée Française.

- un engin soc, de conception ARE tracté et alimenté en énergie comme le distributeur de mines creuse un sillon, y place les mines armées et referme ce sillon, réalisant ainsi une pose linéaire moins discrète que la pose ponctuelle réalisée par l'enfouisseur proprement dit. Il n'a pas été adopté par l'armée Française.

DISPERSION DES MINES

D'autres études ont été menées pour la dispersion de mines par hélicoptère ou projectiles d'artillerie (voir mines dispersables).

2- LE FRANCHISSEMENT DES OBSTACLES ET COUPURES

2.0.- GENERALITES

Peu de terrains permettent naturellement une circulation hors routes intense des moyens nécessaires au combat et à la vie des unités (soutien logistique). Les zones de déploiement peuvent en outre être minées et coupées par des obstacles divers plus ou moins sérieux .

Le gros du trafic se fait donc suivant des itinéraires aménagés comportant des points de franchissement des divers obstacles.

Pour définir ces itinéraires on attribue à chaque véhicule un nombre représentatif des efforts qu'il provoque à son passage, c'est sa classe.

On affecte de même une classe à un convoi, une classe à chaque pont ou ouvrage d'art et une classe à chaque itinéraire qui est celle de l'ouvrage de la plus faible classe, non contournable, rencontré sur celui-ci. La règle est alors qu'un véhicule ou un convoi de classe X peut circuler dans des conditions normales sur un itinéraire de classe X ou plus. Les règles de détermination de ces classes font l'objet d'un accord OTAN (STANAG 2021).

Les obstacles créés par l'ennemi ou par les circonstances du combat sont :

- des destructions ou obstructions de chaussées,
- des destructions d'ouvrage d'art,
- des interdictions de déploiement, par mines par exemple.

On doit les neutraliser par divers moyens ou procédés tels que :

- le dépiégeage et le déminage,
- le comblement des entonnoirs, l'exécution de déviations,
- la réfection, le renforcement, l'élargissement des chaussées
- la réalisation d'ouvrages d'art soit à partir de matériaux disponibles (ouvrages de circonstances), soit à partir de ponts préfabriqués.

On peut aussi sur des plans d'eau être amené à : assurer les passages nécessaires par des moyens discontinus (bateaux, bacs, portières...), ou continus (ponts).

Tous ces procédés exigent, surtout pour le pontage, la mise en oeuvre de moyens importants, qui ne peuvent être déployés que sous la protection d'un écran d'unités entre l'ennemi et le chantier, écran qui met ce dernier à l'abri des interventions des tireurs ennemis et si possible à l'abri de ses observateurs directs.

Pour constituer un tel écran il faut permettre le passage d'unités amies qui opèrent un franchissement de vive force, dans la fouée ou par parachutage.

Les premiers matériels mis en oeuvre derrière ce rideau le sont dans des conditions dangereuses où il faut réduire autant que possible l'encombrement des voies d'accès, l'immobilisation des véhicules et l'importance des effectifs nécessaires. On est donc conduit à utiliser des matériels à hautes performances, rares et précieux, qui se-

ront remplacés, dans une phase ultérieure des opérations, par des matériels plus économiques, moins fragiles et d'un meilleur débit.

Les engins de terrassement qui interviennent dans la réalisation des déviations, le dégagement d'obstacles, l'aménagement des accès aux points de franchissement, font l'objet du chapitre 3. En ce qui concerne la circulation hors routes, de nombreuses études ont été entreprises à partir de 1950. Certaines ont conduit à la notion de traficabilité des sols (voir en 4.4).

Ici seront traités :

- 2.1 - Les moyens de franchissements en service à la fin de la deuxième guerre mondiale.
- 2.2 - Reprise des études de matériels de franchissement après 1945.
- 2.3 - Les moyens de pontage mécanisés courte brèche.
- 2.4 - Le franchissement continu.
- 2.5 - Le franchissement discontinu.
- 2.6 - La fabrication en France des engins amphibies GILLOIS-EWK.
- 2.7 - Les moyens auxiliaires de franchissement et autres études diverses.

Nota : Ce découpage du sujet est arbitraire pour certains matériels, conçus pour permettre soit un franchissement continu soit un franchissement discontinu.

2.1. - LES MOYENS DE FRANCHISSEMENT EN SERVICE A LA FIN DE LA DEUXIEME GUERRE MONDIALE

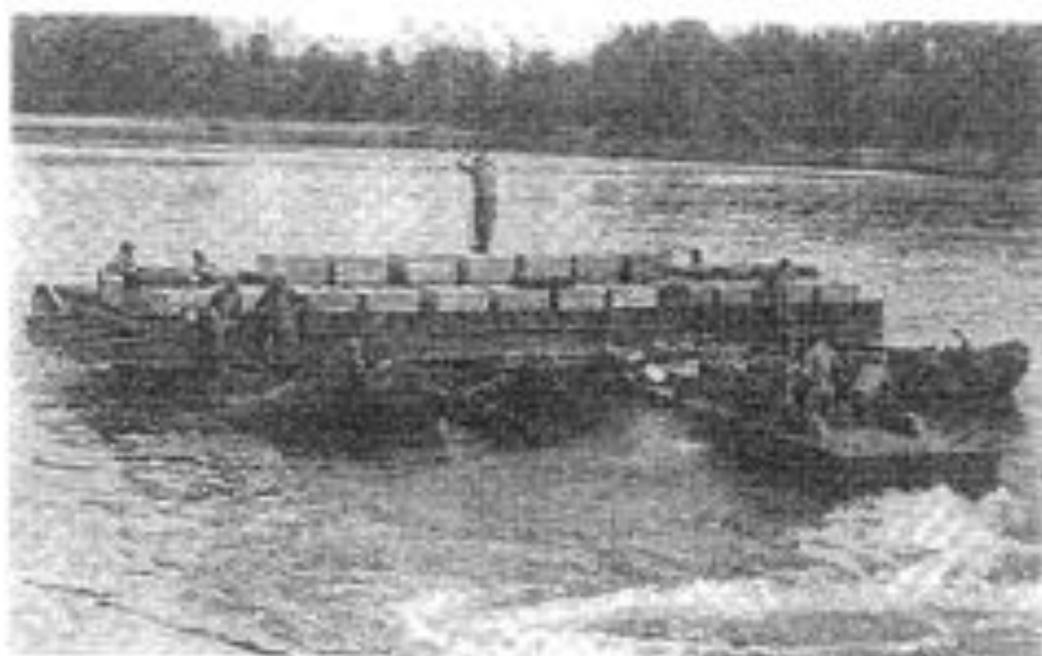
A la fin de la guerre 1939-45, les moyens de franchissement de l'Armée française sont presque exclusivement d'origine étrangère et pour l'essentiel de provenance américaine. La défaite de 1940 a entraîné la quasi disparition des moyens nationaux tels que les ponts d'équipage 1901 et 1935, qui n'existaient plus alors qu'à l'état de spécimen, seuls les matériels de rétablissement de voies ferrées, comme les ponts Bonnet Schneider, souvent entreposés dans des parcs, ont connu moins de vicissitudes.

La Première Armée Française, constituée en Afrique du Nord et la Deuxième Division Blindée ont reçu des alliés leurs équipements, ce sont ceux-ci complétés par les dotations ultérieures attribuées au titre du Plan d'Aide Mutuelle (traité de l'Atlantique Nord) qui composent la majeure partie des moyens de franchissement pendant les deux décennies qui ont suivi la fin de la guerre.

Les alliés, et en particulier les Américains, ont dû étudier et fabriquer dans des délais très brefs les moyens de franchissement, qui, en Italie à partir de 1943 en France et en Allemagne après le débarquement, ont permis la progression des unités combattantes et assuré la continuité des communications. Cette rapidité de réalisation n'a pas été - sauf exception - favorable à l'originalité dans la conception. Néanmoins, l'utilisation fréquente de la mécanisation marque bien la transition entre les modestes possibilités des équipements d'avant-guerre, pour la mise en oeuvre desquels l'effort physique des combattants était l'essentiel, et les matériels développés depuis 1955, qui, pour les plus puissants au moins, font appel à une mécanisation généralisée.

Une rapide revue de détail amène à citer les principaux matériels qui suivent :

- Le matériel M2 de DI qui, bien qu'utilisable en franchissement continu, a surtout servi à la construction de portières de classe 12 pour le franchissement discontinu. Les supports flottants sont composés de deux demi-bateaux en contreplaqué, assemblés, sur lesquels sont fixés des chemins de roulement en bois réunis bout à bout par brochage. La navigation de la portière ou même du bateau isolé utilisé en tant qu'embarcation de service ou d'assaut est assurée par un propulseur américain Johnson ou Evinrude. Ce matériel d'une grande souplesse d'emploi a été le moyen de franchissement essentiel des troupes d'infanterie.
- Le pont Treadway pour division blindée a pour supports flottants des flotteurs pneumatiques de 18 tons U.S. de 10 m de long et 2,50 m de large. Sur ces flotteurs sont placés les éléments de chemin de roulement en acier (3,66 m de long, 1 066 kg) formant après assemblage deux voies parallèles. La transmission des efforts entre les chemins de roulement et les flotteurs se réalise par des semelles de répartition constituées de plateaux et de longerons. Ce matériel est transporté par des camions spéciaux appelés Breakway qui, équipés d'un portique, mettent en place sur les flotteurs pourvus de leur semelle les éléments de chemin de roulement. Le temps de gonflage des flotteurs représente une bonne part de la durée de construction d'un ouvrage treadway. Chaque camion transporte les éléments constitutifs de 7,30 m de pont.



Élément de pont 60 T US poussé à l'aide d'un bateau-pousseur

- Le pont de 60 tonnes est destiné à constituer des ouvrages flottants. Son support flottant est un flotteur de 24 tons composé de deux parties assemblables de 6,70 m de long et de 2,75 m de large. Le tablier du pont est composé de travées de 4,57 m formées d'un élément central et de

deux éléments latéraux. La mise en œuvre du pont de 60 tonnes s'effectue par des grues de levage.

- Le pont Bailey - de conception britannique - a été la création la plus originale, en fait de matériel de franchissement, au cours de la deuxième guerre mondiale. Basé sur le principe d'un montage de mécano, il possède quelques éléments de base dont les multiples combinaisons permettent de construire des ouvrages de force portante et de portée variables, sur supports fixes ou sur supports flottants.
- Les pièces constitutives principales du pont Bailey sont le panneau, sorte de rectangle en treillis d'acier de dimensions 3,05 m sur 1,55 m et d'une masse de 262 kg, la pièce de pont, poutre en I de 6,17 m de long avec une masse de 280 kg, la broche d'assemblage de 20,3 cm de long, 4,77 cm de diamètre, 2,78 kg. Les éléments de platelage, les cadres de contreventement, les madriers, les plaques d'appui et les appareils de lancement (rouleau ordinaire et rouleau à balancier) complètent la liste des pièces constitutives. Le pont Bailey est mis en œuvre manuellement, les éléments les plus pondéreux sont transportés à l'aide de barres de portage par 6 hommes. Le pont Bailey fabriqué en très importantes quantités a été un matériel d'une grande souplesse d'utilisation.
- Le pont M4 ou M4 T6. Plus tardivement conçu le pont M4 (à supports flottants en alliage léger) ou M4 T6 (à flotteurs pneumatiques) est un pont d'équipage qui annonce, par l'alliage léger remplaçant l'acier, les réalisations futures. La pièce de base essentielle est la poutrelle à structure fermée, de section carrée et flottante. Transporté par camions spéciaux, le pont M4 est assemblé manuellement. Ses poutrelles posées de façon jointive constituent à la fois la travure et le platelage.

2.2. - REPRISE DES ETUDES DE MATERIELS DE FRANCHISSEMENT APRES 1945

A la fin du conflit les différents services de l'Armement ont été reconstitués. Au sein de la Direction des Etudes et Fabrications d'Armement (DEFA), qui a en charge l'élaboration du matériel de défense terrestre, un département Matériels du Génie a dans ses responsabilités la définition et la mise au point de nouveaux matériels de franchissement. Peu de temps après est créé en 1950 à Angers un établissement dépendant de la DEFA, l'Etablissement d'Expériences Techniques d'Angers, dont le rôle sera d'expérimenter les nouveaux matériels et de porter un jugement sur leur valeur technique et d'emploi, tandis que l'appréciation sur leur adaptation aux conditions opérationnelles appartient aux organismes dépendant de l'Etat-Major de l'armée de Terre (Section Technique de l'Armée, groupement Génie).

La reprise des études s'est accompagnée de nombreuses difficultés. Les crédits sont accordés avec parcimonie car les moyens financiers vont d'abord soutenir l'effort de reconstruction civile et de modernisation. Les cinq années de conflit ont bouleversé profondément et appauvri le potentiel industriel de la France ; retrouver des partenaires dans l'industrie, susciter la création de nouvelles équipes de techniciens compé-

tents dans les disciplines relevant de la Défense, ont souvent été les démarches préalables, longues et difficiles, avant le lancement de toute opération.

Néanmoins, en dépit de ces obstacles, des études en nombre relativement important vont être entreprises. Mais comme les études tactiques des Etats-Majors n'ont pas été reprises, les objectifs visés sont dépourvus d'originalité. Les données retenues pour la définition des caractéristiques opérationnelles se bornent à la reproduction de celles des matériels mis en oeuvre à la fin de la guerre. L'innovation dans les principes et les progrès dans la technologie ne peuvent pas être encore au rendez-vous, le retour de la paix est trop récent.

Les principales études mises en chantier, qui méritent une mention, sont les suivantes :

- Le pont route mie 48, pont route démontable de 120 tonnes, est une copie du pont Bailey dont il reprend le principe. Il n'apporte aucune amélioration par rapport à son devancier : le nombre de pièces élémentaires, malgré le désir exprimé dans ce sens, n'a pas diminué, les masses au mètre courant rapportées aux forces portantes sont souvent plus élevées.
- Le pont soudé mie 49 est un ouvrage destiné aux voies de chemin de fer. Il permet de réaliser des portées variables suivant le nombre de poutres maîtresses retenu (2,4 ou 6). Ainsi peut-on atteindre une portée de 33 m en supportant le train type 1944 A.
- Les ponts de 10 tonnes et de 15 tonnes, s'inspirent, avec toutefois une réalisation métallique en alliage léger, du pont US DI M2.
- Le pont de 30-70-100 tonnes est un pont d'équipage
- Le pont rail-route, dit à éléments légers à grande portée, conserve la conception Bailey de deux poutres maîtresse parallèles à un ou deux étages. Le tablier est disposé en voie inférieure ou en voie supérieure. La pièce la plus lourde a une masse de 2 200 kg.

Ces diverses études sont parvenues à des stades de réalisation variables, aucune cependant n'a dépassé celui de la fabrication du prototype. Finalement vers 1957 elles seront abandonnées les unes après les autres, car, s'impose progressivement aux esprits, la conviction qu'un nouveau conflit éventuel différerait en tout du précédent. Dès lors, il devient inutile de reproduire, même en les améliorant, les anciens matériels.

A partir de 1957, après le conflit d'Indochine, la guerre d'Algérie accapare une bonne partie des ressources des armées. Pour l'équipement des troupes du Génie engagées dans la lutte, la nécessité amène d'abord à l'acquisition rapide de matériels d'organisation du terrain de type commercial, de mines terrestres et plus prosaïquement de fil barbelé dont les tonnages fabriqués ont été considérables.

Une pause dans l'activité d'étude des matériels de franchissement va ainsi se poursuivre, en raison de tout ce contexte, de 1957 à 1962. Pendant cette période deux réalisations importantes seulement seront maintenues : les engins GILLOIS-EVK

pourront être développés parce qu'ils bénéficient de crédits particuliers ; le poseur de pont sur châssis AMX 13 verra son étude initiée à partir de 1957.

Dès 1962, avec la création des Commissions Consultatives Permanentes, organes de conseil et d'étude de l'Etat-Major, le renouvellement de la pensée militaire est manifeste. Les efforts de réflexion se concrétisent rapidement par la définition des caractéristiques des forces à créer capables de répondre aux conditions nouvelles du combat de l'ère nucléaire. Cette nouvelle armée aux effectifs moins nombreux ne devra son efficacité qu'à la mobilité de ses unités et à l'efficacité unitaire accrue de ses matériels. La voie est tracée et les conditions sont maintenant réunies pour le démarrage de grandes études dans le domaine du franchissement.

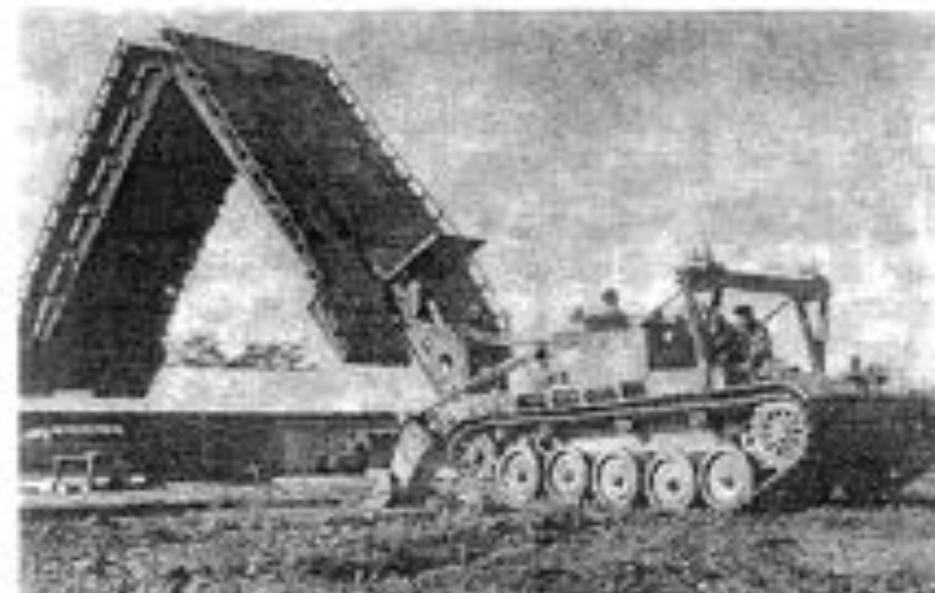
2.3 LES MOYENS DE PONTAGE MECANISES COURTE BRECHE

L'étude statistique des brèches rencontrées par des unités en campagne, sur un théâtre d'opérations européen, montre que dans la majorité des cas leur largeur est inférieure à 10 mètres. Si l'on retient une largeur de 20 mètres on est assuré d'englober plus de 95 % des coupures rencontrées.

Partant de ce constat, les armées des grandes nations disposent depuis la dernière guerre mondiale de moyens divers de rétablissement des itinéraires adaptés à ce type d'obstacles de faible portée. Dans notre pays, trois matériels ont été étudiés et fabriqués, ils vont être présentés dans l'ordre chronologique de leur réalisation.

2.3.1 - Le char poseur de Pont AMX 13

C'est un matériel blindé, chenillé, issu de la famille AMX 13, capable de transporter, lancer et reprendre une travure de pont. D'une maniabilité analogue à celle des autres véhicules AMX 13, il est cependant légèrement limité en vitesse. Son blindage met l'équipage à l'abri des armes légères. Toutes les opérations de lancement et de reprise de la travure effectuées par des équipements actionnés hydrauliquement sont commandées de l'intérieur du char, sans aucune intervention extérieure, leur contrôle se faisant par la vision aux épiscopopes.



Poseur de pont AMX 13
Mise en place
de la travure

Le châssis du char poseur de pont AMX 13 assure ses fonctions particulières par :

- un dispositif de stabilisation appliqué sur le sol, avant la manoeuvre de la travure, avec deux cames d'assiette, pour constituer des points d'appui empêchant le basculement vers l'arrière du poseur,
- un système de mise en place de la travure composé d'un triangle de sustentation, d'un poinçon de pivotement, de vérins de basculement et de pivotement.

Le char poseur de pont peut mettre en oeuvre deux types de travures, l'une simple, de classe 25, repliable en deux parties au cours de son transport, est constituée de deux chemins de roulement solidarisés l'un à l'autre par des entretoises, l'autre, aussi de classe 25, permet d'atteindre la classe de franchissement 50 par la mise en place de deux travures couplables côte à côte. Toutes ces travures peuvent être saisies par le système de mise en place à l'une ou l'autre de leurs extrémités.

Pour une masse roulante de 19,5 tonnes, l'engin en ordre de marche a une longueur d'environ 8 m, une largeur de 3,20 m avec la travure simple et 2,50 m avec la travure couplable. Les deux types de travure, avec une longueur de 14 m, permettent de franchir une coupure de 12 m environ.

Le lancement de la travure sur la brèche s'effectue avec l'arrière du char amené à la rive de départ. Par le mouvement des vérins se réalise la saisie de la travure repliée sur le char, sa dépose sur la brèche, après basculement et déploiement. Ces opérations sont effectuées en moins de 10 minutes. L'organisation du système de pose autorise des lancements avec des assiettes différentes de l'horizontale : en place la travure peut présenter, en cours d'utilisation, une pente longitudinale allant jusqu'à 30 % et un dévers transversal de 15 %.

Le poseur de pont AMX 13, étudié à partir de 1957 et fabriqué par la société CODER à Marseille, a été produit à 96 travures et 45 poseurs pour l'Armée Française. Il a été exporté dans plusieurs pays.

2.3.2. - Le pont automoteur d'accompagnement (PAA).

C'est un engin à 4 roues capable d'assurer des franchissements de brèches, soit en mettant en place et en abandonnant une travure sur la coupure, soit, dans certaines conditions du passage, en mettant en place la travure sans l'abandonner.

Le matériel se compose d'une coque en alliage léger, avec trois compartiments. Le compartiment avant constitue l'habitacle de l'équipage, le compartiment central reçoit les organes de motorisation et de commande hydraulique des équipements. Différents impédiments trouvent place dans le compartiment arrière.

A la partie supérieure de la coque sont adaptés les équipements de franchissement :

- à l'avant la travure de 22 m de long, dissociable ou non de la coque, est transportée, repliée en deux parties, sur la coque de l'engin,
- à l'arrière, une rampe d'accès au dessus de la coque est solidaire de celle-ci.

- Cette rampe et cette travure sont construites en alliage léger par éléments soudés.

Plusieurs modes d'utilisation du PAA sont possibles :

- il arrive face à la brèche, bascule et déploie sa travure, la dépose et l'abandonne ; le passage est rétabli par la seule travure,
- il peut après mise en place de la travure sur la brèche la conserver fixée à la coque et basculer la rampe arrière. Le passage est rétabli par la coque et la travure solidaires. Les véhicules devront, pour franchir, successivement gravir la rampe et circuler sur la coque et la travure,
- deux PAA placés côte à côte peuvent de la même manière que dans les deux cas ci-dessus, soit déposer leur travure, soit la conserver solidaire, l'intérêt de ce doublement est d'augmenter la classe de passage du point de franchissement.

A ces possibilités de mise en oeuvre correspondent diverses performances qui s'inscrivent entre les limites de 16 m à 38 m de pont et de 40 à 60 pour les classes de franchissement. A titre indicatif, la travure de 22 m, déposée sur une coupure de 20 m assure un passage en classe 40.

Le PAA en configuration routière a 13 m de long, 3,05 m de large et 3,90 m de hauteur.

Un chevalet bipode, à hauteur réglable jusqu'à 5 m est adaptable à l'extrémité d'une travure. Il est utilisable, dans des conditions de site favorables, avec de grandes précautions et seulement dans la configuration travure et coque solidaires ; la portée couverte peut aller alors jusqu'à 40 m.

Le PAA est un engin à roues ; comme tel il possède une mobilité routière supérieure à celle d'un matériel chenillé, par contre, sur ce même plan des déplacements il est moins apte aux parcours en tout terrain. La solidarisation de la coque et de la travure se révèle efficace dans le cas de lancement sur des rives au sol peu stable, mais en contrepartie, le gravissement de la rampe arrière, de pente accusée, donne un sentiment d'insécurité aux conducteurs des véhicules franchissants et entraîne un sensible ralentissement de ces derniers ; le débit s'en trouve réduit. La solidarisation a en outre l'intérêt de rendre possible l'utilisation d'un chevalet.

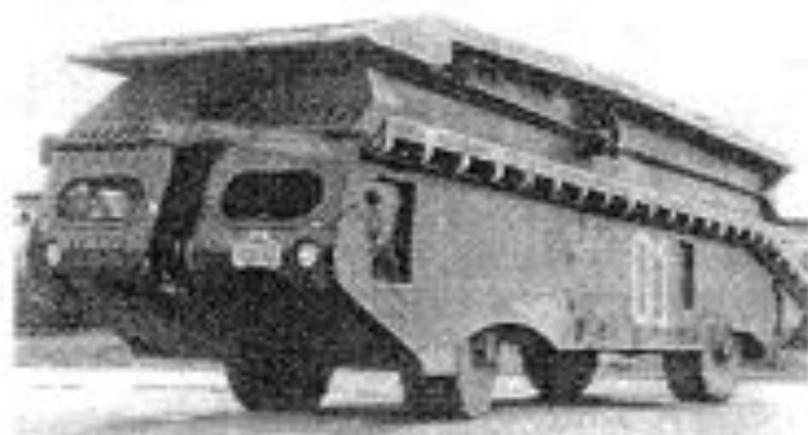
Cependant le PAA, avec sa coque de tôle mince, ses grandes surfaces vitrées, est un matériel dépourvu de protection contre les tirs des armes d'infanterie. Ce handicap limite en conséquence son emploi aux zones bien tenues. Malgré ce désavantage le commandement l'a préféré pour l'équipement des forces, après hésitations il est vrai, au char poseur de pont AMX 30, qui,



PAA Déploiement de la travure

lui, peut accompagner aux premiers échelons les chars de bataille. Soixante neuf matériels ont été construits. Il a été étudié par Gillois - EVK et fabriqué par la DCAN à Lorient (voir le texte traitant de la fabrication en France des matériels Gillois - EVK).

PAA
en position de
déplacement



2.3.3 - Le char poseur de pont AMX 30

Le char moyen poseur de pont a été conçu pour assurer le franchissement des chars de bataille. Ses caractéristiques répondent aux conditions de son emploi en accompagnement des échelons de tête, à la nature des obstacles à franchir et aux particularités des blindés dont il doit permettre le passage. Il se compose de deux ensembles, le châssis pourvu d'un système de pose de travure et une travure. Chargé de sa travure repliée en deux parties en position route, il a une longueur de 11,50 m, une largeur de 3,95 m, une hauteur de 4,30 m, une masse de 42,5 tonnes. La travure déployée mesure 22 m de long, 3,95 de large pour offrir une voie utile de 3,80 m, sa masse est de 8,6 tonnes.



Maquette du poseur de pont AMX 30

Le char poseur de pont est un dérivé du char de bataille AMX 30 avec les mêmes composants mécaniques principaux. Il en conserve sensiblement la mobilité, même si certaines caractéristiques de vitesse maximale, d'accès aux rampes et dévers du terrain sont affectées par la masse de l'ensemble char et travure, supérieure à celle du char ordinaire, et par l'encombrement en superstructure de la travure. La protection du châssis contre les armes lourdes et les mines est conservée, seule la casemate remplaçant la tourelle n'offre pas sur ce point les mêmes garanties. La protection NBC demeure intégralement acquise. L'équipage, composé de trois hommes, chef de véhicule, pontonnier, conducteur, dispose de bonnes conditions d'habitabilité.

Le dispositif de manoeuvre permet la pose et la reprise de la travure en moins de 10 minutes, de jour et de nuit sans aucune intervention extérieure de l'équipage. La travure de type pont ciseau est formée de deux demi-travures identiques assemblées par une articulation centrale. Une demi-travure se compose de deux caissons en alliage léger, formant chemin de roulement, reliés par des traverses. La largeur de voie offerte est de 3 m portée à 3,80 m par la pose manuelle d'élargisseurs. La classe de la travure, sur la portée maximale de 21 m, est de 50 en passage normal et de 60 en passage avec précaution.

Le char poseur de pont AMX 30, quoique adopté par l'Etat-Major de l'Armée de Terre n'a pas été mis en service. Les 12 matériels construits ont été exportés.

CHAR MOYEN POSEUR DE PONT SUR CHASSIS AMX 30

CONSTRUCTEUR : GIAT - Groupement Industriel des Armements Terrestres



UTILISATION

Engin blindé chenillé, destiné à effectuer le transport, le lancement et le retrait d'u travure de longueur 22 mètres et de classe 50.

CARACTÉRISTIQUES

Equipage : 3 hommes (1 chef de char, 1 pontonnier, 1 pilote).

Masse (en ordre de marche) :

— sans la travure : 34 t.

— avec la travure : 42,5 t.

Dimensions avec la travure :

— Longueur : 11,40 m.

— Largeur : 3,15 m sans élargisseurs (3,95 avec élargisseurs).

— Hauteur : 4,20 m.

Groupe moto-propulseur :

Organes de propulsion identiques, à des réglages près, à ceux du char AMX 30.

PERFORMANCES

Temps de lancement ou de retrait : inférieur à 10 minutes.

Mobilité :

Vitesse maximale sans travure : 60 km/h.

Vitesse maximale avec travure : 50 km/h.

2.3.4 - Pont courte-brèche et support intermédiaire

Afin d'augmenter la portée des travures des poseurs de pont, en particulier celle du char poseur AMX 30, l'étude d'une travure-pile autostable a été lancée, à titre probatoire, en utilisant le char AMX 13. Elle se composait d'une ossature constituée par une demi-travure normale aménagée et d'un système de pile comprenant deux jambes télescopiques repliables, articulées à l'extrémité de la demi-travure et munies à leur extrémité inférieure d'une semelle d'appui avec dents d'ancrage. L'ensemble était complété par un contreventement transversal avec deux bracons¹ et longitudinal avec deux contre-fiches. Le fonctionnement (déploiement, repli) de la travure-pile se trouvait assuré par une commande hydraulique actionnée par le char poseur. L'utilisation de la travure-pile devait augmenter de 50 % la portée du matériel. L'expérimentation, longue et délicate, de cette travure-pile s'est finalement soldée par une conclusion négative et par l'abandon du principe même, en raison :

- du manque de stabilité de l'ouvrage final,
- de la durée importante de la mise en œuvre,
- de la nécessité de l'intervention de personnel en dehors du char poseur,
- de l'obligation d'un aménagement des berges pour presque tous les sites utilisés.

Cet aboutissement, en dépit des apparences, n'est pas en contradiction avec l'adoption d'un dispositif de support intermédiaire pour le PAA. Pour ce dernier matériel la solidarisation de la coque avec la travure a pour effet de créer des conditions de stabilité particulièrement favorables à l'utilisation d'un appui intermédiaire. En outre, le PAA, en raison de son manque de protection réelle, n'intervient pas aux échelons avancés, ce qui rend acceptable l'intervention à l'extérieur de l'engin des personnels qui doivent réaliser les ancrages de sécurité nécessaires.

¹ arc-boutants assurant la verticalité de la pile





PAA - mise en oeuvre simple



PAA - mise en oeuvre avec chevalet

- 1) Un engin sur le bord de la brèche déploie sa rampe, à laquelle est fixé le chevalet. Un autre engin joue le rôle de contre-poids sur l'arrière du premier.



PAA - mise en oeuvre avec chevalet

2) Le 1^{er} engin achève le déploiement de sa travure.



PAA - mise en oeuvre avec chevalet

3) Le chevalet du 1^{er} engin repose au fond de la brèche sur sa semelle.





PAA - mise en oeuvre avec chevalet

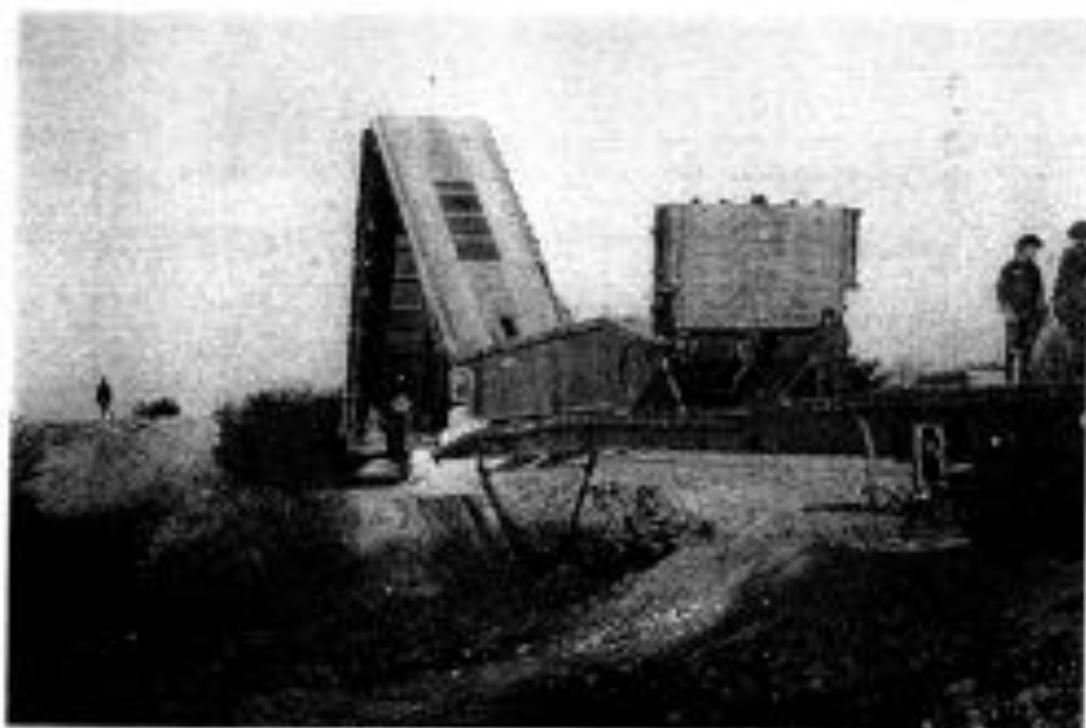
4) Le 2^{ème} engin avance vers le 1^{er}.



PAA - mise en oeuvre avec chevalet

5) Le 2^{ème} engin arrêté à l'aplomb du chevalet commence à déployer sa travure.





PAA - mise en oeuvre avec chevalet

6) Poursuite de la manoeuvre du 2^{ème} engin.



PAA - mise en oeuvre avec chevalet

7) La travure du 2^{ème} engin repose sur le chevalet et sur la rive d'arrivée.





PAA - mise en oeuvre avec chevalet

8) Le 2^{ème} engin se désolidarise de sa travure et l'abandonne.



PAA - mise en oeuvre avec chevalet

9) Le passage continu est assuré - passage d'un matériel blindé.



2.4. - LE FRANCHISSEMENT CONTINU

Le franchissement continu est le mode de traversée d'une brèche humide (cours d'eau, lac, bras de mer) qui consiste en la mise en place d'un moyen de passage continu reliant une berge (rive de départ) à une autre (rive d'arrivée). Ce mode de franchissement a longtemps été préféré au franchissement discontinu, faisant intervenir, lui, des structures flottantes porteuses, qui, en navigant, transbordent d'une rive à l'autre les personnels et moyens de combat.

Le principal intérêt du franchissement continu est le rendement exprimé en nombre de véhicules transférés en une heure. C'est cette considération qui conduisait à y recourir dans tous les cas possibles. Mais à l'évidence, le franchissement continu oblige à concentrer en un point particulier les éléments constitutifs du moyen de passage et ensuite à canaliser par ce même point les véhicules des unités à faire passer. Cette nécessité est devenue au fil du temps et surtout depuis la deuxième guerre mondiale, avec les possibilités d'intervention de l'aviation, un lourd handicap. Aujourd'hui, l'emploi de l'arme nucléaire et les capacités de détection par tous temps rendent le procédé très aléatoire. Il ne peut plus être envisageable que pendant une durée très limitée. Cette contrainte a obligé à concevoir des moyens de franchissement continu qui, entre leur assemblage et leur dissociation, rapidement conduits, laissent encore une période de temps suffisamment importante pour la traversée des véhicules de combat. Ci-dessous vont être décrits les principales réalisations nationales relevant du franchissement continu.

2.4.1. - La passerelle légère d'infanterie 49-63

C'est un matériel léger qui permet le franchissement de rivières d'une largeur de 50 m environ ayant un courant inférieur à 2,50 m/s, par des combattants à pied, munis de leur équipement, et par des véhicules légers d'une masse inférieure à 2 tonnes. Elle se compose de flotteurs 6 hommes qui sont les éléments de flottaison et qui reçoivent à leur partie supérieure des madriers fixés par des pièces de répartition. Les éléments de tablier placés perpendiculairement sur les flotteurs et assemblés bout à bout constituent la voie de passage. L'immobilisation de la passerelle sur le cours d'eau est obtenue par un amarrage réalisé par des cordages et des ancres.

Une unité de passerelle de 51 m de longueur a une masse de 3 tonnes. Sa mise en œuvre par une section de sapeurs demande un délai de 30 à 35 minutes.

Le franchissement continu est la forme la plus courante d'utilisation de la passerelle. Cependant, le flotteur 6 hommes peut être mis en œuvre de façon autonome avec des pagaies ou un propulseur de 10 à 15 chevaux. Les éléments constitutifs de la passerelle peuvent en outre constituer une portière légère, moyen de franchissement discontinu pour véhicules légers isolés.

2.4.2 - Le pont automoteur amphibie Gillois-EWK

Tous les moyens de pontage en service à la fin de la deuxième guerre mondiale, ainsi que ceux mis en étude immédiatement après, qu'ils soient à montage manuel (ex. pont Bailey), ou à mise en œuvre plus ou moins mécanisée (ex. pont Treadway) possèdent un caractère commun fondamental. Leur mécanisation est limitée à leur mise

en place sur l'eau. Pour disposer de parties composantes de pont capables de naviguer, il faut recourir à l'adaptation en superstructure d'une motorisation mobile de complément constituée en général de propulseurs hors-bord. Souvent d'ailleurs, et plus commodément, les parties de pont sont déplacées sur l'eau par des vedettes ou des bateaux pousseurs.

Le Colonel Gillois est affecté, au début des années 50, à la Direction du Matériel du Génie des Forces Françaises d'Allemagne. Son esprit inventif, soutenu par une expérience longue et variée, s'oriente vers une conception nouvelle des moyens de pontage. Jusqu'ici inertes, comme il vient d'être dit, il les imagine pourvus d'une motorisation intégrée qui va leur assurer la possibilité de se déplacer de façon autonome aussi bien sur terre que sur l'eau et de passer rapidement des voies terrestres à l'élément liquide sans hiatus et sans rupture de charge. Le franchissement mécanisé amphibie est en train de naître.

Les moyens financiers importants du Service du Matériel du Génie des FFA vont permettre de mener sur place, en Allemagne, les études et les développements découlant du concept nouveau. Il sera fait appel pour cela à une société de KAISERSLAUTERN, la firme EISENWERKE (directeur : Docteur Gehlen) qui en collaboration avec la société constructrice de matériels de transports KAEUBLE assurera les prestations intellectuelles et matérielles avec rapidité, souplesse et réceptivité.

Que penser de la réalisation de ces études menées de façon décentralisée, en dehors des circuits ordinaires, loin du contrôle des organismes centraux ? Sans doute, la liberté, quasi totale, dont a joui l'inventeur, lui a permis de donner, hors des contraintes habituelles, sa pleine mesure dans les délais les meilleurs possibles. De ce point de vue l'avantage est manifeste. Mais, en contrepartie l'intervention de la seule industrie allemande dans la mise au point des prototypes a posé par la suite des problèmes pénalisants. Le savoir-faire dans le domaine du franchissement, acquis au cours des études, se trouve en effet localisé outre Rhin et son transfert en France a été difficile et a demandé des délais importants. L'intégration dans les prototypes d'ensembles mécaniques uniquement allemands a privé l'industrie française d'une bonne partie de l'activité correspondant à la fabrication en série des matériels.

Le pont GILLOIS-EWK est composé de deux matériels distincts : l'engin travure et l'engin rampe travure, l'engin bac qui est le troisième membre de la famille relève du franchissement discontinu et est étudié dans le chapitre suivant.

Les trois engins GILLOIS-EWK possèdent des organes et des caractéristiques communs qui sont détaillés ci-après :

- une cellule motrice montée sur un châssis,
- une coque de 12,30 m de long, divisée en compartiments, qui reçoit en son centre la cellule motrice, les organes de transmission, les compresseurs et les pompes hydrauliques. Le système hydraulique commande les mouvements d'escamotage du train rouleur (en navigation), de pivotement des rampes, de mise en place du propulseur, de brochage pour l'assemblage des engins. Le compartiment avant sert d'habitacle pour l'équipage, les deux trains rouleur s'escamotent en position navigation dans les caissons avant et arrière. Les

accessoires de fixation du dispositif latéral de flottaison sont adaptés sur les flancs de la coque.

- le système de propulsion aquatique qui comporte un propulseur hors-bord entraîné par le moteur principal grâce à une prise de force avec embrayage. Replié sur la cabine pendant les déplacements routiers, le propulseur est basculé pour la navigation,
- le dispositif de flottaison qui augmente, sur l'eau, la force portante et la stabilité de l'engin. Il se compose de deux flotteurs allèges de 11 m de long et de 1,40 m de diamètre. Selon la disposition des flotteurs l'engin se présente sous trois configurations :
 - . flotteurs dégonflés et repliés sur la superstructure : c'est la position route,
 - . flotteurs mis en place et rabattus dégonflés sur les flancs de l'engin : c'est la position route-intermédiaire,
 - . flotteurs mis en place et gonflés : c'est la position navigation.

Les caractéristiques communes aux trois engins sont les suivantes : largeur 3,30 m en position route, 4,35 m en position route-intermédiaire 6 m en position navigation, empattement 6,20 m, vitesse maximale sur route 60 km/h, autonomie sur route 860 km ou sur l'eau 24 h.

Les particularités propres à l'engin travure et à l'engin rampe-travure sont les suivantes :

- l'engin travure dispose sur sa coque d'une travée de pont en acier d'une longueur de 8 m assurant 4 m de largeur de voie. En position route, cette travée est placée longitudinalement dans l'axe de l'engin, en position d'assemblage dans un pont elle est pivotée à 90° et fixée perpendiculairement à ce même axe. L'engin travure a une masse de 27,8 tonnes,
- l'engin rampe-travure possède également une travure de pont pivotante en alliage léger qui peut selon le besoin soit s'intégrer dans un pont comme pour l'engin travure, soit assurer le raccordement aux rives de l'ouvrage par une rampe. Dans cette deuxième utilisation, la rampe est abandonnée après assemblage, par le véhicule porteur. L'engin rampe-travure a une masse de 29,1 tonnes.

Le montage d'un pont s'effectue en assemblant sur l'eau les engins travures ou rampes-travures pour constituer la partie courante de l'ouvrage, et en raccordant chacune des deux extrémités à la rive par deux engins rampes-travures. Auparavant les engins doivent être préparés pour passer de la configuration déplacement routier à la configuration navigation. L'ensemble des opérations correspondantes dont la principale est la mise en place des flotteurs et leur gonflage est relativement long, demandant environ une heure. Cette durée est contraignante et constitue sans doute la caractéristique la plus critiquable du système. Après construction, le pont est maintenu en place par la poussée des propulseurs, l'ancrage aux rives, l'ancrage au fond de la rivière ou la combinaison de ces trois procédés suivant la longueur de l'ouvrage, la vitesse du courant et la durée prévisible d'exploitation du passage. Les ouvrages réalisés sont de classe (classement OTAN) 90 avec un courant d'une vitesse de 1,50 m/s et de classe 60 sur un courant atteignant 2 m/s. Le temps de construction moyen d'un

pont de 96 m de long, après que les opérations de préparation des engins à la navigation aient été réalisées est de 40 minutes de jour sans ancrage, il peut s'élever à 1 h 45 mn de nuit avec ancrage. Le débit offert au passage est de 180 à 200 véhicules/heure de jour et 80 à 100 véhicules/heure de nuit. La durée de préparation d'un engin à la navigation est, de jour, de 45 mn.

Les engins travure et rampe-travure, adoptés en 1960, ont été produits à 133 exemplaires.

2.4.3. - Le pont flottant motorisé (P.F.M.)

Dès les années 1965, il était devenu évident qu'un matériel de franchissement amphibie et mécanisé, de type MAF (Matériel Amphibie de Franchissement voir 2.5.4), au prix élevé et à la haute technicité rendant complexes et lourdes les procédures de maintien en condition, ne pourrait être produit qu'en un nombre d'exemplaires insuffisant pour couvrir l'ensemble des besoins en franchissement. Il convenait donc d'envisager, conjointement et en complément, la définition d'un autre moyen moins onéreux en fabrication et en service. Le pont flottant motorisé, qui, a priori, n'aurait pas à intervenir dans la zone directe des combats, devait répondre à cet objectif économique. Aussi, a-t-il été souhaité que, compte tenu de l'allègement des conditions d'emploi, et, par l'application d'une évaluation quelque peu arbitraire, son coût se limitât à la moitié de celui du MAF.

Dans le même temps, les études générales recherchaient les conditions d'application aux ponts militaires du principe de la poutre flottante continue. Mais qu'est-ce qu'une poutre flottante ?

Un pont flottant classique comporte deux parties essentielles ayant chacun une fonction propre. La première comprend les éléments de flottaison qui peuvent être des bateaux, des flotteurs pneumatiques ou des caissons et qui supportent l'ensemble de l'ouvrage. La seconde, la travure avec son platelage, est une charpente sur laquelle s'effectue le déplacement des véhicules. Elle doit avoir la résistance mécanique convenable pour transmettre et répartir entre les éléments de flottaison les efforts dynamiques engendrés par le passage des véhicules.

Par comparaison, la poutre flottante continue est une structure simple qui assure simultanément toutes les fonctions reconnues au pont flottant traditionnel : support flottaison, résistance mécanique, chaussée de roulage des véhicules.

Le principe de la poutre flottante est séduisant, car il devrait conduire à un matériel de pontage simple, d'une modularité parfaite en faisant une importante économie de matériaux puisque les mêmes éléments assurent simultanément plusieurs fonctions, d'où une masse de pont rapportée au mètre linéaire sans doute intéressante. En contre-partie, des doutes sur la validité de ce principe existent. En simplifiant, cette poutre flottante, placée sur un cours d'eau est un véritable barrage de surface. Le noeud du problème se trouve dans la détermination des conditions limites pour lesquelles, compte tenu de la profondeur du cours d'eau et de la vitesse de son courant, l'eau peut encore s'évacuer correctement sans compromettre la stabilité du pont. Pour lever

cette indétermination, des essais en laboratoire d'hydraulique sont entrepris à Grenoble, puis à Toulouse : les résultats montrent (à la précision près des méthodes utilisées de simulation sur maquettes) qu'avec une vitesse de courant de 2,50 m par seconde et une profondeur d'eau de 4 mètres un pont flottant de classe 50 environ, convenablement amarré, peut assurer son service sans risque. Cet aboutissement encourageant va autoriser l'application du principe de la poutre flottante continue à l'étude du pont flottant motorisé, alors qu'aucune réalisation comparable, en France ou à l'étranger¹, n'a été tentée jusqu'alors.

Vers 1968 la décision d'entamer l'étude du pont flottant motorisé est prise par l'Etat-Major ; elle se concrétise par la rédaction d'un projet de caractéristiques militaires et le lancement dans l'industrie d'un concours d'idées, afin de susciter la réflexion et de pouvoir utiliser les propositions jugées les plus intéressantes. Ces dernières vont permettre en 1973, après une révision des caractéristiques militaires tenant compte des enseignements apportés par le concours d'idées, de recourir à la procédure de l'appel d'offre restreint qui permettra la sélection des projets les plus prometteurs.

Les propositions présentées par les industriels sont évaluées sur les plans technique, opérationnel, financier ; elles sont, pour terminer, classées suivant le rapport coût-efficacité qu'elles font apparaître. A l'issue de tous ces examens la décision d'un développement concurrent de deux prototypes de PFM, de 50 mètres chacun, est arrêtée. Ces prototypes sont basés sur des solutions techniques différentes. L'un, à la charge de la DCAN, Arsenal de LORIENT, mettra en œuvre le système classique de la travure reposant sur des flotteurs métalliques, l'autre, ayant pour promoteur les Constructions Navales et Industrielles de la Méditerranée (CNIM), fera application du principe de la poutre flottante.

La décision en faveur de la poutre flottante se justifiait d'autant plus qu'un pont russe, de conception similaire, le PMP, est signalé par les services de renseignements vers le début des années 1970. Les Etats-Unis copient aussitôt cette réalisation soviétique et la développent vers 1975 sous l'appellation de RIBBON-BRIDGE.

Après étude et fabrication, les deux prototypes de PFM sont soumis à des essais intensifs qui doivent déterminer leurs performances et évaluer leur potentiel d'utilisation. A l'issue de ces nombreuses expérimentations effectuées en des sites divers, le pont CNIM est en définitive retenu.

Le programme de fabrication du PFM, qui est un des plus importants de l'après-guerre pour l'équipement des unités du Génie de l'Armée de Terre, prévoit l'acquisition d'environ 3600 m de pont, sur 10 ans, pour une valeur de 2500 à 3000 MF. Les premières livraisons ont lieu à la fin 1985.

La poutre flottante du PFM est constituée de modules verrouillés les uns aux autres. Elle reçoit à chacune de ses extrémités une rampe d'accès dont l'inclinaison s'adapte au type de berge rencontré. Le PFM peut être ancré aux rives par des sys-

¹ Si l'on excepte le HOHLPLATTENBRÜCKE en RFA, assez proche du pont MAUS par son mode de construction, peu utilisé, qui a plutôt par sa médiocrité, renforcé la défiance vis-à-vis de la poutre flottante.

tèmes à câbles ou tenir dans le courant par la puissance propulsive de ses moteurs hors-bord ou par la poussée de vedettes de pontage.

1) Le module est composé d'un caisson central, de deux caissons latéraux et de deux ballasts. Les caissons central et latéraux sont réalisés en alliage léger, les ballasts en complexe verre-résine. Le caisson central porte à ses deux extrémités, symétriquement disposés, les mécanismes d'assemblage des modules. Chaque module est équipé de deux moteurs hors-bord assurant par leur possibilité de rotation sur 360° une bonne manoeuvrabilité. Les modules sont transportés repliés sur la remorque de transport, ils sont déployés avant mise à l'eau au moyen d'un système de vérins et de câbles actionnés hydrauliquement. Les caractéristiques générales en sont : longueur du module 10m ; largeur 10,20m, hauteur 1,30m, masse 10,5 tonnes, chaque moteur hors-bord a une puissance de 75 ch.

2) La rampe d'accès est l'élément de continuité entre les berges et la poutre flottante, elle est constituée d'une structure centrale et d'éléments élargisseurs de voie. Elle comporte des mécanismes de liaison au module et d'articulation pour son adaptation à la hauteur des berges. L'énergie hydraulique nécessaire aux mouvements de la rampe est fournie par un groupe moto-électrique solidaire de la rampe. Longueur de la rampe 12,50 m, voie offerte 4,0 m, masse 7,5 tonnes.

3) La semi-remorque spécialisée assure le transport et la mise en oeuvre des modules et des rampes d'accès. Elle est composée d'un châssis routier, d'un châssis coulissant, d'un châssis basculant et d'un chariot dont les mouvements relatifs entre eux permettent la mise en oeuvre du module ou de la rampe. A cet effet, un groupe moto-hydraulique adapté fournit l'énergie hydraulique nécessaire aux mouvements. La semi-remorque peut se déplacer en tous terrains. Masse de la semi-remorque 8,0 tonnes. Pour un attelage composé d'un tracteur TRM 10 000 et de cette semi-remorque portant un module les dimensions sont de 18,0 en longueur, 3,50m en largeur et 4,0 en hauteur pour une masse de 29,0 tonnes.

Le mode d'assemblage d'un pont ou d'une portière est le suivant. Les semi-remorques porte-modules et porte-rampes sont amenées en marche arrière à la rive, en un ou plusieurs endroits. Les modules, après leur déploiement et leur mise à l'eau, se dirigent vers le site de franchissement à l'aide de leurs propulseurs et s'assemblent les uns aux autres pour constituer la poutre flottante. Les modules d'extrémité viennent chercher à la rive les rampes présentées par les semi-remorques et s'assemblent aux deux extrémités de la poutre flottante.

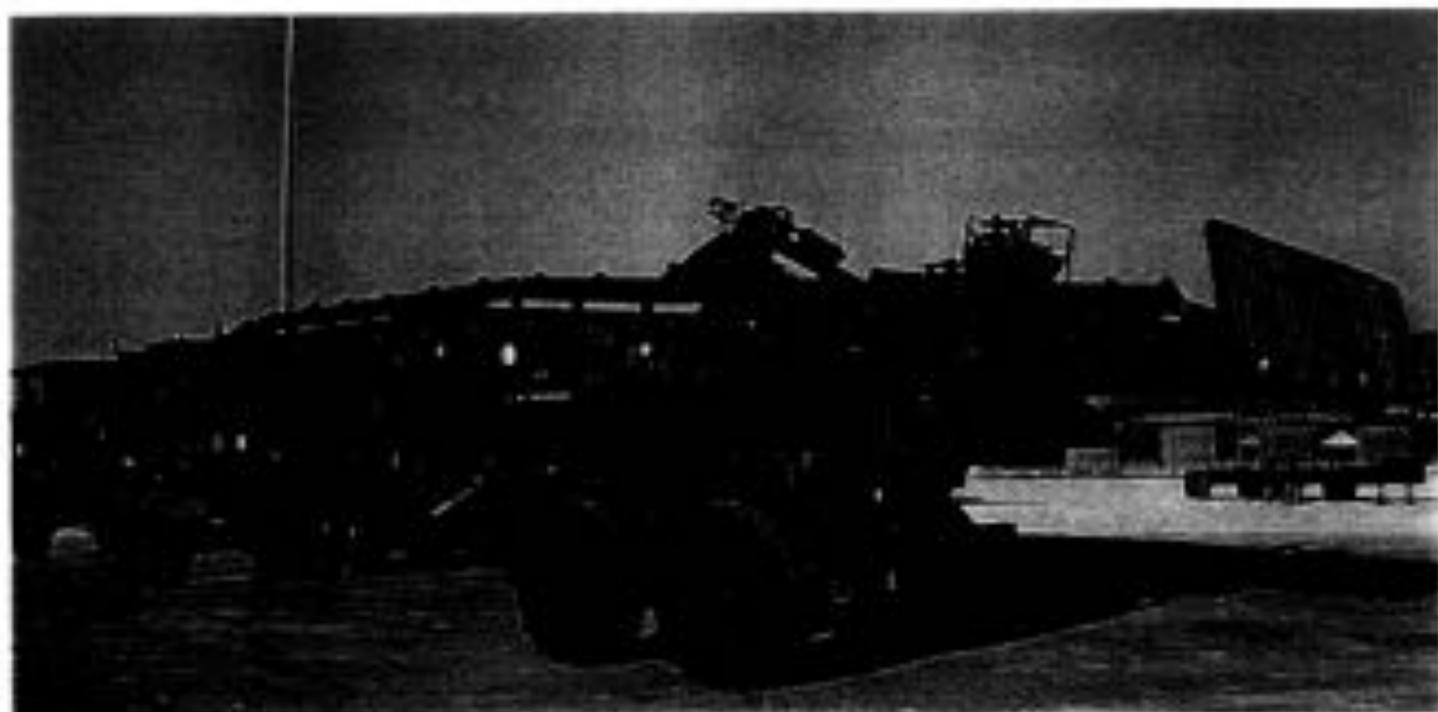
La classe d'un pont avec un courant de 2,50m/s est de 70 en passage normal et 80 en passage avec précaution. la charge utile d'une portière à trois modules est de 80 tonnes. Le tirant d'eau à vide est de 0,20m. La construction d'un pont de 100 mètres de longueur demande 30 minutes pour un personnel de 44 hommes et 1 chef de pont.

Il n'est pas sans intérêt de rapprocher ces performances globales des exigences initiales des caractéristiques militaires du PFM, lesquelles demandaient que ce moyen soit en mesure d'assurer un franchissement continu d'une extension de 100 m en 1 heure avec un effectif de 100 hommes. L'explication de cette différence est-elle à rechercher dans la timidité des prescripteurs ou dans la particulière réussite des concepteurs ? L'une et l'autre ont sans doute leur part, il n'y a pas lieu de trancher là-dessus.

En 1960 le système de franchissement GILLOIS-EVK était adopté, 20 ans plus tard le PFM l'est à son tour. Bien que le premier soit un moyen de franchissement de type amphibie mécanisé - de première génération il est vrai - et que la seconde soit un moyen motorisé avec, il faut le noter, une forte dose de mécanisation, on est tenté de faire la comparaison entre les deux.

PONT FLOTTANT MOTORISE (P.F.M.)

Module et rampe en configuration de transport terrestre





P.F.M.- en tous chemin





P.F.M. - Déploiement et mise à l'eau des modules





P.F.M. - Continuation de la mise à feu





P.F.M. -Prise de rampe





P.F.M. - La rampe vient se solidariser au module

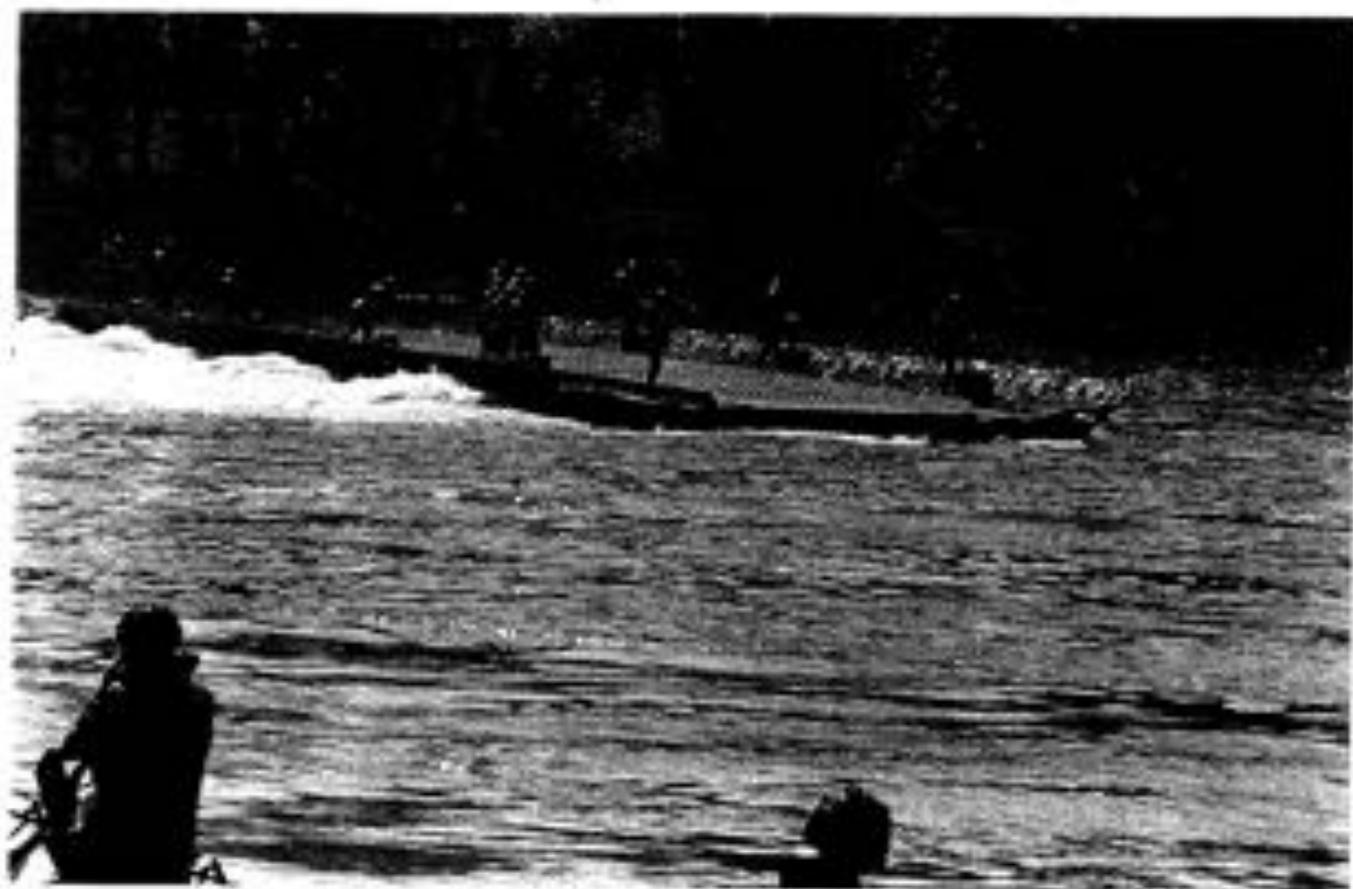


P.F.M. - Le module avec la rampe quitte la rive pour aller s'assembler à l'extrémité du pont



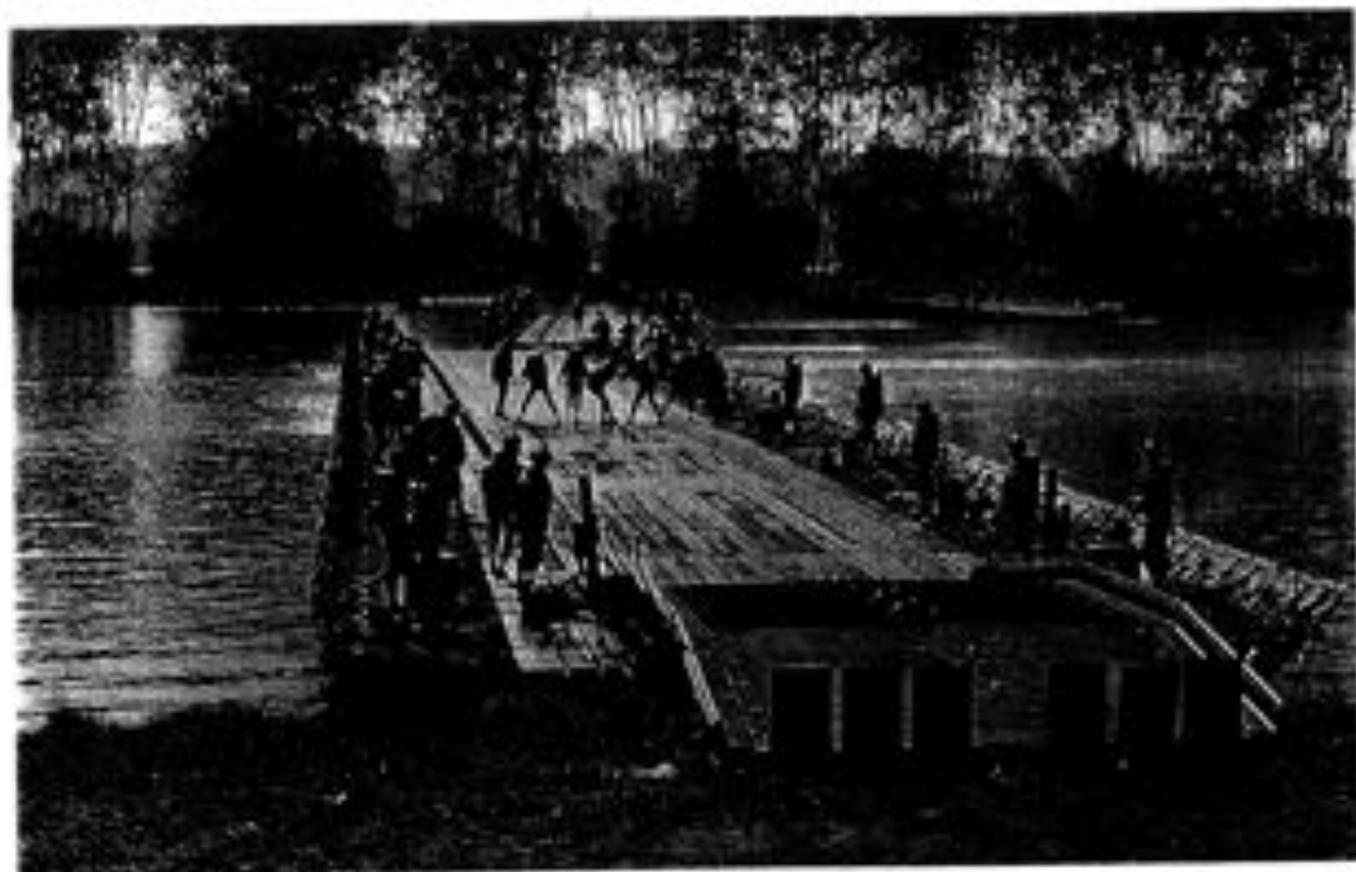


P.F.M. - Assemblage des modules dans le pont.

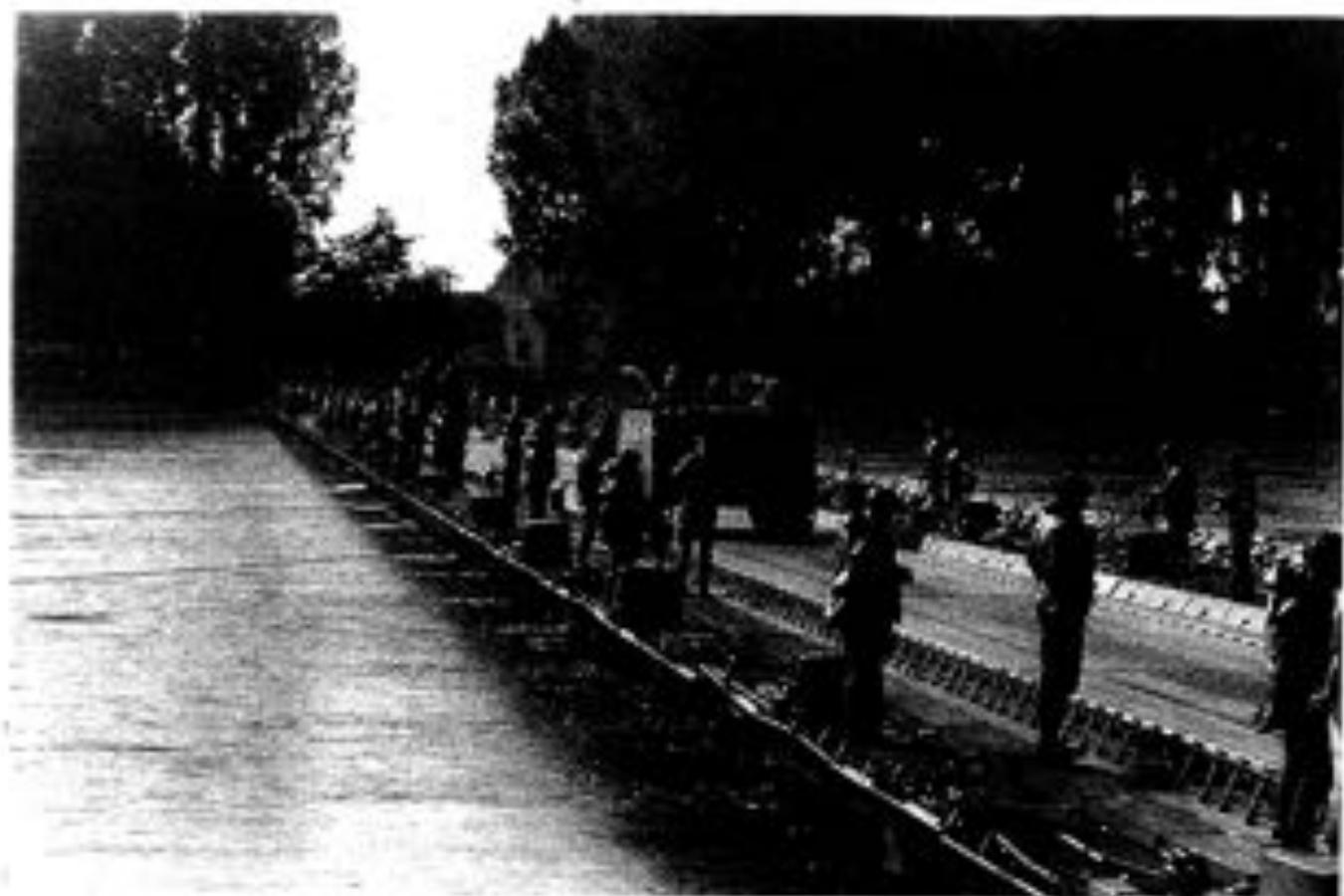




P.F.M. -Le bouclage final du pont



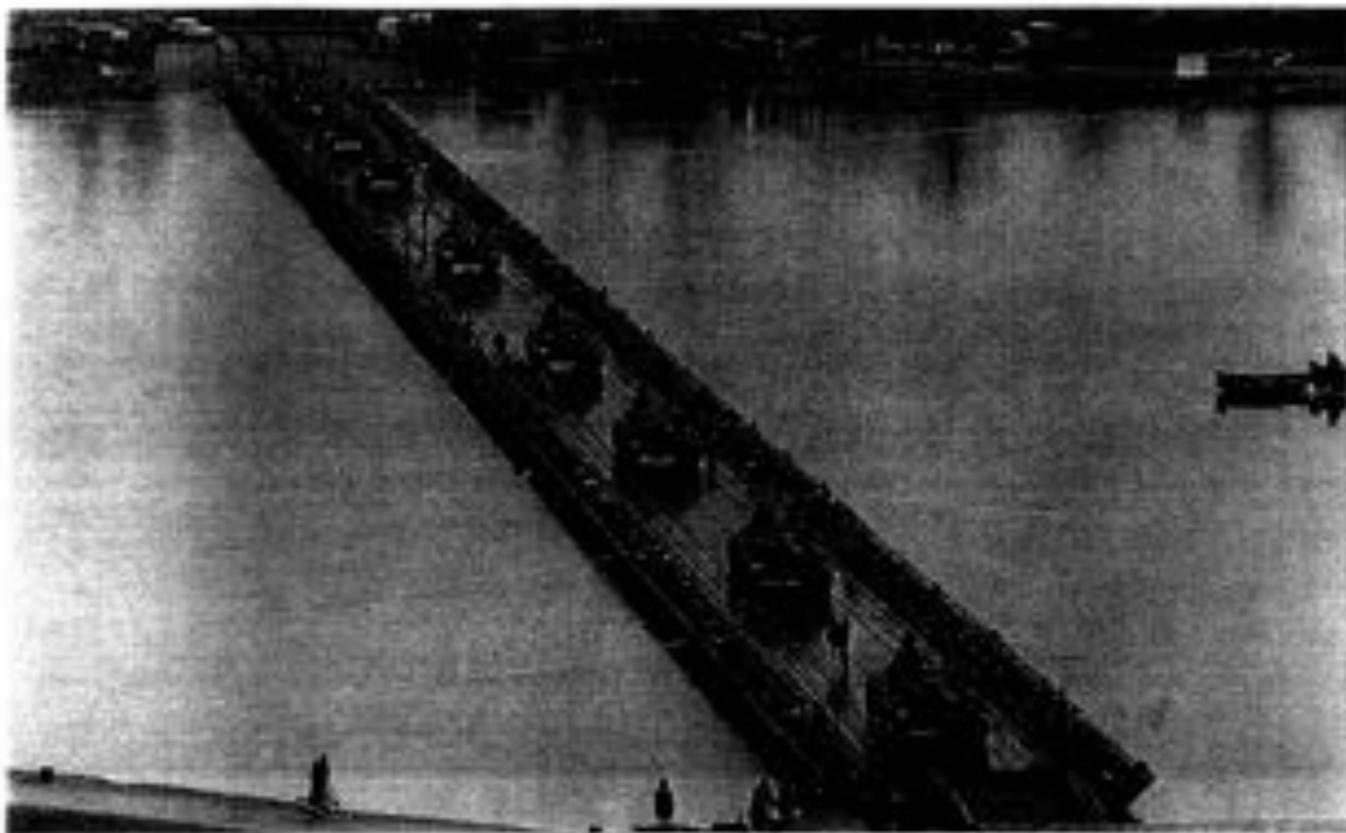
P.F.M. - Le pont terminé





P.F.M. - Le pont terminé

traversé de chars AMX 30 sur remorques





P.F.M. - Pont de 320 mètres sur le Rhin à Port Louis.





Le montage d'un pont GILLOIS-EWK de 96 m de long s'effectue par 50 hommes en 1 h 25 si les engins ne peuvent pas être approchés de la rive en configuration navigation, circonstance qui se rencontrera souvent étant donné leur encombrement en largeur de 5,85m ; le pont réalisé est de classe 55 (passage normal, courant 2,50), par conséquent en principe insuffisante pour le char Leclerc.

Les valeurs correspondantes pour le PFM sont de 45 hommes, 0 h 30, classe 70.

Un autre point de comparaison significatif porte sur la masse de matériel mise en oeuvre : GILLOIS-EWK = 348 tonnes PFM = 290 tonnes si l'on comprend les remorques et les tracteurs TRM 10 000 et 105 tonnes si on les exclut, ce qui ne constitue pas une hypothèse excessive, une fois le pont en place ils peuvent être utilisés à d'autres tâches, surtout les tracteurs qui sont de définition standard.

Enfin le PFM, qui est de réalisation simple, sans organes mécaniques délicats, offrira des modalités de maintien en condition plus aisées et moins onéreuses que tout autre matériel de type amphibie mécanisé.

En conclusion la réalisation réussie du PFM procède de quelques causes assez aisément identifiables :

- Le concept de la poutre flottante continue qui se révèle être particulièrement approprié au type de matériel de franchissement considéré.
- L'autonomie de transport et de mise en oeuvre de modules de grande longueur qui est directement responsable de la rapidité de construction du pont avec un effectif de personnels réduit.
- L'autonomie de déplacement en souplesse des modules à l'aide des propulseurs contribue à la rapidité d'assemblage du pont.
- Le soin apporté dans la réalisation des dispositifs de liaison des modules va dans le sens de l'efficacité dans les moindres délais.
- L'utilisation généralisée de l'alliage léger, qui confirme à nouveau sa supériorité dans la construction des matériels de franchissement.

2.5.- LE FRANCHISSEMENT DISCONTINU

Le franchissement discontinu est le mode de passage assuré par une structure flottante et navigante, qui, après chargement des véhicules ou des passagers sur une rive de départ, les transporte et les abandonne sur une rive d'arrivée.

Ce moyen a longtemps été considéré comme occasionnel ou temporaire, utilisable dans l'attente de la mise en place d'un ouvrage de type continu. Par exemple, pendant la deuxième guerre mondiale, les matériels de franchissement discontinu étaient mis en oeuvre pendant les premières phases d'une opération de franchissement de cours d'eau dite "de vive force" lorsque les éléments ennemis occupaient la zone de terrain comprise entre la rive d'arrivée et une ligne en profondeur dont l'éloignement variait suivant les conditions offertes par le terrain. Dans ce genre de manœuvre, les matériels de franchissement les plus rapides et les plus légers, tels que bateaux d'assaut et flotteurs pneumatiques, transportant des combattants à pied étaient utilisés en premier lieu, puis, avec la progression de la situation tactique sui-



vaient les bacs, portières, acheminant les véhicules et les moyens de combat lourds. La mise en place d'un pont ne pouvait s'envisager qu'après une extension suffisante de la tête de pont.

Actuellement, avec les possibilités de frappe de l'ennemi, conventionnelle ou nucléaire, et avec le développement déterminant des moyens de détection, le franchissement discontinu a pris une place capitale dans les schémas opérationnels de franchissement. On admet que, d'une façon générale, la mobilité et la dispersion des moyens constituent maintenant avec la dissimulation la meilleure parade aux réactions de l'ennemi, ce qui conduit à reconnaître que le franchissement discontinu est, en général, le plus apte à répondre à ces nouvelles conditions. A noter d'ailleurs que la dispersion et la mobilité ne peuvent l'une et l'autre que compliquer la tâche des concepteurs des véhicules de toute catégorie, puisque les déplacements s'effectuent souvent en dehors du réseau routier. Les principaux matériels de franchissement discontinu sont décrits ci-après :

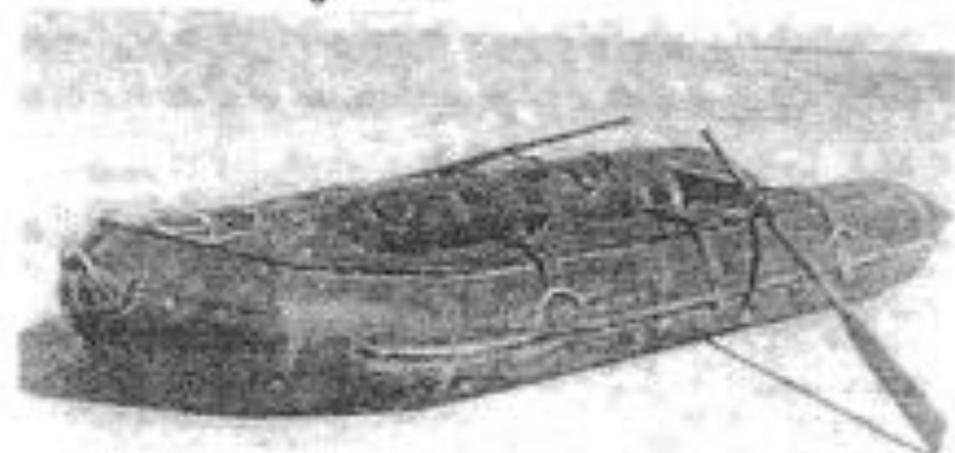
2.5.1. - Les flotteurs pneumatiques

Ce sont des structures souples, qui, après gonflage flottent et assurent une force portante, variable avec leurs dimensions. Pendant la dernière guerre mondiale, le matériau constitutif des enveloppes des flotteurs pneumatiques était le caoutchouc naturel ou synthétique, renforcé d'une armature de toile en coton. Par la suite, les nouvelles matières synthétiques se sont imposées, tels le néoprène et le nylon, qui confèrent une meilleure résistance au vieillissement et aux agents extérieurs. Les boudins formant le flotteur sont, pour des raisons de sécurité, cloisonnés. Des caillibottis donnent aux flotteurs rigidité et protection contre les atteintes dues aux personnels et aux objets transportés. Le gonflage s'effectue par des moyens autonomes légers ou spécialisés. Ont été développés en France principalement :

- le flotteur 2 hommes ayant 2,45 m de long et 1,10 m de large avec une masse de 17 kg.
- le flotteur 6 hommes qui a pour longueur 3,70 m avec une largeur de 1,10 m, son boudin a un diamètre de 0,45 m,
- le flotteur, pour groupe de combat, possède les dimensions correspondantes suivante : 6,50 m, 1,95 m, 0,65 m.

Les flotteurs pneumatiques sont déplacés en navigation au moyen de pagaies, de rames ou de propulseurs hors bord de puissance adaptée. Ces matériels ont été fabriqués de façon à peu près continue à partir des années 50. Ils ont été mis au point et produits par deux sociétés : Zodiac et l'Angevinière.

Flotteur
pneumatique
6 hommes



2.5.2. L'engin Bac GILLOIS-EWK

C'est le troisième composant du système de franchissement GILLOIS-EWK, celui destiné au franchissement discontinu. Les caractéristiques communes avec celles des deux autres matériels de la famille sont données dans le chapitre consacré au franchissement continu. Les dispositifs particuliers correspondant à sa fonction propre sont les suivants :

- un aménagement de la partie supérieure de la coque avec une structure destinée au chargement des véhicules à transporter,
- une rampe de chargement à l'arrière pour l'embarquement et le débarquement des véhicules. Cette rampe est repliée sur la partie supérieure de la coque en position route, elle est déployée horizontalement à l'arrière de l'engin en position navigation.

La longueur du bac est de 11,30 m, sa masse de 26 tonnes. Sa mise en oeuvre comporte les opérations d'équipement pour la navigation, de mise à l'eau et de préparation pour la navigation. Les délais qu'elles demandent, relativement importants, sont similaires à ceux des autres engins GILLOIS-EWK, soit 1 h 10 mn pour passer de la configuration route à la configuration navigation. Les classes OTAN des véhicules transportés par le bac sont de 28 à 30, valeurs à peu près indépendantes de la vitesse du courant. Un bac est capable d'effectuer 8 rotations en 1 heure sur des cours d'eau de 60 à 150 m.

Deux améliorations ultérieures ont été apportées aux bacs GILLOIS-EWK. Toutes les deux avaient pour objectif d'accroître la limite de la masse acceptable des véhicules à transporter.

- la première est la réalisation du couplage de deux bacs. Ce couplage consiste à mettre côte à côte sur l'eau deux bacs et à les rendre solidaires par l'intermédiaire d'une poutre de liaison et d'une élingue de proue, puis, de combler partiellement le vide entre les deux coques par des plateaux d'élargissement formant chemin de roulement pour les chars. Cette amélioration permet l'accès du bac au char PATTON M 47 et au char AMX 30. Les délais de préparation du couple de bacs sont d'environ deux heures,
- la seconde amélioration (bac valorisé), plus intéressante, a été le remplacement des flotteurs latéraux, communs aux trois engins GILLOIS-EWK, par d'autres flotteurs de diamètre supérieur. Cette modification permet également de transporter le char AMX 30 sur un seul bac, mais, la puissance du moteur étant inchangée, la capacité de navigation est sensiblement réduite.

Le bac GILLOIS-EWK a été adopté en 1960 et construit à 63 exemplaires.

2.5.3 - Le matériel léger de franchissement (MLF)

Le matériel américain US DI M2 qui pendant la deuxième guerre mondiale a été le moyen principal de franchissement des divisions d'infanterie, demeure encore en dotation dans l'armée française, vers la fin des années 60. Devant sa fatigue compréhensible et sa capacité devenue insuffisante (classe 10), l'Etat-Major se préoccupe d'assurer son remplacement.

BAC GILLOIS (valorisé)

Position "route"



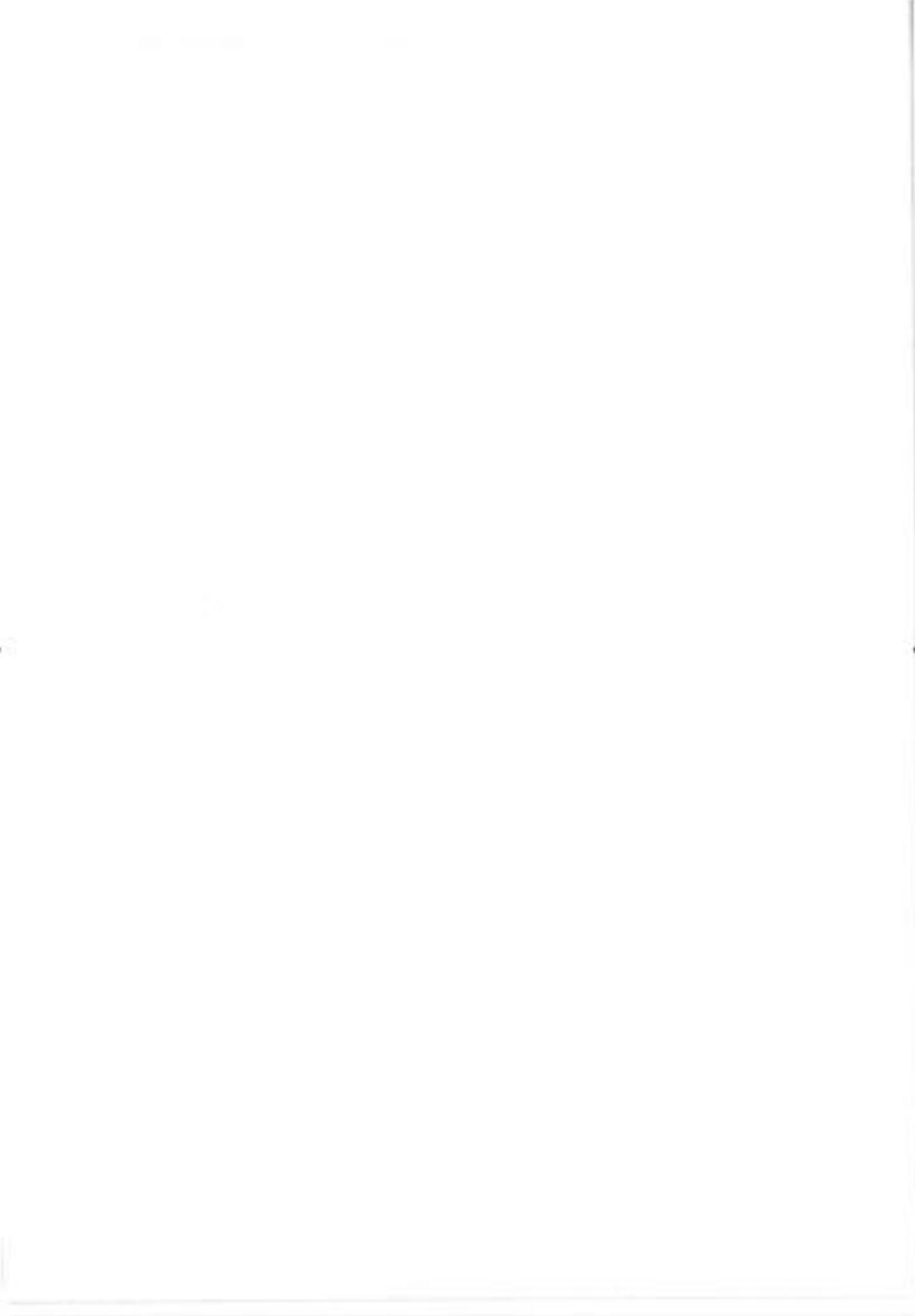
Gonflage des flotteurs

19

143

BAC GILLOIS - Mise à l'eau.





BAC GILLOIS - Navigation à vide et en charge.



BAC GILLOIS - Embarquement et débarquement.



100

100

**MATERIEL LEGER DE FRANCHISSEMENT
CASTOR Type F2**

CONSTRUCTEUR : GIAT - Groupement Industriel des Armements Tonnas



UTILISATION

Traversée des cours d'eau de charges allant jusqu'à 25 tonnes et des courants de 2 m/s.

CARACTERISTIQUES

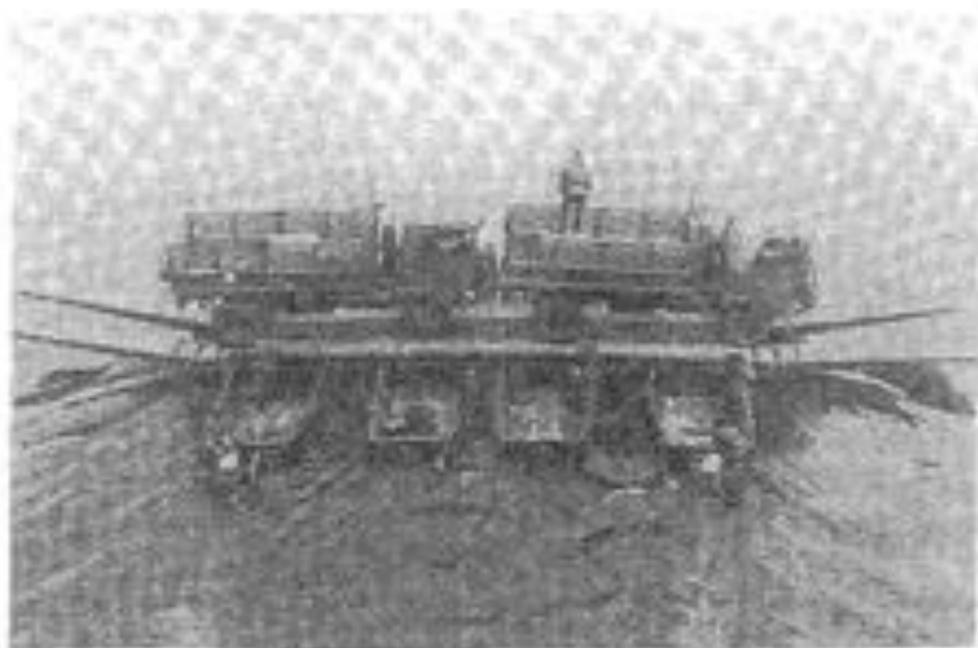
Il est constitué d'un chemin de roulement et de supports flottants en alliage léger. Le chemin de roulement se décompose en éléments de travées, articulations et bacs d'extrémité de rampes. Les supports flottants sont constitués par deux demi-bateaux assemblés pour être couplés et gerbables pour le transport.

Un élément de travée ou un demi-bateau pèse environ 225 kg. L'unité type Armée Française est constituée de 4 supports flottants et de 3 longueurs de travées soit une longueur de charpement de 10,80 m avec deux éléments de rampe à chaque extrémité. Cette portière est de classe 16 avec voie de 3,15 m pour un courant fluvial de 1,50 m/s.

Il est possible de constituer des assemblages différents pour obtenir une classe supérieure ou inférieure.

La propulsion est assurée par deux propulseurs de 40 ch du type « hors-bord ».

Une portière MLF poussée par un bateau-pousseur



A cet effet, des caractéristiques militaires sommaires sont établies : elles retiennent comme exigences principales l'aptitude à la classe 16, une simplicité de conception et d'assemblage qui permette le montage des portières et des ponts à la main, des limitations de masse et d'encombrement autorisant le transport d'une portière de base (c'est-à-dire de classe 16) par un camion GMC ou SIMCA pourvu d'une remorque HIGH-WAY 35-36, enfin le support flottant doit être si possible un flotteur pneumatique d'un type en service. Cette dernière condition est rapidement écartée, car, une série d'essais de simulation démontre son incompatibilité avec les autres données.

Un modèle probatoire de ce MLF est construit en 1971. L'alliage léger a été retenu comme matériau constitutif des deux composants principaux, le support flottant et la travure.

Cependant, l'exemple donné par les constructeurs de bateaux de plaisance et de pêche, qui utilisent déjà largement les matières plastiques, amène à reconsidérer le choix de l'alliage léger pour le support flottant. Il semble bien en effet que l'abandon du métal doive comporter un certain nombre d'avantages non négligeables au nombre desquels figurent l'absence de corrosion et la réparation plus aisée des déchirures accidentelles de coque ; par contre du point de vue massique aucun gain ne doit être espéré. Une structure sandwich, composée d'un tissu de laine de verre imprégné d'une résine polyester et d'une âme en balsa, semble même se présenter fort opportunément et assurer de façon satisfaisante au support flottant la rigidité suffisante pour faciliter sa manutention.

La décision de lancement du programme de fabrication du MLF dans la définition alliage léger pour les travures et complexe verre-résine-balsa pour les supports flottants est suivie d'un appel d'offres qui confie finalement la responsabilité industrielle de l'opération à l'Atelier de Fabrication de Tarbes.

Cependant, le suivi technique du comportement des matériels de présérie dans les unités du Génie révèle assez rapidement, pour les plus anciens supports flottants utilisés, des détériorations de surface importantes qui conduisent tout naturellement à entreprendre des investigations plus approfondies. Le bilan en ressort bientôt dans toute sa sévérité : de nombreuses éraflures et fissures se sont formées qui permettent à l'eau de pénétrer jusqu'à l'âme en balsa. Celui-ci, malgré la disposition perpendiculaire de ses fibres et en dépit des assurances données par le fournisseur, laisse diffuser largement cette eau qui entraîne l'alourdissement des bateaux et une altération profonde de leur structure.

Pour expliquer cette situation il convient de préciser que les portières du MLF en service sont soumises à de multiples montages et démontages, à des transports et à des manutentions au cours desquels les supports flottants sont traînés sur des surfaces agressives ou subissent des chocs répétés. Le matériel ancien, l'USDIM2, en bois, s'accommodait de ces traitements, la structure composite, elle, ne les accepte pas.

L'examen de cette grave situation a conduit rapidement à la conclusion de l'inaptitude manifeste du matériau sandwich à supporter les conditions d'emploi habituelles d'un matériel de franchissement léger du type du MLF.

Malgré l'avancement du programme de fabrication, engagé de façon significative, la décision est prise de revenir à l'alliage léger et de remplacer tous les supports flottants déjà produits.

Le MLF se présente sous la forme de deux chemins de roulement constitués d'éléments de travure assemblés, reposant sur des supports flottants composés de deux demi-bateaux réunis poupe à poupe. Des chapes d'assemblage, des éléments d'articulation, des becs d'extrémité, complètent la composition du matériel. Les éléments de travure ont une longueur de 3,44 m et une masse de 205 kg, les demi-bateaux ont pour caractéristiques correspondantes respectivement 4,90 m et 245 kg.

Le MLF permet le montage de portières de différentes capacités : par exemple 4 supports flottants et 2 fois 3 éléments de travure donnent un moyen de classe 14, dit 4/3 ; identiquement la portière 8/5 assure des passages de classe 22. La propulsion est réalisée par des propulseurs hors-bord. Une portière 4/3, dite normale, est transportée par un camion GBC8KT avec sa remorque.

Le MLF, qui est destiné essentiellement au franchissement discontinu, permet cependant le montage de ponts de classes diverses.

Les demi-bateaux ou les supports flottants peuvent être utilisés isolément comme embarcations de service ou d'entraînement à la navigation.

Le programme de fabrication pour l'armée française s'est élevé à 155 portières dont l'adoption est intervenue en 1974.

L'exécution du programme du MLF a subi, comme il a été expliqué ci-dessus, une grave perturbation, génératrice de retards et de surcoûts, due essentiellement à une qualification insuffisante des matériaux utilisés. Néanmoins, cet à-coup regrettable aurait peut-être été évité si les caractéristiques militaires avaient précisé que l'utilisation en franchissement du matériel s'accompagnait de transports et de manutentions particulièrement éprouvants.

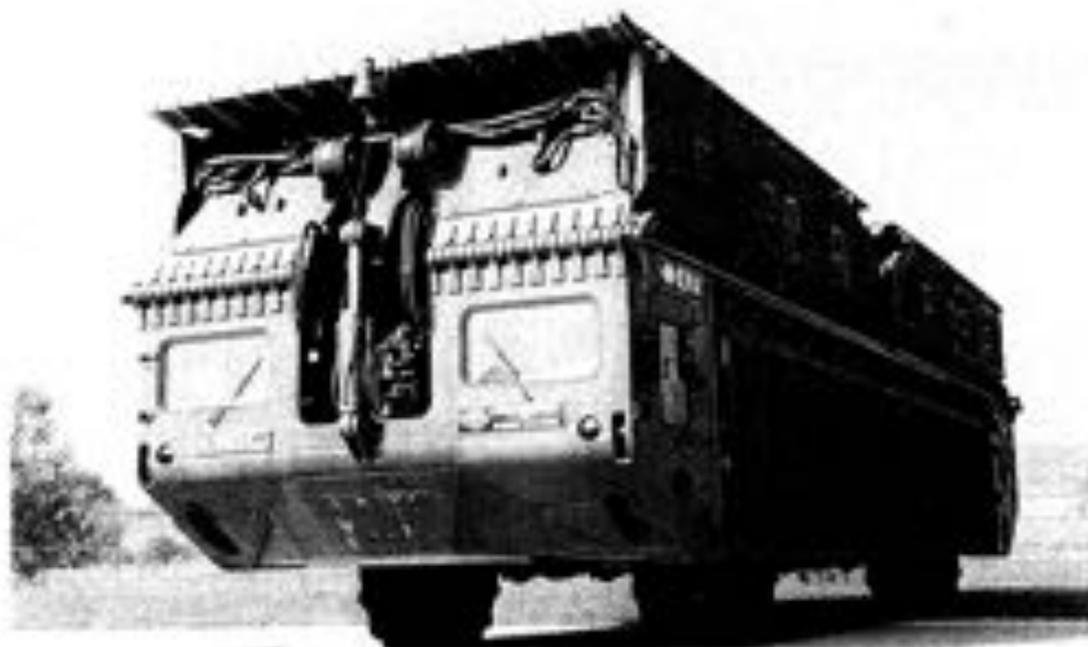
Ce matériel fut commercialisé à l'exportation sous l'appellation "CASTOR".

2.5.4 - Le matériel amphibie de franchissement (M.A.F.)

Comme il a été dit ci-dessus, les capacités nouvelles d'interdiction de l'adversaire, capable de déclencher des feux sur toute concentration de moyens dans des délais de plus en plus réduits à partir de la détection des objectifs, obligent de comprimer de façon drastique la durée des opérations de franchissement. Le répit ainsi laissé par l'adversaire, bien entendu variable suivant les circonstances, n'a jamais été officiellement fixé, cependant, il semble que la plupart des spécialistes s'accordent, dans les années 70, sur une période maximale approximative de une heure. Cette donnée brute, rapprochée du temps de préparation à terre des engins GILLOIS-EVK, avant même qu'ils ne soient immergés, et qui est également d'environ une heure, amène à une conclusion très pessimiste sur leur possibilité d'emploi dans un conflit futur.

L'engin bac GILLOIS-EVK, on l'a vu, ne peut prendre en charge les véhicules à transporter que s'ils sont d'une classe OTAN inférieure à 30, sauf à recourir aux deux artifices du couplage ou des flotteurs renforcés, par ailleurs pénalisant vis-à-vis des délais et inopérant de toute manière dans le cas du char LECLERC dont la classe OTAN est de 55.

Enfin, l'architecture du bac GILLOIS-EVK est telle que les véhicules chargés en marche avant doivent descendre sur la rive d'arrivée en marche arrière, d'où complication et retards dans ces opérations.

MAF (EFA)

Position de route.



En tous-chemins.

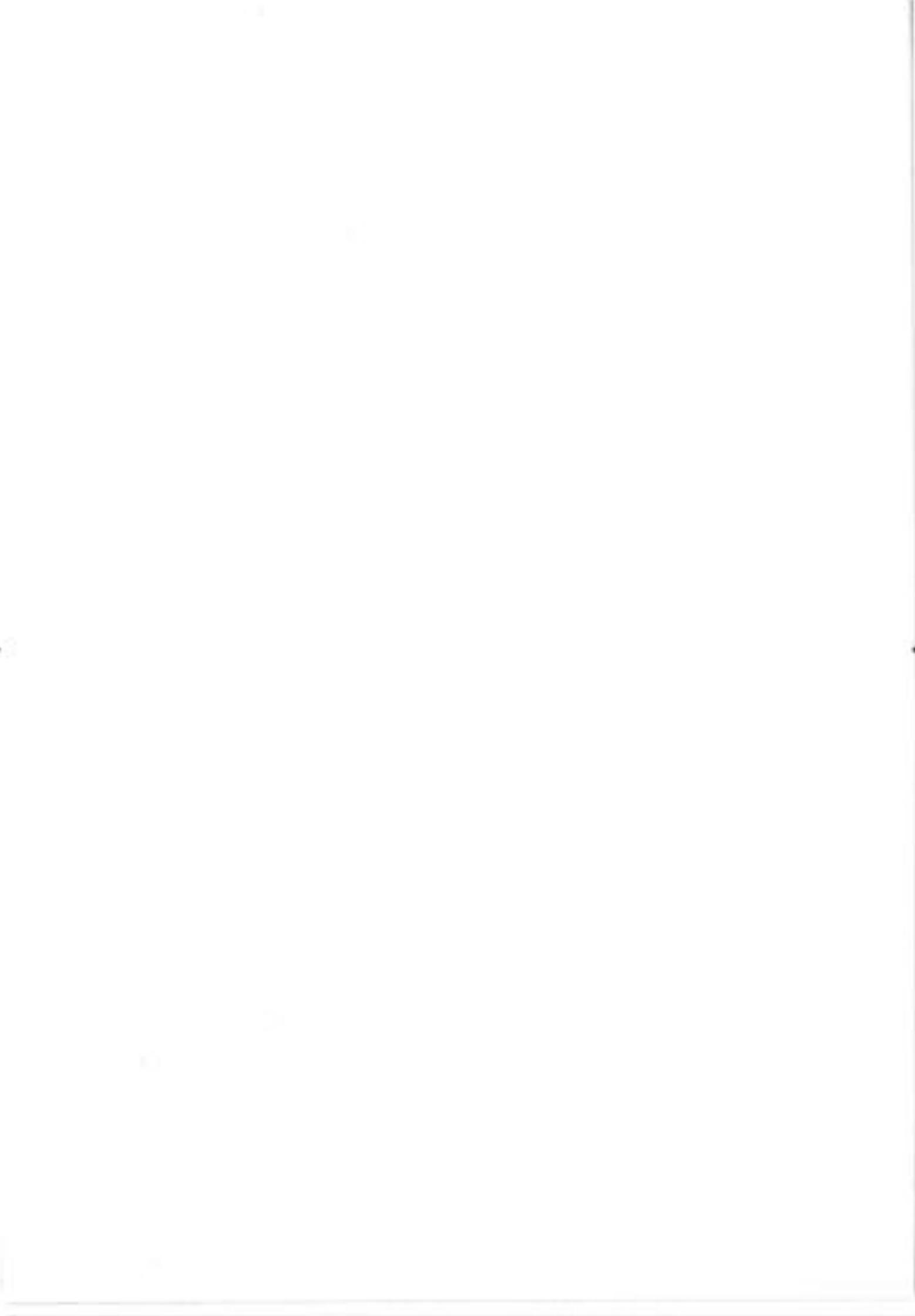


MAF - Embarquement d'un véhicule



MAF - le poste de pilotage.



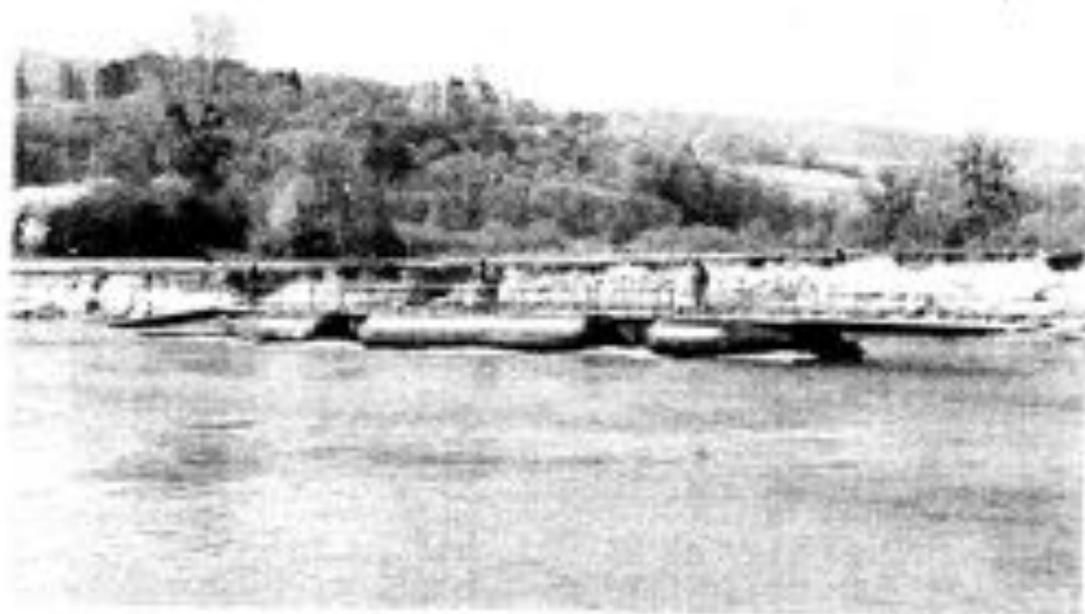


MAF - Sortie de l'eau avec l'aide de la rampe.





MAF - Navigation à vide et en charge





Toutes ces considérations ont conduit le commandement dès le milieu des années 60, à rechercher la définition d'un système de franchissement mécanisé amphibie adapté aux conditions alors prévisibles d'un conflit futur. La Commission Consultative Permanente Franchissement a pris à son compte la réflexion sur ce thème qui a abouti à un répertoire de caractéristiques militaires.

Ce matériel futur, le matériel amphibie de franchissement MAF, devrait être polyvalent, c'est-à-dire capable d'assurer indifféremment des missions de franchissement continu et de franchissement discontinu, ce faisant, il remplacerait à lui seul les trois engins du système GILLOIS-EVK. Un seul matériel doit avoir, en outre, la possibilité - en discontinu- de faire franchir le char de bataille français. Il doit avec un tirant d'eau de 0,80 m à vide et de 1,20 m en charge permettre de construire un pont à partir d'une largeur de coupure humide de 20 m. Sa mobilité terrestre ne doit pas être inférieure à celle du char AMX 30 (indice technique 70). Les dimensions maximales de référence sont : une largeur de 3,60 m, une hauteur de 4 m et une longueur compatible avec un diamètre de braquage de 36 m et si possible 24 m. Sur le plan de l'efficacité, il doit, en franchissement continu et en franchissement discontinu, (avec le même nombre d'engins mis en oeuvre dans chaque cas) pouvoir assurer en une heure la traversée d'un échantillon de 262 véhicules divers sur un cours d'eau de 120 m de large.

Sur la base de ces données essentielles, une première étude a été lancée. Deux établissements d'Etat l'ont prise en charge, l'Etablissement d'Expériences Techniques d'Angers, en tant qu'organisme prescripteur et évaluateur, et la Direction des Constructions Navales, Arsenal de Lorient, en tant que réalisateur des études et des développements. Cet établissement de la DCAN a fabriqué les engins GILLOIS-EVK de type travure, et, ce faisant a acquis la maîtrise particulière à la conception de matériels de franchissement. Le projet mis en chantier par les deux établissements de la DGA est résolument futuriste par le choix des technologies, qui, s'inspirant de la conception de la vedette de pontage, assigne aux transmissions hydrauliques non seulement la manoeuvre des équipements spécialisés de pontage, mais aussi la mobilité terrestre et la propulsion aquatique. Ce parti pris technologique ambitieux bute assez rapidement sur le manque de maturité technique des composants. Le moteur thermique, à forte suralimentation (procédé hyperbar), les moteurs hydrauliques placés dans les moyeux de chaque roue se révèlent rapidement défectueux, insuffisants en fiabilité et en durée de vie. Cette maquette fonctionnelle (MAFI), construite en vraie grandeur, a cependant, malgré ses limitations, permis la détermination des paramètres architecturaux et dimensionnels essentiels de l'engin capable de répondre au problème posé.

A la suite de ces premiers résultats, l'Etat-Major de l'Armée de Terre, par souci de prudence, a demandé le montage de deux prototypes différenciés, l'un, épigone du MAF I, dénommé MAF I bis, doit intégrer dans ses composants les solutions techniques modernes, confirmées ou en voie de l'être, l'autre le MAF II, n'utilisera que des voies techniques classiques et bien établies. Le développement du MAF I bis sera à la charge des mêmes organismes que le MAF I, le MAF II est confié à la société des Forges d'Alsace (CEFA) implantée à Soultz-sous-Forêts dans le Bas-Rhin.

Les deux prototypes sont construits. S'ils comportent d'importantes différences dans le choix technologique des ensembles fonctionnels, ils apparaissent néanmoins proches l'un de l'autre dans leur organisation générale et leurs caractéristiques dimensionnelles. C'est ainsi qu'ils comportent une coque d'une douzaine de mètres de

long, pourvue de 4 roues à pneumatiques basse pression, escamotables pour la navigation. Dans les flancs de la coque sont logés des flotteurs pneumatiques à mise en place automatique par levage à l'horizontale du volet de supports. Ces flotteurs sont gonflés par les compresseurs de bord dans des délais très courts. En superstructure, sont adaptées, aux deux extrémités de la coque deux rampes identiques, repliables en deux parties, de 12 m de longueur. Sur l'eau, en tant que bac, le MAF offre une fois déployé une chaussée ininterrompue de 36 m de long. La longueur importante des rampes donne une bonne garantie d'accès aux berges escarpées. Le MAF peut constituer, par assemblage, un pont ; chacun des engins constitutifs, après repliement de la moitié de chacune de ses rampes, donne une travée de 24 m.

Par le relevé de ces caractéristiques principales, on peut vérifier que les exigences de rapidité de mise en oeuvre et de rendement ont bien été prises en compte.

A ce stade d'avancement du programme et avant de fixer les orientations à donner, les organismes consultatifs ont effectué les études paramétriques et les travaux d'analyse de la valeur et de recherche opérationnelle nécessaires pour guider et faciliter les choix à faire. Le MAF prendra par la suite la désignation de Engin de Franchissement de l'Avant (EFA).

2.6.5.- FABRICATION DES ENGINES AMPHIBIES GILLOIS/EWK-PONTESA INTERVENTION DES ARSENAUX DE LA MARINE

Comme exposé précédemment, le Colonel Gillois servi par un esprit inventif et disposant en outre de crédits importants, peut prendre contact avec l'industrie allemande pour faire étudier des projets de moyens de franchissement d'une originalité certaine. Ayant trouvé auprès des sociétés Eisenwerke et Kaeble un écho favorable à ses projets, plusieurs prototypes ont été développés vers 1958, rendant envisageable la fabrication d'une présérie et d'une série.

En 1959, l'Etat Major de l'armée de terre décide de lancer une présérie de 4 engins pont (ceux qui constituent la partie courante de l'ouvrage) et de deux engins poseurs de rampe (ceux qui mettent en place la rampe de raccordement du pont avec la berge) (voir 2.4.2.). La Direction des Etudes et Fabrications d'Armement obtient que, dans la mesure des possibilités, deux de ces matériels soient fabriqués dans l'industrie nationale. Cependant, au bout de peu de temps, cette faculté est remise en cause par la Direction Centrale du Génie qui invoque la nécessité de disposer de matériels de même définition technique. Finalement, les 6 matériels sont fabriqués par Eisenwerke mais néanmoins l'Etablissement d'Expériences Techniques d'Angers et l'Atelier de Construction du Havre, deux établissements relevant de la Direction des Etudes et Fabrications d'Armement, définissent et lancent parallèlement la fabrication de deux engins pont, en utilisant pour la chaîne cinématique des éléments équipant les engins de travaux publics Michigan adaptés à ces nouvelles conditions d'emploi.

Les notifications de commande de l'Etat-Major se poursuivent par un programme portant sur 12 engins bac, couplables deux par deux, pour assurer le franchissement discontinu (et non par pont continu) d'un char AMX 30. Le programme 1962 prévoit ensuite 9 engins pont et 4 engins bac. Auparavant, en novembre 1960, la décision of-

ficielle d'adoption des matériels est arrêtée, leur appellation sera engin travure pour l'engin pont, le bac continue d'être dénommé engin bac, le poseur de rampe devient engin rampe.

Une évolution technique a lieu simultanément qui conduit au remplacement du moteur Kaelble par un moteur Deutz à refroidissement par air, tandis que l'engin rampe se voit dorénavant pourvu d'une rampe en alliage léger, qui peut éventuellement par repliement constituer la partie courante d'un pont, d'où sa nouvelle appellation d'engin rampe-travure.

L'année 1962 est marquée dès son début par une mise en garde officielle du Ministère des Finances qui demande que des solutions industrielles soient recherchées pour limiter la sortie de devises entraînée par la fabrication en Allemagne. De son côté l'Atelier du Havre achève la fabrication du 1^{er} engin travure tandis que la Direction Centrale du Génie, relayée par l'Etat Major, rappelle que la non identité des matériels, qui entraîne la non interchangeabilité de leurs éléments, doit être tenue pour inacceptable.

La société Eisenwerke pour tenir compte de la position du Ministère des Finances recherche aussitôt des solutions de compromis et peut annoncer début 1963 qu'elle est en mesure dorénavant de se soumettre aux obligations françaises de limitation de sortie de devises. La solution proposée est la constitution d'une société de droit français, dénommée PONTESA, constituée par l'association de Eisenwerke et de De Dietrich, qui sera titulaire des commandes futures de matériels. De Dietrich sera en outre associée industriellement pour la fabrication des coques, de plus, grâce à la mise en place d'un système de compensations industrielles, la conversion des crédits en D.M. ne dépassera pas un pourcentage de 40 %.

L'accord intervenu sur ces bases satisfait toutes les parties : les contrats seront notifiés à PONTESA, bien que la responsabilité de la fourniture des matériels complets continue d'être assurée par Eisenwerke. L'identité des matériels est préservée ; enfin, l'industrie française se voit associée à la fabrication d'une façon non négligeable.

Alors que l'on pouvait raisonnablement penser que la question des fabrications d'engins GILLOIS-EWK venait de trouver son épilogue, un rebondissement intervenait soudainement. La Direction des Constructions et Armes Navales déplore les conditions de sous-emploi dans lesquelles se trouvent ses arsenaux du fait de l'étroitesse des programmes de la Marine et demandait qu'une participation à la fabrication des engins GILLOIS-EWK de son arsenal de Lorient soit rapidement étudiée. Le caractère amphibie des matériels, par une assimilation un peu excessive à des bateaux, semble avoir joué en faveur de la DCAN, même si, ultérieurement, une fabrication de blindés légers a été obtenue de manière semblable.

Une commission présidée par un ingénieur général est alors chargée de négocier avec PONTESA-EWK le transfert en France, à Lorient, des fabrications assurées par PONTESA. Simultanément, l'arsenal de Lorient applique des moyens importants à l'établissement, dans des conditions difficiles, des dossiers de fabrication, car obligation lui est faite d'une reproduction identique des matériels à ceux déjà construits. La négociation avec PONTESA dure environ une année. Elle aboutit à un accord Etat

français-EWK¹ aux termes duquel le constructeur allemand abandonne l'exclusivité de fabrication qui lui avait été consentie, contre le versement d'une indemnité. La répartition des fabrications, engins travure pour Lorient² engins rampe-travure et bac pour PONTESA, est telle que l'ensemble de l'activité induite par le programme se trouve partagée en deux parties sensiblement équivalentes.

Sur ces nouvelles bases le programme des fabrications des engins GILLOIS-EWK pourra être mené à son terme dans de bonnes conditions. En outre, par cette activité de fabrication, l'arsenal de Lorient a acquis une compétence qui, par la suite lui permettra de se consacrer à l'étude de l'engin futur de franchissement, destiné à relever les engins GILLOIS-EWK, le Matériel Amphibie de Franchissement (MAF).

Il semble que la nouvelle répartition des tâches entre l'Arsenal de Lorient et Pontesa ait entraîné le désintérêt de De Dietrich pour cette Société dont elle se retira. Pontesa fut ultérieurement remplacé par CEFA chargée de l'étude du MAF II (2.5.4).

Finalement l'Arsenal de Lorient a, en 1980, renoncé aux études et fabrications des matériels de franchissement.

2.7 - LES MOYENS AUXILIAIRES DE FRANCHISSEMENT

Sous cette rubrique de moyens auxiliaires de franchissement seront compris des engins destinés soit à faciliter l'action des matériels de franchissement, soit à en compléter les possibilités. Seront en particulier décrits ci-dessous deux matériels intéressants à divers titres : la vedette de pontage qui se caractérise par l'application d'une nouvelle technologie et marque un progrès décisif dans les capacités d'une telle embarcation et l'engin d'aide au franchissement ENFRAC original surtout par la conception d'emploi qui a présidé à sa définition, et qui fait appel lui aussi à des acquis technologiques nouveaux.

2.7.1 - Propulseurs

Comme on l'a vu de nombreux matériels de pontage sur l'eau sont inertes et doivent être mûs à l'aide de propulseurs hors-bord, de bateaux-pousseurs ou de vedettes.

Dès 1950 on avait cherché à construire en France des propulseurs de la puissance recherchée (15 à 25 chevaux et plus) en s'adressant à des constructeurs de petits propulseurs comme Goïot et Lutetia, mais le marché civil était alors inexistant et les besoins militaires insuffisants en raison des stocks issus de la guerre. Les seuls crédits d'étude consacrés à cette affaire n'ont pas été une motivation suffisante pour mobiliser les moyens nécessaires à la mise au point des prototypes.

La possibilité d'implantation en France d'usines et d'un réseau de vente et après vente pour diffuser en Europe des matériels Johnson et Evinrude n'a pas été saisie et ces sociétés ont créé leur siège européen en Belgique.

¹ Le non respect par EWK-PONTESA, au cours de premières fabrications, de la clause de non transfert en Allemagne de 50% des sommes versées par l'Etat français a facilité la conclusion de cet accord.

² L'Arsenal de Lorient construira également le Port Automoteur d'Accompagnement, engin de franchissement courte-brèche, non amphibie, mais ce matériel dont l'Etat possédait le droit de reproduction, n'était pas compris dans l'accord.

On a alors recherché parmi les productions étrangères les produits les mieux adaptés aux besoins exprimés par les utilisateurs.

Des matériels japonais ont été retenus à la suite de sélections techniques et d'appels d'offre suivant une procédure maintenant appliquée dans tous les cas où un matériel commercial peut répondre au besoin.

Nous citerons pour mémoire deux études de propulsions de bateaux d'assaut, l'une basée sur l'utilisation d'un turboréacteur TURBOMECA et l'autre par emploi de boosters pyrotechniques.

La première formule a fait l'objet d'une mise au point sérieuse du matériel mais n'a pas eu de suite en raison de son coût, de son manque de discrétion (niveau de bruit élevé) et de l'abandon de la notion de franchissement de vive force par bateaux d'assaut.

2.7.2. - La vedette de pontage

Cette appellation s'applique traditionnellement à une embarcation destinée à assurer sur l'eau la poussée des corps de support tels que les portières ou les parties de pont. Le matériel en dotation dans l'armée de terre dans les années 60 est la vedette US de 27 pieds, en service à la fin de la 2^{ème} guerre mondiale. Les services d'étude de la Direction des Etudes et Fabrications d'armement ont fait très tôt l'inventaire des diverses voies qui pouvaient conduire à un matériel d'origine française en remplacement de cette vedette. Ainsi plusieurs formules de bateau pousseur ont été imaginées ou réalisées en maquette sans que des solutions originales ou des progrès notables soient enregistrés.

La démarche déterminante qui a donné naissance au matériel remarquable qu'est la vedette de pontage actuelle a été l'application des transmissions hydrostatiques à la propulsion aquatique. Ce résultat est dû à l'initiative de l'Etablissement d'Expériences Techniques d'Angers qui très tôt a suivi de façon active les développements de ce type de technologie et ses progrès dans le sens d'une plus grande fiabilité et d'une augmentation de la puissance mise en oeuvre.

Ainsi donc, vers 1962, une maquette fonctionnelle de vedette fut équipée de composants hydrauliques pour transmettre la puissance entre le moteur et les organes de propulsion que sont les hélices ; rapidement les avantages de cette nouvelle formule sont apparus. Schématiquement, l'installation de puissance se compose d'un moteur thermique qui entraîne une pompe hydraulique (générateur), les canalisations amènent le fluide sous pression aux récepteurs hydrauliques (moteurs) qui entraînent directement les hélices. Deux lignes de transmission indépendantes permettent d'actionner deux hélices avec un seul moteur thermique. Les blocs constitués par les moteurs hydrauliques et les hélices sont immergés, leur montage sur un caisson arrière articulé sur la coque permet leur fonctionnement à des profondeurs variables, d'où la possibilité de variation du tirant d'eau. Ces mêmes blocs, grâce à un joint tournant sont orientables sur 360°, les hélices peuvent donc fonctionner dans toutes les directions, avant, arrière, transversale. Il résulte de toutes ces libertés de mouvement une souplesse de fonctionnement inconnue jusqu'ici d'un tel bateau : les évolutions à des vitesses variables avant, arrière, le virage sur place, sont possibles avec une grande facilité dans la conduite.



Manoeuvre avec une partie chargée.

Vedette de pontage.



Vedette de pontage, caisson arrière relevé.

Pour le reste, qui est plus traditionnel, la vedette de pontage a une coque insubmersible en deux parties facilement assemblables grâce aux seuls raccordements de canalisations électriques et hydrauliques. Son moteur est à refroidissement par air, elle est transportée par un camion et sa remorque (masse totale : 4450 kg), elle est mise à l'eau par une grue moyenne. Ses performances répondent largement aux exigences du programme :

- effort de poussée au point fixe : 2 100 kg
- vitesse à vide : 7,30 m/s
- vitesse de poussage d'une portière chargée à 40 T : 2,60 m/s

On peut dire que la formule traditionnelle de la vedette a été renouvelée et transformée par l'utilisation judicieuse des transmissions hydrostatiques. La vedette de pontage a été adoptée en 1968, construite à 140 exemplaires ; elle est estimée des utilisateurs.

2.7.3. - L'engin d'aide au franchissement et d'accompagnement ENFRAC

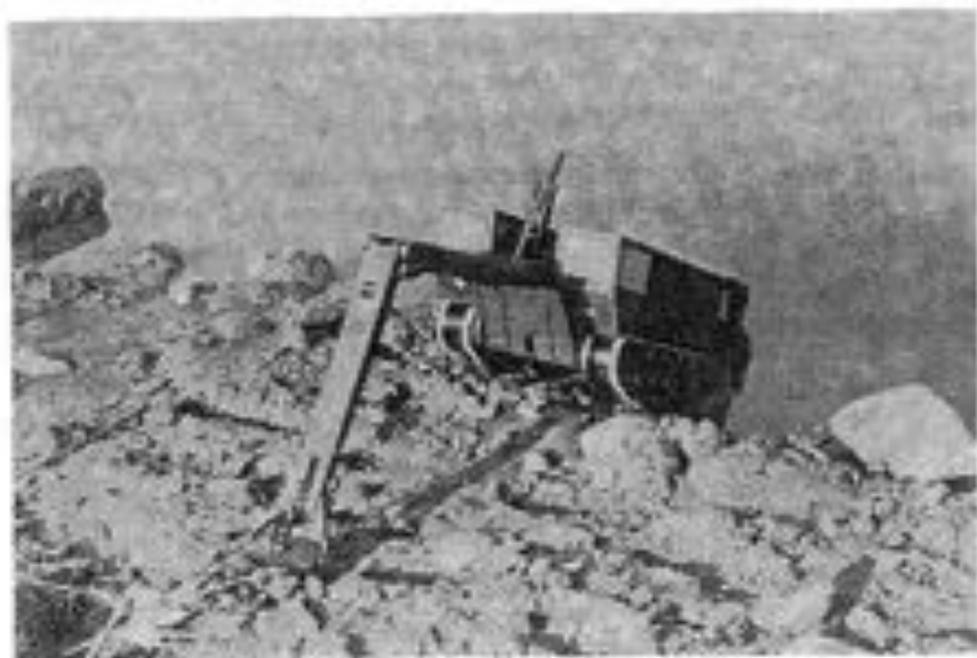
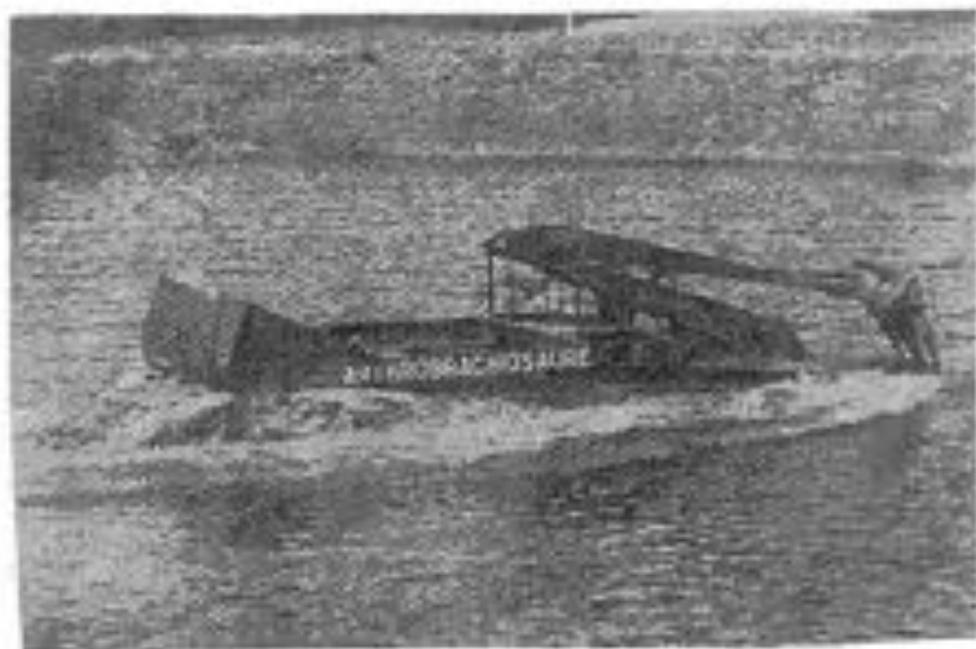
Vers les années 1960, dans un désir de s'affranchir ou au minimum d'être moins dépendant des moyens spécialisés mis en oeuvre par le Génie, lors des traversées de coupures humides, un mouvement de pensée s'est porté vers la prise en considération de matériels de combat rendus aptes au franchissement autonome. A priori, deux possibilités semblaient envisageables en leur permettant soit de flotter soit de se déplacer sur le fond des rivières. Ces idées ont été à l'origine de la conception d'un engin spécial dont le rôle principal serait d'aider dans leur progression les matériels de combat confrontés à l'élément liquide et en particulier de leur faciliter la manoeuvre, délicate entre toute, de l'abordage sur la rive d'arrivée.

Conçu principalement pour cette mission d'assistance, l'ENFRAC, après s'être porté lui-même sur la rive d'arrivée, devait recueillir et halier les véhicules amphibies ou les chars en difficulté, après avoir auparavant, si nécessaire, amélioré par le terrassement les points d'abordage. Accessoirement, il devait pouvoir d'une façon générale aménager le terrain comme un engin normal de terrassement.

Le caractère inédit du concept de l'ENFRAC ressort immédiatement de l'énoncé de ces exigences : le nouveau matériel devra posséder des qualités élevées de mobilité terrestre et aquatique se caractérisant par une bonne aptitude aux déplacements rapides aussi bien hors routes que sur route ou sur l'eau et au franchissement, avec ses seuls moyens et sans longue préparation, des plans d'eau de toute nature. Il devra être efficace dans la traction au halage des véhicules amphibies ou submersibles et dans l'aménagement des berges, des accès ou des itinéraires.

Sans entrer plus avant dans le détail des performances demandées qui ont fait l'objet d'une fiche de caractéristiques militaires approuvées en 1964, il est clair que l'ENFRAC se présente comme un engin complexe, polyvalent dans son utilisation, de caractère inédit. Ce dernier point implique que le recours à des comparaisons ou des extrapolations de matériels existants n'est pas possible et que la progression dans l'étude devra s'appuyer sur des résultats expérimentaux acquis par la mise en oeuvre de maquettes probatoires.

ENFRAC



L'engin se hisse à la sortie de l'eau à l'aide de son bras.

Peu après 1970, le prototype de l'ENFRAC se présente pour l'essentiel sous la forme d'un véhicule chenillé amphibie, d'une masse de 28 tonnes, utilisant les chenilles du char AMX 30 avec une pression spécifique au sol de 600g/cm². La propulsion aquatique est réalisée par deux hydrojets à l'arrière du véhicule, alimentés hydrauliquement comme sur la vedette de pontage. La fonction d'autohalage est satisfaite par un treuil hydraulique et un bras articulé muni d'une bêche d'ancrage fonctionnant par arc-boutement sur la rive d'arrivée. Un équipement de terrassement à l'arrière est constitué par un godet de 2500 l. La fonction halage fait appel à un cabestan placé également à l'arrière et capable d'un effort de traction de 12 tonnes, le godet de terrassement assure alors l'ancrage au sol pendant la traction.

En 1973, l'arrêt du financement de l'étude et la dissolution du groupe de travail interservices qui suivait le déroulement du programme marquaient la fin de l'aventure ENFRAC. Par l'ambition du projet, par les défis technologiques auxquels il conduisait, l'étude et le développement de cet engin inédit ont effectivement pris les traits d'une véritable aventure, exaltante pour tous ses acteurs.

Les raisons de cet abandon n'ont pas été officiellement données, cependant, les deux hypothèses exposées ci-après ont vraisemblablement joué un rôle :

- On peut d'abord avancer sans crainte d'erreur qu'à l'ambition technique de l'ENFRAC aurait correspondu un coût d'étude et de fabrication en rapport ; il aurait été nécessairement élevé. Le commandement a sans doute jugé déraisonnable de consentir cet effort financier.

- Ensuite, avec l'écoulement du temps, la justification de l'ENFRAC s'est fortement amenue. Comme il a été dit ci-dessus son utilité reposait sur l'idée d'assigner aux engins de combat des missions de franchissement autonome, soit en amphibie, soit en submersible. Or, on doit constater qu'au début des années 70, ce concept est largement battu en brèche en raison de la prise en compte des difficultés de ces opérations, trop largement sous estimées au début. L'engin de combat rendu amphibie est par la nature des choses volumineux, Archimède oblige ; il doit être aussi léger que possible, ce qui ne peut aller qu'au détriment de sa protection ; enfin, son organisation générale souffre de sa nature de corps flottant. Pour le franchissement en submersible il est assez rapidement apparu que le déplacement d'un char sur le fond d'une rivière est une entreprise pleine d'aléas. Il nécessite préalablement à toute manœuvre une reconnaissance minutieuse du lit du cours d'eau demandant des moyens de plongée et entraînant des délais. L'immersion d'un char oblige à une préparation pour assurer par la pose de bourrelets et de joints son étanchéité ; l'armement est neutralisé pendant un certain temps. Une dernière contrainte touche à l'instruction et à la sélection des équipages qui sont, pendant la traversée, placés dans des conditions d'environnement angoissantes, requérant une aptitude physique et morale éprouvée. Toutes ces difficultés, avec l'obligation de prévoir un guidage des véhicules dans une obscurité quasi totale ont fait réserver ce type de franchissement à des cas rares, isolés, exécutés dans des conditions très favorables.

Face à cette prise de conscience nouvelle, la mise au point longue et coûteuse d'un ENFRAC ne pouvait plus être d'actualité.

3 - ENGINES MECANQUES DE TERRASSEMENT ET ENGINES DE LEVAGE ET MANUTENTION

3.0. - GENERALITES

Les unités du Génie ont été dotées à partir de 1943 de matériels américains de terrassement alors peu répandus en Europe dans les entreprises de travaux publics et inconnus des formations militaires citons :

- Les "bulldozers" et "angle dozers" caterpillar D4 et D7 qui permettaient d'attaquer la couche superficielle du sol, de dégager des éboulis, de déchausser des souches, des obstacles, etc.. Grâce à eux on pouvait établir rapidement des déviations.
- Les niveleuses qui permettaient d'obtenir une meilleure finition de travail. Elles ont aussi été utilisées pour évacuer la boue ou la neige qui par moment rendaient les chaussées impraticables.
- Les scrapers ou décapeuses permettaient des prélèvements de minces couches superficielles de terrain relativement meuble et leur transport sur de grandes distances. Cet engin, tiré par un tracteur chenillé D7 ou D8 était surtout utilisé pour aménager des aires plates de stationnement ou des pistes pour l'aviation.
- Moins révolutionnaires étaient les groupes moto-compresseurs et leur outillage pneumatique (mais ils étaient portés sur camions 6 x 6), les camions bennes (4 x 4) ou (6 x 6) pour les transports des hommes et matériaux, les tronçonneuses, les groupes électrogènes, les ensembles d'alimentation en eau avec épuration, etc..

Ces types de matériels sont en général utilisables aussi bien pour les chantiers civils que pour les chantiers militaires. Aucun ou presque n'était fabriqué en France où cependant à partir des années 50, les destructions de la guerre ont créé un immense besoin qui a entraîné, la création d'une puissante industrie de matériels modernes de Génie Civil.

Pour de nombreux engins, le service d'Etude de matériel du Génie, du Service Technique de la DEFA, en coopération avec le Haut Commissaire Général aux Entreprises de travaux publics, a contribué au développement de cette industrie par des incitations telles que le Concours de Tracteurs de Fessenheim et la création de la Commission d'Essais des Matériels du Génie Civil (CEMAG) ainsi que celle de la Station Nationale d'Essais des Matériels de Génie Civil (SNEMAG), cette dernière au sein de l'Etablissements d'Expériences Techniques d'Angers (ETAS).

Seuls seront traités ici les matériels spécifiquement militaires auxquels on a imposé des caractéristiques particulières souvent sans intérêt pour les besoins civils, mais qui néanmoins, autant que possible, utilisent dans leur architecture des sous-ensembles mécaniques du commerce. A l'inverse d'ailleurs les techniques développées pour la satisfaction des besoins militaires (pneumatiques à basse pression, hydraulique de puissance etc...) sont souvent reprises dans les matériels civils.

3.1. - ENGIN DE TERRASSEMENT

3.1.1.- Le tracteur-niveleur (bouteur) Continental CR 8

La mise en étude du TN CR8 répond au souci de posséder un engin de terrassement puissant et mobile. Au cours du conflit 39-45 les tracteurs-niveleurs chenillés avaient indiscutablement prouvé que, dans une guerre moderne, il était indispensable de disposer d'engins puissants de terrassement. Malheureusement leurs chenilles conditionnées pour l'obtention d'une adhérence très forte leur imposaient une faible vitesse de progression et les rendaient inaptes à un déplacement sur route de quelque importance. D'ailleurs, les crampons d'acier de ces chenilles, destructeurs des revêtements routiers, en interdisaient les déplacements sur routes, autrement que sur remorque.

De la considération de ce handicap congénital est né l'espoir de combiner dans un même engin la force de poussée, dont dépend directement la puissance du terrassement, et la capacité d'effectuer, sans le recours à la servitude de l'emploi d'une remorque de transport, de longs déplacements routiers. C'est l'objet de l'étude du CR8. Il s'agit en l'occurrence de la recherche du meilleur compromis conservant une bonne partie de la force de poussée d'un tracteur-niveleur sur chenilles, tout en disposant néanmoins des possibilités de déplacement autonome d'un véhicule routier.

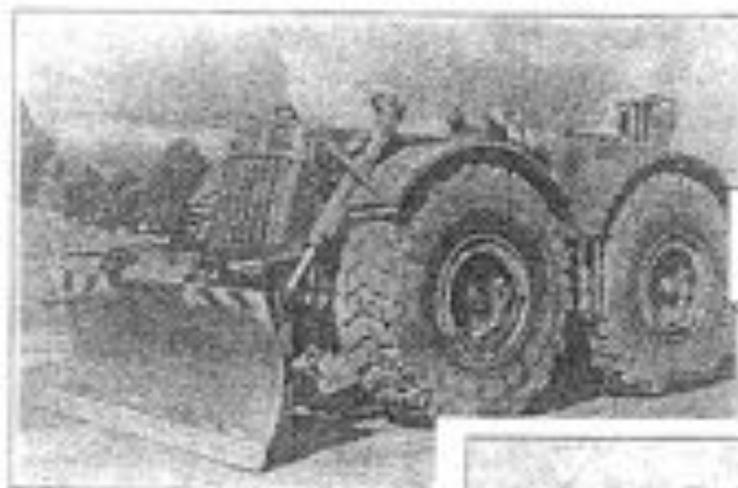
L'étude de ce CR 8, commencée en 1957, a abouti à un véhicule à quatre roues, toutes motrices, de longueur 5,30 m, y compris ses équipements, et de largeur 2,50 m pour une masse de 14,5 tonnes. La chaîne de transmission comporte un moteur de 150 chevaux, une boîte de vitesse à 6 rapports avant, 2 arrière et 2 gammes de vitesses, un différentiel à trains épicycloïdaux de type CLEVELAND, deux démultiplicateurs latéraux rendant solidaires les deux roues d'un même côté, quatre roues motrices équipées de pneumatiques basse pression gonflés à 1,5 bar pour les déplacements et à 1,1 bar pour le travail. Il n'a pas de suspension

L'engin est capable d'une vitesse maximale de 55 km/h, d'un effort à la barre sur béton de 8,2 tonnes, d'un rayon de braquage de 8 m. Les rendements en terrassement s'élèvent à 80 m³/h avec faibles déplacements. Les équipements se composent d'une pelle de terrassement à l'avant et, à l'arrière, soit d'un treuil double tambour pour déca-peuse, soit d'un treuil de halage d'une force de 20 tonnes.

Cet engin, comme il a été dit ci-dessus, est une tentative de compromis qui n'a pas pu répondre à toutes les attentes que l'on avait placées en lui.

En effet il ne pouvait satisfaire pleinement ceux qui souhaitaient un moyen de terrassement comparable en rendement aux tracteurs-niveleurs sur chenilles d'une puissance moteur similaire. Les limitations dans ce domaine résultaient de deux handicaps tenant à la capacité d'adhérence réduite des pneumatiques comparée à celle d'une chenille, et à la largeur hors tout du matériel impérativement limitée à 2,50 m afin de permettre les déplacements routiers sans aucune contrainte.

Il ne pouvait combler d'aise ceux qui espéraient disposer d'un véhicule assimilable sur route à un camion. Sa vitesse maximale est modeste, et, ne disposant pas d'organes de suspension, même si les pneumatiques basse pression pallient en partie cette lacune, il est fréquemment, suivant la vitesse et la nature du sol, animé en roulant d'un mouvement de tangage pénible pour le conducteur.



Le tracteur-niveleur
CONTINENTAL CR8

CR8 avec tilthdozer à ré-
glage manuel



CR8 avec ripper
défonçant le sol

Attelage CR8 avec semi-
remorque chargée d'un
CDS



Néanmoins, à la fin des années 50, le concept qui a présidé à l'étude du CR 8 était novateur et même assez révolutionnaire pour les pneumatiques basse pression par exemple. De nombreuses réalisations similaires ont vu le jour par la suite dans l'industrie du matériel de travaux publics avec, il est vrai, des exigences moins ambitieuses en fait de vitesse de déplacement et un équipement de terrassement plus généralement constitué d'un godet de cavage (chargeuse), avec une largeur souvent plus importante.

L'armée de terre a acquis environ 150 CR 8 qui ont rendu de grands services, parfois imprévus à l'origine tel le halage à la sortie de l'eau des engins amphibie au moyen du treuil, la pelle de terrassement faisant alors office de moyen d'ancrage.

3.1.2.- Le matériel polyvalent du génie (MPG)

La leçon donnée par la réalisation du CR 8 a été féconde. Les causes des insatisfactions et des limitations dans son utilisation n'ont pas été perdues de vue au moment de la définition des caractéristiques du matériel polyvalent du Génie. Ce matériel a été développé à partir d'une chargeuse sur pneumatiques présentée par la société allemande ZETTELMEYER et est destiné à l'accompagnement des escouades du Génie des unités motorisées dont il constitue le moyen d'action principal. La puissance du MPG est de 300 ch soit un doublement par rapport au CR 8, ce qui est bien représentatif de l'évolution dans le temps des puissances motrices des matériels. Les options regrettables qui avaient été retenues pour le CR 8 ont été abandonnées : le châssis n'est plus limité arbitrairement en largeur, une suspension, neutralisée au travail, apporte en déplacement routier confort et sécurité et autorise des vitesses plus élevées, la direction est réalisée par commande d'une articulation médiane du châssis. L'équipement polyvalent de terrassement (godet 4 en 1) permet la réalisation de travaux propres au tracteur-niveleur et à la chargeuse. Approximativement, 300 MPG ont été réalisés et sont en dotation.

3.1.3.- Le véhicule de combat du génie (VCG)

L'Etat-Major a demandé en 1962 que soit étudié, à partir du châssis du char AMX 13 VTT (transport de personnel), un dérivé spécifique, aménagé et équipé pour son utilisation par les unités du Génie, il a été dénommé successivement VTT Génie puis Véhicule de Combat du Génie (VCG). Cette décision raisonnable mettait fin à une période d'hésitation au cours de laquelle plusieurs châssis de véhicules amphibies ont été successivement envisagés pour tenir le rôle du VTT, puis écartés pour des raisons de coût ou d'inadaptation.

Entre 1962 et 1965, après constructions des prototypes, les différents essais effectués permettent de valider la définition du VCG, qui, finalement, est adopté en 1965. Les adaptations et aménagements suivants ont été apportés au châssis AMX VTT original.

- une lame de terrassement, appelée pelle, est fixée à l'avant du char grâce à des appuis soudés au châssis. Cette pelle, pour effectuer les travaux de terrassement, est actionnée par des vérins hydrauliques commandés par le pilote du char. Un dispositif complémentaire permet le basculement de la pelle en une position "route" afin de conserver au véhicule, lors de ses déplacements,

MATERIEL POLYVALENT DU GENIE

CONSTRUCTEUR : ETUDES ET CONSTRUCTIONS DE MATERIELS TECHNIQUES ECOMAT



UTILISATION

Le MP6 est un matériel conçu spécialement pour les applications militaires. Il est destiné à assurer de jour comme de nuit l'ouverture et le maintien des voies de communication. Il doit intervenir rapidement sur le terrain de manœuvre pour déblayer les obstacles.

Il est apte aux déplacements rapides et manœuvres en terrain ou tout sur de grandes distances avec une excellente manœuvrabilité et stabilité sur route et en tout terrain. En outre, il réalise en temps de paix, toutes les tâches rencontrées sur les chantiers de travaux publics.

CARACTERISTIQUES GENERALES

Le MP6 est une chargeuse sur pneumatiques articulée à 4 roues motrices, entraînée par un moteur Diesel 6 cylindres Turbodiesel. Sa transmission comporte une boîte full power shift à 4 rapports et 2 ponts avec réducteurs à planétaires dans les moyeux et différentiel à glissement limité. La machine comprend une benne à usages multiples et un bras de levage à articulation hydraulique.

Enfin, elle est dotée d'une suspension hydro-pneumatique qui maintient la machine à un niveau constant et lui permet de dépasser à une vitesse supérieure à 80 km/h sans phénomène de gâchage du dénivelé.

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

Poids en ordre de marche : 23 800 kg
 Puissance moteur : 260 ch (D61 1600)
 Capacité de la benne standard : 2 700 l
 Charge utile : 8 000 kg

PERFORMANCES

Vitesse maximale : 82,8 km/h
 Effort de traction en 1^{er} : 106 kN
 Effort de traction du bras : 8 000 kgf

- ments, un angle d'attaque et une garde au sol satisfaisants, tout en maintenant des vues suffisamment dégagées pour la conduite. Cet équipement grâce à l'adjonction dans la chaîne de transmission d'une gamme de vitesses basses, dite de travail, permet d'obtenir en terrassement des rendements comparables à ceux du tracteur-niveleur CR 8.
- une charpente légère et démontable en forme de V, appelée bigue, fixée en deux points à la partie supérieure avant du châssis et retenue par des câbles, est destinée aux manutentions de charges et à l'exécution des travaux de dégagement des abattis obstruant les itinéraires. La portée de la bigue est de 2,40 m, sa hauteur sous crochet de 3,40 m.
- un treuil hydraulique de halage, de force 5 tonnes, implanté à l'avant du char sert de moyen de traction ou de levage par l'intermédiaire de la bigue.
- un système hydraulique dont le générateur, accouplé au moteur, alimente les différents récepteurs de la pelle et du treuil : les dispositifs de commande correspondants sont placés au poste de pilotage.
- un aménagement intérieur de la caisse du char rend possible le transport de l'escouade du Génie et de ses différents appareils de travail (tels que détecteur de mines, perforateur de sol, appareils de levage) ainsi que d'une réserve de mines.
- enfin une remorque à deux essieux pourvue d'une suspension à système compensateur, de volume 3 m³ et de charge utile 3 tonnes peut être remorquée par le char en tout-terrain sans ralentir sensiblement son allure.

Le VCG ainsi défini est la concrétisation d'une conception nouvelle et intéressante, celle d'un outil puissant et polyvalent, mis constamment et en tout lieu d'intervention à la disposition d'une escouade du Génie. En tant que tel il est simultanément ;

- un transport de troupe blindé de mobilité comparable à celle des autres VTT
- un véhicule de ravitaillement en appareillages, outils et mines (avec sa remorque)
- un engin de manutention grâce à son treuil qui lui confère la possibilité d'effectuer des manoeuvres de force, réservées en général à d'autres matériels plus spécialisés.
- un moyen de terrassement
- un engin de dégagement d'itinéraires, capable de traiter la plupart des obstacles pouvant être rencontrés en campagne : entonnoirs, réseaux de barbelés, abattis, démolitions, barrages.

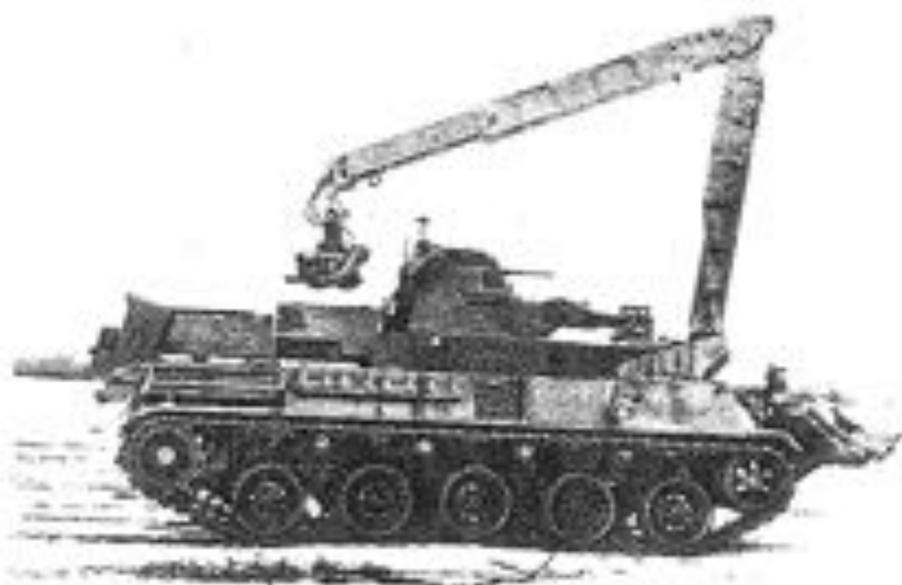
Les VCG ont été mis en dotation à partir de 1967.

3.1.4. - L'engin blindé du génie (EBG)

Le véhicule de Combat du Génie étant un véhicule d'accompagnement dérivé du char VTT AMX 13, il était légitime de penser que, au début des années 70, le char AMX 30 constituerait lui aussi la base d'un engin conçu en tant qu'outil de travail de l'escouade du Génie, ce qui devrait produire un engin d'accompagnement de capacités supérieures à celles de son prédécesseur. A noter que cette progression confirme bien

ENGIN BLINDE DU GENIE

CONSTRUCTEUR : GIAT-Groupement Industriel des Armements Terrestres



UTILISATION

L'AMX 30 EBO est l'engin de travail destiné à équiper les sections de combat mécanisées du Génie. Il est capable d'effectuer des ouvertures de passages souterrains, des dégagements d'obstruction, des aménagements de gués et de berges, de réaliser rapidement des petits ponts minés, des abatis et d'ouvrir des éboulements. Il est capable de traverser des zones contaminées et de franchir des plans d'eau de grande profondeur.

CARACTÉRISTIQUES

- Équipage de 3 hommes (1 chef de bord, 1 pilote manipulateur, 1 sapeur).
- Masse : en ordre de service 40 t.
- Dimensions : Longueur hors tout : 7,90 m ; largeur hors tout : 3,50 m (sans élargisseurs de piste 3,10 m) ; hauteur hors tout : 3 m ; garde au sol : 0,65 m.
- Organes spécifiques :
 - Pelle avant à commande hydraulique : largeur 3,50 m ; hauteur : 1,10 m.
 - Treuil hydraulique : 30 t longueur de halage ou auto halage 80 m.
 - Lanceurs : 1 canon lanceur d'un projectile de 142 mm empenné - 4 canons lanceurs de modules à mines antichar à durée d'activité et d'autodestruction programmables.
 - Bras de travail : 2 articulations, 1 télescopique, longueur déployée 7,80 m, couple utile 15 t.m., équipement standard : pinces à grubs, équipement auxiliaire : tarières, tronçonneuse à disque.
 - Prise hydraulique 50 l/m.
- Armement :
 - mitrailleuse 7,62 mm sur tourelle à vision panoramique servie et alimentée de l'intérieur, 4 lance-petards fumigènes.

PERFORMANCES

Mobilité semblable à celle du char AMX 30.
 Portée du projectile de destruction de 142 mm : de 30 à 300 m.
 Module à mines : conteneur de 6 mines A.C. dispersables.
 Portée : de 60 à 250 m.

la constatation déjà faite d'une évolution des matériels vers des performances plus élevées de génération en génération.

Or, telle ne fut pas l'option prise en 1971 par l'Etat-Major dans les caractéristiques militaires de ce qu'il a appelé - les termes sont significatifs - un "AMX 30 niveleur destiné à relever les chars PATTON niveleurs, inadaptés aux opérations en zones contaminées NBC et dont le soutien technique ne pourra plus être assuré".

Quelles raisons ont pu motiver le retour en arrière vers un concept ancien de char dozer¹ ? Peut-être la prise en compte du coût de l'opération a-t-elle joué, car un parc d'engins de terrassement est normalement moins important en nombre qu'un parc de moyens d'accompagnement, à moins que l'impossibilité technique de transporter du personnel dans la caisse de l'AMX 30, en sus de l'équipage, ait semblé incompatible avec le concept d'accompagnement. Quoiqu'il en soit, l'étude du dérivé Génie de l'AMX 30 ne porte pendant plusieurs années que sur un "tank dozer", façon 1945, avec tout au plus une capacité supplémentaire de levage par l'intermédiaire d'une bigue.

La position ainsi adoptée par l'EMA a, comme il était prévisible, suscité suffisamment de questions et d'inquiétudes sur la nature de la mission des troupes du Génie dans l'avenir, pour que la Commission Consultative Permanente du Génie fût chargée d'un réexamen du problème.

Finalement, le travail de réflexion de la Commission s'est concrétisé par la rédaction du projet de caractéristiques militaires d'un "véhicule de combat du Génie" dérivé de l'AMX 30 et dénommé Engin Blindé du Génie (EBG), approuvé par l'EMA en 1976.

Ses caractéristiques prévoient "qu'équipé d'une pelle robuste à laquelle il devra appliquer une poussée importante, d'un treuil capable d'assurer son auto-halage et d'aider un char en situation difficile sur terre ou dans l'eau, d'un lanceur de charge explosive et de mines dispersables à courte distance, d'un bras de travail, l'Engin Blindé du Génie doit avoir une mobilité sur route au moins égale à celle de l'AMX 30 et si possible supérieure en mauvais terrain ».

Les performances essentielles correspondant à ces caractéristiques générales s'inscrivent dans les données suivantes :

- le rendement en terrassement de 100 m³/h à 20 m en fouille ou 200 m³/h à 10 m en nivellement.
- le treuil d'une force de 15 000 à 20 000 daN est conditionné pour fonctionner et être utilisé en immersion
- le lanceur de mines doit pouvoir les tirer par salves de 20 à 100 m au moins et 300 m si possible
- le lanceur de charge de destruction doit envoyer en tir direct 10 kg d'explosif à 30 m et si possible à 50 m.

¹ dozer : pelle de terrassement.

- le bras de travail hydraulique, orientable, doit disposer d'un couple de levage souhaitable de 15 000 da N, d'une portée de 10 m et d'une hauteur de 5 m à 5 m de portée.

L'étude de l'Engin Blindé du Génie, défini comme véritable engin d'accompagnement, pouvait débiter...

3.1.5. - Les pelles hydrauliques de terrassement

Jusqu'aux années 50, cette famille de matériels destinée à creuser des excavations ou à terrasser des buttes et remblais, généralement adaptée à un châssis chenillé, avait recours aux commandes mécaniques par câbles. Le schéma de fonctionnement comportait un moteur entraînant des treuils, sur les fûts desquels l'enroulement et le déroulement des câbles assurait les différents mouvements des éléments de charpente de l'équipement ainsi que ceux de l'outil de travail, le godet. La précision des mouvements, comme le dosage des efforts à appliquer dépendaient de l'habileté du manipulateur dans l'utilisation des embrayages interposés entre les prises de force et les treuils. La conduite au travail de ces matériels était délicate et requérait une formation soignée du personnel.

Ce type de matériel a connu un véritable aggiornamento avec la mise au point des commandes hydrauliques. Progressivement, et d'abord pour les appareils de faible puissance, les vérins hydrauliques capables d'efforts de plus en plus puissants se sont substitués aux câbles en simplifiant la réalisation des mouvements grâce à leur possibilité particulière d'action à double effet. Les embrayages frustes et capricieux d'avant ont cédé la place aux distributeurs hydrauliques, de maniement aisé. Réduction des masses, simplification, facilité et souplesse de la conduite, tels étaient les apports de l'hydraulique de puissance. En France dans le secteur d'activité des matériels de chantier, la société POCLAIN a fondé sa création et son développement rapide sur la réalisation des pelles à commandes hydrauliques et l'ETAS a apporté une contribution importante à la mise au point des commandes et des transmissions hydrauliques de puissance.

Deux matériels spécifiques à utilisation militaire ont été étudiés pour l'Armée de Terre : la Pelle légère sur camionnette tactique dite Pelle de l'avant et la Pelle Oléopel 45 CA.

3.1.5.1 - La pelle hydraulique OLEOPEL 45 CA

Ce matériel, issu d'un concours entre plusieurs constructeurs, a été proposé par la société RICHIER à la fin des années 50. De capacité très supérieure à la Pelle de l'avant il présente les mêmes caractères fonctionnels. Ce fut pourtant un matériel de transition pour la double raison que sa mise au point intervint trop tôt pour bénéficier intégralement des progrès les plus déterminants des techniques hydrauliques et que l'utilisateur militaire a voulu, de façon regrettable, disposer d'une polyvalence par la transformation, suivant le besoin, de ce qui était fondamentalement une pelle en un moyen de manutention. Ces différentes circonstances ont eu un effet défavorable sur

la simplicité et le bilan de masse du matériel. Pour toutes ces raisons la fabrication de la pelle 45 CA a été limitée à un faible nombre d'exemplaires.

3.1.5.2 - La pelle de l'avant

La société POCLAIN, fournisseur de l'Armée en matériel civil de série, a étudié et réalisé la Pelle de l'avant à partir de 1965. Mobile et aérotransportable, cette machine est destinée aux travaux rapides d'enfouissement et de camouflage des unités au contact. Elle est mentionnée ci-après au chapitre "Enfouissement du corps de bataille"(41).

Ses caractéristiques principales sont les suivantes :

- le châssis porteur est issu de la camionnette de dotation SIMCA-MARMON.
- l'équipement pelle, monté sur le châssis par l'intermédiaire d'un chemin de roulement à galets, comporte un poste de conduite, une flèche de 3 m, repliable en position route, avec un godet de 150 litres. La pompe hydraulique est accouplée au moteur de la camionnette, elle alimente le circuit en fluide hydraulique à 250 bars de pression
- deux bèches articulées assurent la stabilité de l'engin au travail
- ses capacités au travail sont d'une dizaine de m³/h de terre (par exemple tranchée de 0,60 m de large et 2,50 m de profondeur).

La Pelle de l'avant a été construite en 145 exemplaires à la fin des années 60. Son intérêt a décliné avec l'abandon du concept d'enfouissement du corps de bataille.

Pelle de l'avant



Oléopelle 45CA



Grues diesel électriques Griffet G4



3.2. - ENGIN DE LEVAGE ET DE MANUTENTION

3.2.1. - Les grues diesel-électriques

Aux grues mécaniques à câbles, dont la conception est tellement proche des pelles mécaniques à câbles, décrites ci-dessus, que souvent le même matériel assure les deux fonctions après montage des équipements particuliers propres à chaque travail, vont se substituer à la fin des années 50 les grues diesel-électriques. La société GRIFFET, qui a étudié et fabriqué ces matériels, a proposé une gamme de trois engins différents. D'inspiration commune, ils se composent d'un châssis automobile, à un essieu avant et à un ou deux essieux arrières, qui supporte l'ensemble tournant supérieur. Le moteur transmet sa puissance à une génératrice électrique, puis à un embrayage et à la boîte de vitesse (à deux gammes de vitesses) par l'intermédiaire d'un coupleur hydraulique. Les essieux sont tous moteurs, ils sont pourvus de pneumatiques à monte simple gonflés à une pression moyenne. Le châssis possède encore un treuil de halage et des dispositifs stabilisateurs pour augmenter les performances de levage.

Sur ce châssis, et relié à lui par un chemin de roulement à galets, l'ensemble tournant, appelé tourelle, rotatif sur 360°, comporte les organes spécifiques de levage. L'électro-treuil de levage assure le levage des charges, celui de relevage commande le mouvement d'inclinaison de la flèche, le moteur électrique de rotation réalise l'orientation de la tourelle, enfin, la flèche télescopique reçoit les poulies de levage et de renvoi qui guident et supportent le passage du câble de levage.

L'utilisation de la grue est rendue simple par la seule manoeuvre de trois manipulateurs commandant chacun des mouvements de levage, modification de portée, rotation. La variation de la vitesse des différents mouvements est obtenue par la modification du régime du moteur. Le mouvement de descente est régulé automatiquement et des freins de sécurité agissent par le blocage des treuils et moteurs en cas d'incident.

Les particularités propres à chacun des types de ces grues sont indiquées ci-après :

- la grue G4, la plus petite de la gamme ne possède que deux essieux. Sa capacité de levage est d'environ 12 t.m, elle a une masse de 12 tonnes. Cette grue adoptée en 1955 a été mise en service à la fin des années 1950.
- la grue G8, intermédiaire, adoptée en 1958 mise en service au début des années 1960 et légèrement modifiée en 1973 à l'occasion de la mise en fabrication d'une nouvelle série, possède trois ponts moteurs dont deux, avant et intermédiaire, sont directeurs. Sa capacité est de 25 t.m, sa masse de 19 tonnes.
- la grue G15, comme la précédente a trois essieux moteurs dont deux directeurs. Sa puissance de 50 t.m et ses aptitudes aux déplacements sur sol mauvais porteur, la destinent aux opérations de portage. Sa masse est de 25 tonnes. La grue G15 est entrée en service vers 1965.

Grues diesel électriques Griffet

Modèle G8



Modèle G15



La motorisation convenable de ces trois matériels, la géométrie de leur châssis bien adaptée à leurs fonctions et aux conditions d'emploi, la monte de pneumatiques en simple et à pression moyenne, favorisent leur mobilité hors route.

La mise en oeuvre d'organes à commandes électriques apporte une souplesse et une précision de fonctionnement appréciables.

3.2.2 - Les grues hydrauliques

Les grues diesel-électriques avaient constitué une évolution en progrès comparativement aux moyens de levage antérieurs, purement mécaniques. Pourtant, avec la décennie 70, l'application irrésistible et triomphante de l'hydrostatique dans le fonctionnement des moyens de manutention va intervenir et se confirmer rapidement. La précision et surtout la souplesse de manoeuvre que présentent les engins animés par l'hydraulique de puissance sont sans commune mesure avec celles des générations précédentes de grues. En outre l'introduction de cette nouvelle technique a une répercussion heureuse vis-à-vis de l'allègement général des matériels. Tous ces gains, d'un intérêt incontestable, s'accompagnent également d'une meilleure prise en compte des questions de sécurité pour le personnel d'utilisation et d'un maintien en condition simplifié et facilité.

Deux grues hydrauliques ont été sélectionnées et commandées pour les besoins de l'Armée de terre.

- la grue légère RICHIER RC 10 répond aux exigences, en fait d'appareils de manutention, de la chaîne logistique des ravitaillements militaires. A la suite d'un appel d'offres et après essais, cette grue légère, proposée par la société RICHIER, est sélectionnée parmi six propositions concurrentes en 1972. Adaptée à un châssis pourvu d'une chaîne cinématique classique à moteur diesel de 150 ch, l'ensemble a une longueur de 7 m, une largeur de 2,50 m, une hauteur de 3 m pour une masse de 11 tonnes. L'installation hydraulique de manoeuvre comprend trois pompes génératrices, accouplées au vilebrequin moteur, qui alimentent les deux moteurs de levage des charges et de rotation de tourelle ainsi que six vérins agissant pour le télescopage et le relevage de la flèche, le blocage de la suspension. Les pressions de service du fluide hydraulique vont de 100 à 175 bars. Au travail, la stabilité de la grue est obtenue par le blocage de la suspension, solidarissant les ponts au châssis.

La fonction essentielle prévue pour la grue légère est la manutention des charges palettisées avec les agrès réglementaires. Sa mise en service se situe au début des années 1970.

- la grue moyenne hydraulique HAULOTTE

Cette grue d'une conception identique à celle de la précédente a été fabriquée à la fin des années 70. Elle a une capacité comparable à celle de la grue G15 précédemment citée et son châssis est commun à celui du matériel de forage (voir 4.6.).

3.2.3.- Le chariot élévateur Military Ranger 100

L'exploitation de la chaîne des ravitaillements militaires amène à effectuer des stockages et des transbordements de conteneurs sur des zones sommairement aménagées ou sur des sites de débarquement. C'est ce dernier cas qui présente les plus grandes difficultés puisqu'il s'agit de transférer les charges d'un bateau à une aire de dépôt, accessible aux moyens de transport routiers ordinaires. Ce type d'intervention a nécessité l'acquisition de moyens de manutention spécialisés.

Le besoin ainsi décrit a d'abord été couvert par des grues mécaniques chenillées puissantes, qui, à défaut de présenter la souplesse d'emploi souhaitable, avaient l'avantage d'exister. Il a été ainsi approvisionné, à la fin des années 50, des grues de 20 et 30 tonnes RICHIER. Elles permettaient grâce à leurs chenilles à larges tuiles d'accéder sans trop de difficultés aux sites à sol mauvais porteur ; malheureusement elles présentaient l'inconvénient d'une incapacité à franchir des distances d'une certaine importance. Il s'ensuivait que tout variantement dans un plan de débarquement devait prévoir l'intervention de remorques de transport et de tracteurs pour déplacer les grues.

Au début des années 70, les progrès réalisés dans la mobilité hors route des véhicules ont permis l'émergence d'un type de matériel mieux adapté à ce besoin que des grues quasi impotentes, le chariot élévateur tous terrains.

Ce nouveau venu dans l'éventail des moyens de manutention va non seulement posséder des capacités à se mouvoir, chargé, sur des sol incohérents ou mauvais porteurs, mais en outre ses équipements de préhension et de transport des charges offriront une grande latitude d'adaptabilité aux conditions liées à la géométrie des plans de travail : pente, dévers, hauteur, désaxement.

Deux constructeurs français, les sociétés GRIFFET ET POCLAIN ont eu l'intention de développer un chariot élévateur tous terrains. Les perspectives modestes de commercialisation et l'étroitesse du marché national, limité aux besoins de l'Armée ne pouvant excéder une cinquantaine de matériels ne leur ont pas permis de dépasser le stade du prototype pour le premier et du projet pour le second.

Il n'y a donc pas eu d'alternative offerte et la décision d'un achat direct aux autorités militaires américaines a été prise en faveur du matériel développé par la société CLARK, le Military Ranger MR 100 dont les principales caractéristiques sont rappelées ci-après :

- un châssis tous terrains à quatre roues motrices munies de pneumatiques basse pression, de 130 ch. de puissance et d'une masse de 11,5 tonnes
- ce châssis est pourvu à l'avant de deux fourches dont la capacité de charge est de 4 500 kg et qui peuvent s'élever à 3,65 m, s'incliner en avant et en arrière.
- l'écartement des fourches peut varier de 0,56 m à 2,62 m et le désaxement (par rapport au châssis) est possible jusqu'à 1,75 m,
- ce châssis dispose de deux gammes avant et arrière de quatre vitesses, sa vitesse maximale pour chaque gamme est de 40 km/h
- tous les mouvements de l'équipement chargeur sont à commande hydrostatique, soit par vérins, soit par moteurs.

4- MOYENS ET TECHNIQUES DIVERS

4.1.- L'ENFOUISSEMENT DU CORPS DE BATAILLE

Les risques pour les troupes au sol, engendrés par l'utilisation des armes atomiques, ont conduit l'Etat-Major de l'armée de Terre, au début des années 60, à envisager leur protection par le recours à l'aménagement du terrain.

Ainsi, dès cette époque et pratiquement sur l'ensemble d'une décennie, un vaste débat a eu lieu autour de ce qui a été appelé la "doctrine d'enfouissement du corps de bataille". Des études théoriques, des expérimentations ont été conduites qui ont abouti à la définition et à la réalisation d'une gamme de matériels.

Afin de donner à la réflexion sur les problèmes posés par cet enfouissement toute l'ouverture et la profondeur souhaitables, l'EMAT a décidé la création d'une Commission Consultative Permanente Enfouissement dont le mandat très vaste s'étendait de l'élaboration d'une doctrine à la définition des solutions et des moyens préconisés en passant par la réalisation des expérimentations. Cette CCP a eu, au cours des années 60, une vaste latitude pour suivre le problème posé et proposer au commandement les solutions les plus appropriées.

4.1.1 - L'enfouissement du combattant isolé ou d'un petit groupe de combattants.

Divers procédés ont été examinés et expérimentés. S'agissant de réaliser une excavation d'au moins 1,50 m de profondeur et de 0,6 m de diamètre, le recours à l'outil individuel seul ne peut constituer qu'une solution ultime, le temps demandé étant prohibitif. Pour diminuer les efforts et raccourcir les délais, à titre complémentaire des outils, divers moyens d'ameublissement du sol ont été mis en oeuvre. L'action de scies à chaîne, spécialement adaptées pour résister à l'abrasion, a été comparée avec celle de marteaux automoteurs perforateurs ou à celle de perforateurs pyrotechniques à charges creuses. Il est ressorti rapidement de ces essais que ces appareils légers ne pouvaient être considérés, en raison des délais d'utilisation qu'ils impliquent, que comme des moyens d'appoint acceptables seulement dans certains cas. La réalisation massive d'excavations et d'éléments de tranchée ne pouvait s'envisager que par l'utilisation de moyens mécaniques spéciaux tels la pelle de l'avant et l'excavateur MATENIN NX7, deux engins d'une conception originale, surtout s'agissant du second, définis spécialement pour l'usage décrit ci-dessus.

La pelle de l'avant fait l'objet du paragraphe 3.1.5.2.

Ce matériel de bonne mobilité a une masse de cinq tonnes et est en mesure de creuser des tranchées de 0,60 m de largeur allant jusqu'à 2,50 m de profondeur.

Dès 1955 une autre formule a été développée, en partant de l'idée de la chaîne à godets, par la Société Matenin aidée par l'ETAS. Pour travailler en tous-terrains il a fallu développer un véhicule à faible pression de contact au sol, équipé de roues à pneumatiques à basse pression. Les 4 roues sont motrices, de grand diamètre et deux

chaines de transmission de puissance on été mises en oeuvre. Une chaîne cinématique classique pour les déplacements sur routes et une transmission hydraulique pour le travail.

Cette dernière commande, par vérins, les mouvements de déploiements pour le travail ou de repli pour les déplacements, de l'outil porte-godets de creusement, l'élinde. Un tapis roulant évacue les débris déposés par les godets. L'évacuation peut se faire soit vers la gauche soit vers la droite.

La transmission hydraulique d'énergie assure également l'avancement de l'engin au travail et permet d'adapter de façon optimale sa vitesse aux difficultés rencontrées, dureté du sol, adhérence des roues motrices, etc.

Le même véhicule "porte-outil" a été choisi en raison de sa mobilité et de sa possibilité de développer un effort à la barre particulièrement important en tous-terrains pour réaliser les enfouisseurs de mines (§ 1-3).

L'étude et la mise au point des excavateurs se sont déroulées de 1955 à 1970 environ pour aboutir à deux matériels d'abord l'excavateur KX 609 et ensuite l'excavateur aérotransportable NX 7, prévu et défini tout spécialement pour répondre aux conditions de l'enfouissement du corps de bataille.

Ces deux matériels peuvent effectuer le creusement de tranchées en continu. Ils sont mieux adaptés à ce travail que la pelle de l'avant et possèdent un rendement très supérieur.

L'excavateur léger aérotransportable NX 7, qui pèse 11 tonnes en position de travail peut être décomposé facilement en deux fardeaux de 7,5 et 3,7 tonnes pour l'aérotransport. La puissance est de 150 chevaux et il peut se déplacer à 65 km/h sur route. Il est spécialement conçu pour réaliser en une heure 10 éléments de tranchée de 10 m distants les uns des autres de 150 m, pour la protection des personnels.

4.1.2 - L'enfouissement collectif ou de P.C.

Les excavations requises sont ici de dimensions plus importantes que dans le cas précédent. Deux matériels ont semblé pouvoir répondre au problème posé.

Le tracteur chargeur MICHIGAN 125 A II est un matériel de terrassement à quatre roues motrices équipé d'un godet pour le travail du sol. Cet engin de travaux publics construit par la société RICHIER a subi quelques modifications pour lui conférer une meilleure adaptation à son usage par des troupes en campagne.

La pelle hydraulique RICHIER OLEOPEL 45 CA composée d'éléments mécaniques d'origine exclusivement commerciale a été retenue, à la fin des années 50, à l'issue d'un concours entre plusieurs constructeurs. C'est un engin lourd et puissant avec des équipements à commande hydraulique qui en rendent l'utilisation relativement aisée, sans réclamer une longue instruction des servants (voir paragraphe 3.1.5.1).

Excavateurs MATENIN

Modèle KX 609



Modèle NX 7



Modèle NX 7
creusant une
tranchée





Excavateur de tranchées MATENIN KX 609

déploiement de l'élinde





4.1.3 - Enfouissement des matériels.

Cet enfouissement qui ne devait en principe concerner que les matériels les plus sensibles constitue seulement une deuxième priorité par rapport à la protection des personnels. Plusieurs matériels ont été envisagés à cette fin. En premier lieu les bou-teurs, chargeurs et pelles décrits précédemment pouvaient convenir, mais la préférence est allée aux chars dozers, c'est-à-dire à l'époque au char AMX 13 dozer ou VCG et ultérieurement au char AMX 30 dozer ou EBG. Ces matériels ont fait l'objet des paragraphes 3.1.3. et 3.1.4. Les chars dozers, avec leurs chenilles qui assurent une bonne adhérence, présentent une grande aptitude au terrassement de larges fossés, tels que ceux recherchés.

Le concept d'enfouissement du corps de bataille des années 60 avait pour objectif la dissimulation, au minimum des personnels pris individuellement ou collectivement, par le moyen d'excavations établies dans le sol. Il s'agissait, on le comprend, de les protéger contre les armes atomiques, considérées au moins pour leurs effets thermiques et de rayonnement. Cette protection devait être assurée de façon impromptue, en toute situation tactique et dans des délais restreints qui, d'ailleurs, compte tenu de l'amélioration prévisible dans le temps des moyens de détection de l'ennemi, ne pouvaient aller qu'en se réduisant. Le lecteur le moins averti comprendra aisément qu'il s'agit là d'un projet ambitieux, grandiose même, en ce qu'il conduit pour son aboutissement à la réalisation d'un parc énorme de moyens de terrassement. Ce caractère irréaliste n'a pas semblé troubler les décideurs de l'époque, qui pourtant, vers la fin de la décennie, l'ont finalement abandonné :

- Tout d'abord les autres nations, confrontées elles aussi aux mêmes problèmes de protection, n'ont jamais manifesté l'intention de recourir aux solutions envisagées pour l'armée française.
- En second lieu la réflexion tactique a eu raison du concept d'enfouissement. La possibilité d'éviter les coups nucléaires par la protection du sol aurait sans doute développé un état d'esprit acquis à l'immobilisme et à l'accrochage déraisonnable au terrain. Les tenants de la mobilité ont facilement fait ressortir qu'il s'agissait en l'occurrence d'une perversion intellectuelle de même essence que celle qui a conduit avant la dernière guerre à privilégier la fortification. Pour cette école la meilleure protection doit au contraire se rechercher dans les capacités de mobilité et de dispersion des troupes et non dans leur statisme.

Avec le recul du temps on peut s'étonner que pendant une petite dizaine d'années une doctrine telle que l'enfouissement ait pu conduire à des travaux importants de recherche, d'étude et d'expérimentation, alors que la simple considération des conséquences de son application aurait dû en faire apparaître dès l'abord le caractère irréaliste. Comment concilier dans les unités l'exécution des missions ordinaires avec l'encombrement et le service d'un parc important de moyens d'enfouissement ? En outre, la part de financement, dans le budget de la Défense, réservée à cette masse d'appareils spécialisés ne pouvait qu'être jugée, comparativement, inacceptable ou insupportable.

4.2.- LES GENERATEURS D'ENERGIE

On a groupé sous ce titre trois familles distinctes de matériels :

4.2.1 - Les groupes électrogènes

4.2.2 - Les motocompresseurs

4.2.3 - Les motopompes (matériels cités pour mémoire, car ne présentant pas de caractères spécifiquement militaires)

4.2.1.- Les groupes électrogènes

Assembler, pour réaliser de tels matériels, un moteur thermique et une génératrice électrique, ne doit pas, semble-t-il présenter de grandes difficultés. C'est ce qui s'est vérifié pour la réalisation des groupes de soudage à l'arc et des groupes à courant continu destinés à la charge des accumulateurs.

Les difficultés rencontrées sont la conséquence de l'exigence de performances élevées pour les groupes destinés au service en campagne et plus encore pour ceux qui doivent assurer l'alimentation en énergie électrique de systèmes d'armes sensibles à la qualité de cette énergie.

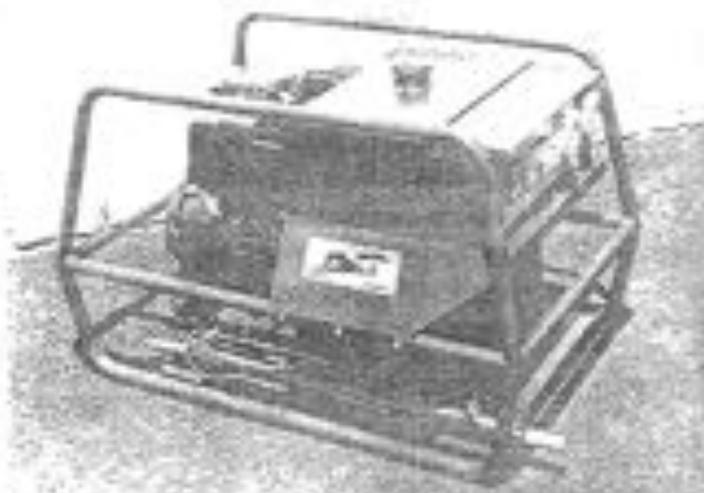
Les progrès obtenus l'ont été dans trois domaines :

- celui des moteurs
- celui de l'énergie produite
- celui de la mise en groupe et du groupe dans son ensemble.

Moteurs thermiques : Les moteurs à essence sont réservés à la gamme de puissance inférieure, jusqu'à 5 à 10 kVA. Les moteurs diesels sont utilisés pour les groupes de moyenne puissance (à partir de 15 kVA) et les turbines à gaz pour les centrales d'énergie de grande puissance (jusqu'à 10 000 kVA. Cette dernière catégorie de matériel n'est citée que pour mémoire).

Dans ces divers cas il a fallu sélectionner et améliorer les matériels qui existaient en recherchant

- la longévité - Cette longévité est indispensable en opérations, alors



UTILISATION

Groupe électrogène portable destiné à alimenter en énergie les équipements à basse tension et systèmes analogues.

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES

Puissance : 3 KVA
 Courant alternatif : 220V mono
 Intensité : 13,6 Amp.
 Fréquence : 50 Hz
 Système moteur et fuel
 Poids et encombrement
 Poids : 30 kg
 Longueur : 0,75 ; largeur : 0,34 ; hauteur : 0,47

Groupe électrogène 3 KVA

qu'on ne peut compter sur le réseau électrique normal et que les groupes doivent pouvoir fonctionner 24 heures par jour, sans défaillance, pendant des périodes souvent longues. La sélection et la mise au point des moteurs se font par des essais codifiés de 5 000 heures. Ces essais ont conduit à des adaptations particulières, telle que celles de rotateurs de soupapes par exemple, pour permettre l'utilisation des carburants à haut indice d'octane (jusqu'à 140) généralisés à cette époque.

- la fiabilité, en obtenant qu'il n'y ait pas d'incident grave dû au matériel au cours de l'essai ci-dessus.
- les conditions de démarrage, à froid en particulier, et de fonctionnement en conditions climatiques extrêmes.
- la régulation, maintien de la vitesse de rotation malgré les variations brusques de charges dans des conditions imposées (écart de vitesse de rotation, donc de fréquence, temps de rétablissement, etc).

S'ajoutent des caractéristiques diverses telles que :

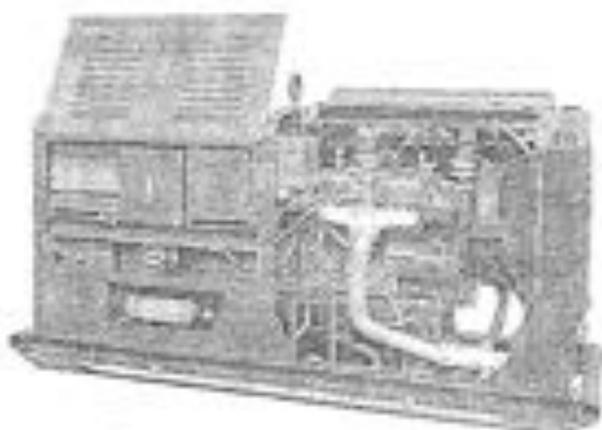
- la réduction de la masse, aussi grande que possible (diesel à grande vitesse)
- la facilité de réparation, d'entretien et de stockage.

L'énergie produite : Sa qualité se caractérise par la constance de la tension, de la fréquence (en alternatif) et par la forme d'onde. Pour l'alimentation des matériels modernes qui mettent en oeuvre des systèmes électroniques performants, il a fallu au moins, égaler la qualité de l'énergie des réseaux civils dans toutes leurs performances et pour certaines applications, exiger plus encore.

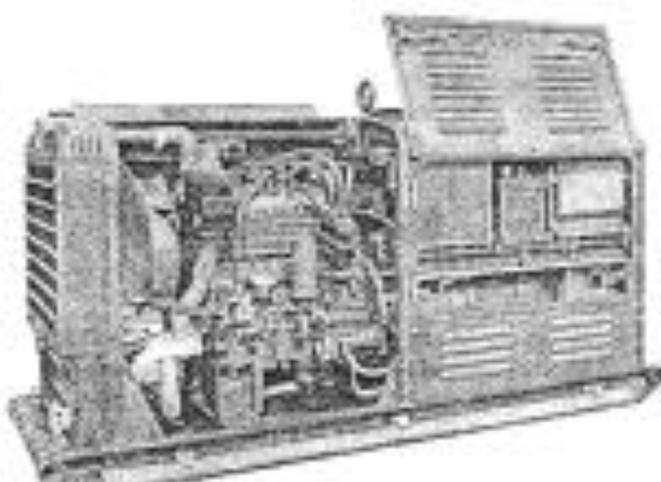
On peut obtenir la permanence du service par la couplage des groupes, par l'emploi de groupes à démarrage instantané, etc.

La mise en groupe

L'architecture réalisée doit assurer la protection des organes vitaux, moteurs, tableaux, régulateurs..., permettre la manutention

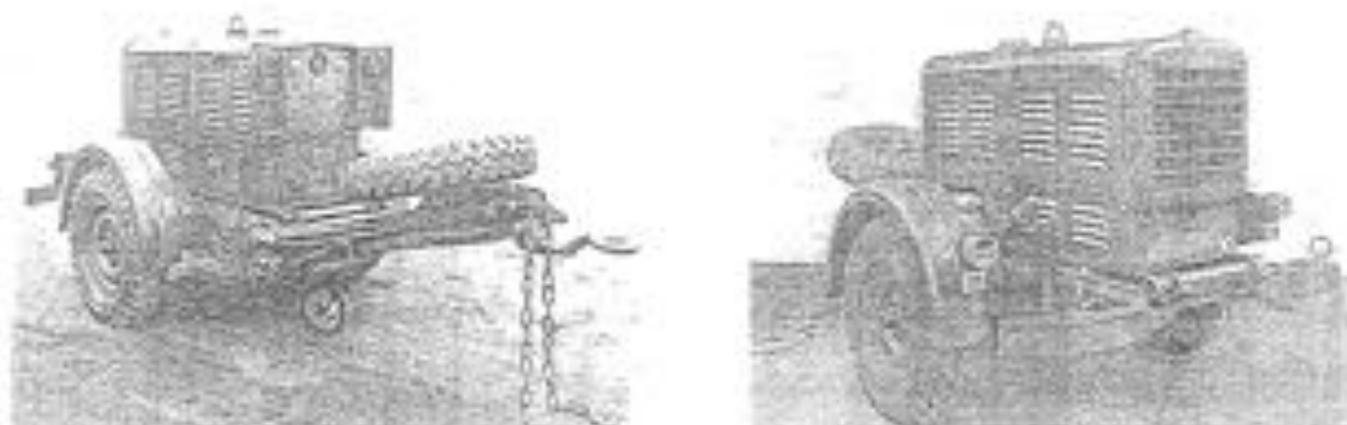


Groupe électrogène 10 KVA sur ski



du groupe ou sa mobilité (groupes sur remorques) et l'accès aux divers organes.

En outre le groupe doit être anti-parasité, relativement insonorisé, et sa construction doit respecter diverses normes.



Groupe électrogène 5 KVA sur remorque - vue $\frac{3}{4}$ avant et $\frac{3}{4}$ arrière.

Les premières demandes de remplacement des matériels américains, après la guerre, ont mis en évidence la multiplicité des types de groupes électrogènes en service. Une normalisation était nécessaire avant le lancement de toute étude générale.

Cette normalisation a porté sur l'établissement de gammes d'appareils standards définis par leur puissance, sur leurs caractéristiques et sur les conditions d'exécution des essais et des mesures.

A partir de 1957 les groupes normalisés suivants étaient présentés pour homologation,

500 W et 1000 W, courant continu, groupe de soudage 320 A

groupes de 2,5 KVA, 5 KVA, 10 KVA, 15 KVA, 25 KVA, 35 KVA.

45 KVA et 65/70 KVA en courant alternatif, triphasés à partir de 15 KVA.

En outre un groupe spécial 45 KVA 400 Hz a été mis au point en 1962 pour le système d'armes HAWK.

L'étude de groupes électrogènes avec l'amélioration de leurs caractéristiques, de leur qualité et de leur longévité a été le fruit d'une étroite coopération entre les constructeurs et les services étatiques (service technique de la D.E.F.A. puis D.T.A.T. et ETAS en particulier). Ils sont à l'origine du concept d'essais normalisés développé par l'ETAS pour divers matériels afin d'éliminer les jugements subjectifs en suivant des procédures rigoureuses.

Entre 1950 et 1975 c'est environ 10 000 groupes électrogènes qui ont été réalisés pour l'équipement des forces armées françaises.

4.2.2 - Le compresseur 6 000 l/mn sur châssis Berliet GBC 8 KT

Durant la seconde guerre mondiale les troupes du Génie ont utilisé des groupes compresseurs d'air sur remorque ou sur châssis de camion, le plus marquant ayant été le compresseur Le ROI sur châssis de GMC.



Compresseur Spiros 6000 l/mn sur châssis Berliet GBC8

Un compresseur d'air est essentiellement un générateur d'air comprimé entraîné par un moteur, de type thermique pour les installations mobiles, qui alimente par des tuyauteries divers outils de terrassement ou de travail du bois tels que les marteaux-piqueurs, les perforateurs de sol, les scies et tarières. L'installation d'un compresseur d'air est complétée par l'interposition entre le générateur d'air comprimé et les récepteurs de réservoirs d'air qui régularisent la pression ; le tout est complété par des appareillages de contrôle et de sécurité.

L'utilisation de l'air comprimé dans les conditions rappelées ci-dessus comporte un certain nombre d'inconvénients. Au rendement énergétique bas on peut ajouter la servitude que représente l'emploi de canalisations souples encombrantes et vulnérables, la tendance à la formation de givre par basse température provoqué par la détente de l'air dans les outils, la diminution de la puissance avec la montée en altitude. Pour ces diverses raisons les outils électriques ont pu sembler un moment pouvoir être un bon substitut aux outils pneumatiques. La tentative n'a pas débouché. L'énergie électrique s'est révélée inadaptée à l'entraînement des outils à mouvement alternatif tels que les marteaux-piqueurs ou à mouvement combiné alternatif et rotatif tels que les perforateurs. Elle peut convenir aux appareils rotatifs, mais ceux-ci, essentiellement voués au travail du bois n'ont plus une place marquante depuis l'abandon des ponts de charpente et circonstance. Au total l'air comprimé n'a pas vu sa position dominante entamée après cette confrontation avec l'électricité.

Outre quelques acquisitions de matériels commerciaux sur remorque, il reste dans cette catégorie de matériel deux réalisations spécifiques pour l'Armée de terre, adaptées l'une et l'autre à des châssis de camions : le compresseur 3 000 l/mn sur châssis SIMCA et surtout le compresseur 6 000 l/mn sur châssis BERLIET GBC 8 LT.

Ce dernier matériel présente l'intérêt de bénéficier de la bonne mobilité du châssis 6 x 6 standard. Il met en oeuvre un groupe compresseur puissant de 6 000 l/mn de

débit d'air à 7 bars, entraîné par un moteur DIESELAIR à refroidissement par air. Le compresseur d'air est du type alternatif à piston, système préféré à une proposition concurrente "à palettes" jugée moins robuste.

Le châssis supportant le groupe est pourvu de coffres pour le rangement des outils, il est fixé sur le camion par un montage élastique.

Ce matériel efficace et bien équilibré a été adopté et fabriqué en série vers les années 1955.

4.3 - LA GUERRE D'ALGERIE - LES BARRAGES

A vrai dire, la DEFA intervint peu directement dans ce qu'il est convenu d'appeler la guerre d'Algérie, autrement qu'en sa qualité d'agence d'approvisionnement des matériels de combat terrestre.

Néanmoins, il y a lieu de noter qu'en sa qualité de chef du "Bureau Technique", chargé de mettre sur pied la future DMA (Délégation Ministérielle pour l'Armement), le Général Lavaud décida de créer, fûté 1959, un organisme dit Commission Technique d'Etude des Barrages en Algérie (CTEB) comprenant un ingénieur du Génie Maritime, un ingénieur de l'Air, un ingénieur des Poudres, un ingénieur des Fabrications d'Armement et un ingénieur du Bureau Technique.

La mission de la CTEB était d'étudier dans un premier temps, sur place, les barrages côté tunisien et côté marocain afin de proposer naturellement, au plus vite, toutes actions susceptibles de les valoriser.

4.3.1 - Situation fin 1959

Il s'agissait d'interdire le passage en Algérie de personnels hostiles et de moyens matériels destinés à renforcer l'armée algérienne dite "de Libération Nationale".

Cette fermeture de frontières avait pour but de contrôler, avec des effectifs réduits, deux zones accidentées de plusieurs centaines de kilomètres comprise entre le Sahara et la Méditerranée côté marocain et côté tunisien.

En fait, le gros de l'effort fut consenti dans un premier temps côté tunisien plus propice, du fait de sa situation géographique, aux infiltrations venues du monde arabe, sans passer par la mer (ligne Morice).

Fin 1959, le barrage tunisien, sensiblement parallèle à la voie ferrée Bône-Tebessa a été mis en place.

Il s'agissait d'un barrage électrifié maintenu dans sa partie active à une tension de 5 000 volts (double haie encagée par deux éléments de réseau barbelé).

Dans la zone nord, plus vulnérable, plusieurs bretelles ont été construites. Pour passer de Tunisie en Algérie il fallait en franchir deux et parfois trois.

Deux critères de base sont à retenir :

- l'interdiction matérielle de franchir, est une utopie si l'obstacle n'est pas battu par le feu ;
- la localisation du défaut permet aux unités placées dans les postes distants de quelques kilomètres d'intervenir à coup sûr le plus rapidement possible.

FIGURES

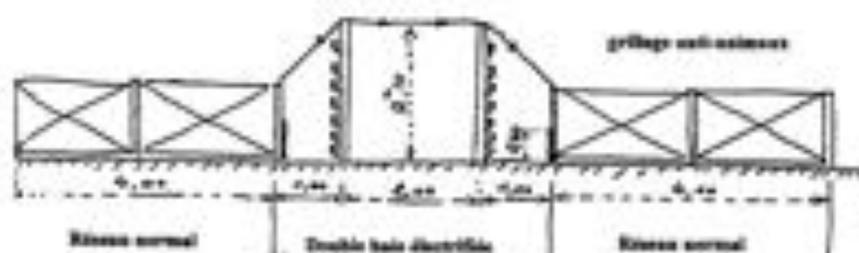


Figure 1 - Coupe du barrage décrit de la ligne MORICE

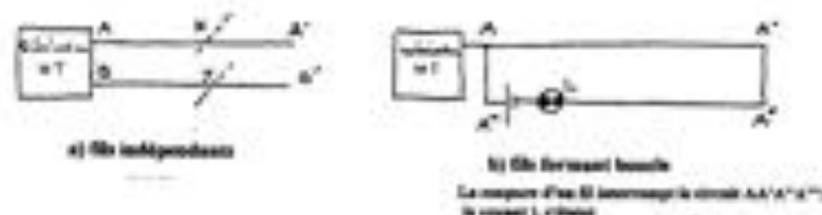


Figure 2 - Détection des coupures de fil

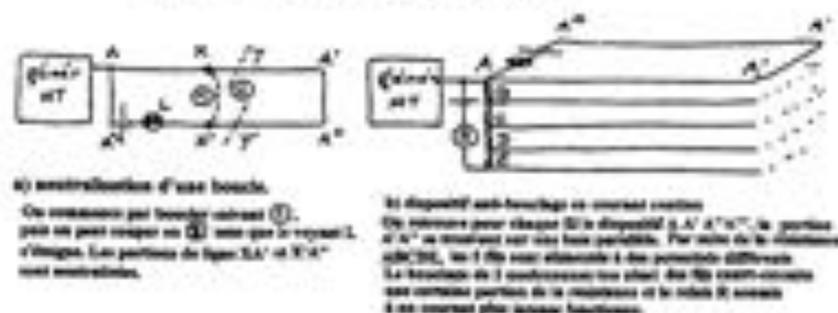


Figure 3 - Détection des bouchages

Le Commandement du Génie en Afrique du Nord, avec le soutien de la Section Technique de l'Armée, a fait étudier et mettre en place ce réseau sans intervention de la DEFA.

Plusieurs systèmes concurrents et plus ou moins performants ont été installés (le Cerbère, LMT, etc.).

Les résultats furent assez satisfaisants dans la mesure où il s'agissait de gêner et de retarder les passages ; c'était le seul objectif sensé qui pouvait être atteint, l'imperméabilité étant un objectif tout à fait utopique.

Sur la frontière du Maroc, plus vaste, plus tourmentée, un peu moins sensible, les moyens pour consentir le même effort n'étaient pas disponibles, il a fallu se limiter à la

mise en place de postes dits "radars-canon" et de zones minées aussi dangereuses pour nos troupes que pour l'adversaire (mines APID de faible densité, emportées par les pluies heureusement rares). L'efficacité des postes radar-canon fut bien sûr relative. Il s'agissait de détecter et localiser les mobiles se déplaçant en zone interdite et d'exécuter un tir d'artillerie concomitant. Mais il s'avéra difficile de distinguer le volume des mobiles (chacal ou homme...). De plus, l'utilisation d'un simple poste radio à transistors sensible au balayage radar (le sonotone est plus performant) permettait aux rebelles de se déplacer dans les zones défilées. De la mer à Bechar, l'effet de dissuasion fut réel mais limité.

4.3.2.- Travaux de la Commission

La CTEB n'apporta pas, à chaud, de miracle mais proposa d'engager un certain nombre d'actions de fond de manière à poursuivre, améliorer et amplifier ce qui avait déjà été fait en liaison étroite avec les utilisateurs.

La proposition de la Commission la plus concrète fut en définitive de préconiser la création d'un Centre Technique d'Etude des Barrages destiné à expérimenter au plus près de l'une des zones sensibles, tous les résultats concrets des études menées. Ce Centre fut mis en place à Marnia entre Tiemcen et Oudjda, à quelques kilomètres de la frontière du Maroc.

Mais le temps passant, au plan militaire, la "guerre" était à peu près terminée. Relancée par le "discours du 16 septembre" l'affaire algérienne se traitait essentiellement sur le plan politique jusqu'aux accords d'Evian et les travaux de la Commission en restèrent là.

Il est toutefois important de noter le volume des matériels d'organisation du terrain fabriqués ou commandés pour cette période, 1954-1962.

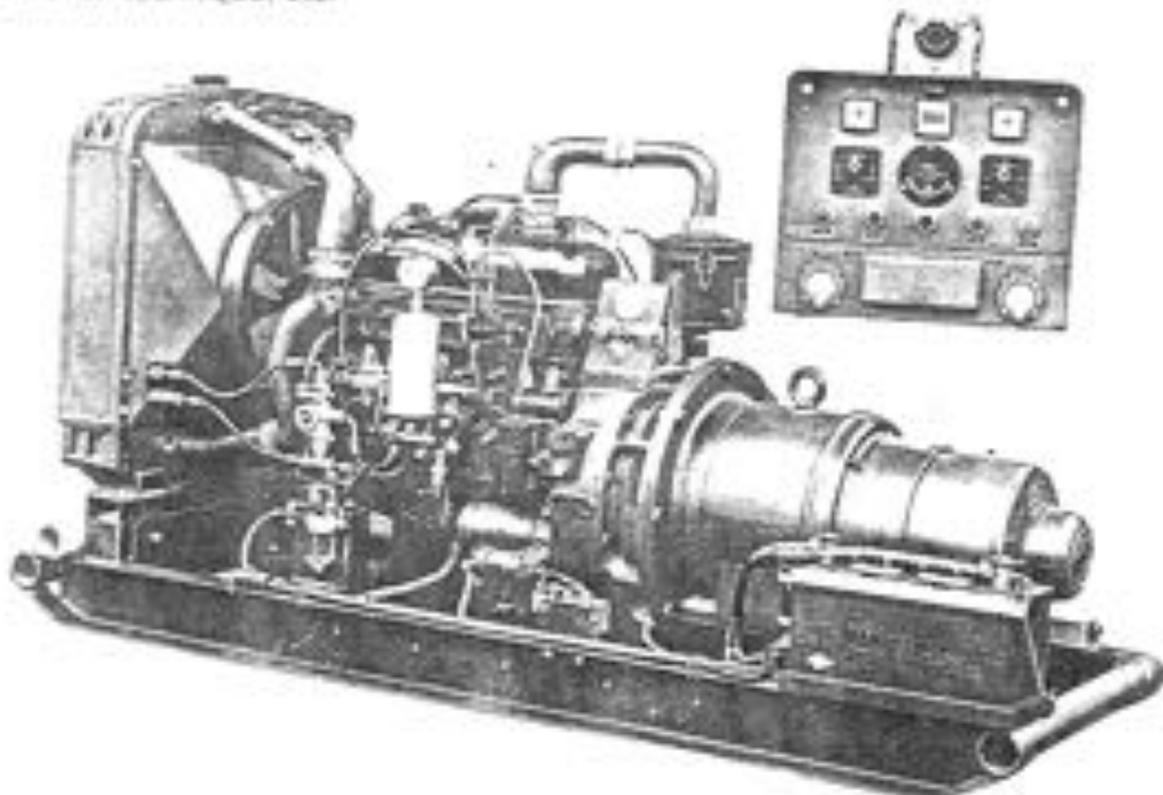
	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962
Rance artificielle (tonnes)	30 550	36 250		1 700	19 450	48 300	25 900	48 500	25900	11200
Riband (éléments)	216 000	273 000	10 400	38 000	338 700	988 000	1 026 000	448 000	434 000	112500
Concertina						38 000	74 000	128 000	158 000	169000
Piquets réseaux	2 026 000	5 007 000	134 000	67 000	4 390 000	9 744 000	11 173 000	6 804 000	2 887 000	12 070 000

Par ailleurs, l'acquis technique laisse à penser que l'obstacle électrifié peut encore avoir un rôle à jouer : considéré en lui-même le barrage électrifié est fragile, difficile à camoufler, facile à neutraliser et à saboter.

L'expérience de la frontière algéro-tunisienne montre cependant que même sur une grande longueur, il est difficile à franchir par des fantassins et que son effet moral peut être considérable. La ligne Morice a en effet contribué dans une large mesure à asphyxier le recrutement et la logistique des forces adverses. Mais elle n'a pu jouer son rôle qu'en face d'un adversaire aux moyens limités.

La liste non-exhaustive ci-après, énumère des procédés de valorisation trouvés par la Commission, ou dont l'idée a été recueillie par celle-ci : éclairage visible conti-

nu - éclairage visible discontinu - éclairage infra-rouge continu - mur d'écoute - réflecteur parabolique d'écoute - radar portatif dérivé du DR AX4 - radar filaire - diglycolate de diméthyl - nouveaux groupes électrogènes - enregistrement des incidents - dispositifs réflecteurs - barrage infra-rouge CTEB - détecteur CSF transistorisé - haie électrique profonde - détection sismique - pièges électriques - alimentation à courant continu - alimentation en courant triphasé - fausses mines - ancrage des mines APiD - retard pour mines - emploi du LTT sous tension - mines éclairantes de longue durée - détecteurs de radars - prédétection par mines éclairantes sur l'AV du barrage - télécommande des mines - contacteurs à inertie - utilisation des dispositifs de conduite infra-rouge - études des structures - études de rentabilité - inventaire des coûts - centralisation technique, etc.



Groupe "Barrages" A.M.A.N. 11kVA 220/380V.

à moteur PEUGEOT 403 "mélange pauvre"
et alternateur LEROY sans contacts glissants
avec tableau de contrôle séparé.

4.4 - MOBILITE, VIABILITE ET TRAFICABILITE DES SOLS

La conception actuelle du combat repose sur une grande mobilité des moyens qui doit permettre des concentrations et des dispersions rapides des unités.

Pris dans son sens général le terme mobilité se définit comme la capacité à se mouvoir.

Pour les véhicules terrestres la mobilité sera l'aptitude de ceux-ci à se déplacer de façon autonome. L'observation la plus banale montre qu'on ne peut parler que de mobilité relative. Les propriétés du terrain sur lequel se fait le déplacement interviennent pour limiter les performances des véhicules.

Une voiture automobile capable d'une vitesse V sur bonne route, n'atteindra qu'une fraction de V sur une route grossièrement pavée et même se trouvera immobilisée en cas de verglas ou dans un champ labouré.

La mobilité sera donc la résultante des différents paramètres qui caractérisent le système sol-véhicule. Toute étude, toute action visant à définir ou à améliorer les possibilités hors-routes des véhicules devra donc porter sur l'une et sur l'autre des deux composantes de ce système.

Au cours des travaux de recherche effectués sur ces composantes on a été amené à adopter la terminologie suivante, propre au sujet :

La **mobilité d'un véhicule** est l'aptitude de ce véhicule à se déplacer sur un terrain ou des terrains donnés. On aura ainsi, par exemple :

- la mobilité sur route
- la mobilité tous-chemins
- la mobilité hors-route,...

La **viabilité d'un terrain** est l'aptitude de ce terrain à admettre le passage de véhicules ou l'implantation d'installations. Pour la circulation des véhicules cette notion se complète par celle de **traficabilité**, aptitude du terrain à supporter le passage répété d'un même véhicule (ou d'un convoi), dans les mêmes traces (en pratique 50 passages successifs).

La mobilité des véhicules

Un véhicule en déplacement est, pour l'essentiel, confronté vis à vis de la surface qu'il parcourt à des difficultés de deux catégories. La première se rapporte aux formes géométriques de cette surface, telles que la pente, le dévers, les obstacles divers; la seconde tient à la nature, à la consistance et à l'équilibre de cette surface : sols durs, mous, instables ou incohérents.

Vers 1950, il était généralement admis qu'en déplacement en terrain varié, le véhicule chenillé avait une supériorité écrasante et définitive sur le véhicule à roues. Certains producteurs de pneumatiques, notamment en France, ont estimé qu'une telle situation ne devait pas se perpétuer. Par une étude approfondie de l'action d'une roue sur le sol, ils ont pu obtenir une évolution favorable des caractéristiques du pneumatique destiné aux terrains variés.

Le diamètre de la jante, la section du pneumatique, la pression de gonflage, la sculptures des flancs, les sculptures de la bande de roulement ont une influence importante sur les phénomènes de poinçonnement du sol et donc sur l'enfoncement de la roue et sur l'effort propulsif qu'elle peut transmettre.

Le pneumatique basse pression -celle-ci peut être abaissée jusqu'à 1 bar environ- a été mis au point et a commencé à équiper, en remplacement de la chenille, de nombreuses catégories de véhicules, en particulier dans les domaines de l'agriculture et du génie civil.

Sans doute la chenille, solution onéreuse, reste irremplaçable dans des cas extrêmes tels que l'équipement des véhicules de combat lourds : elle a cédé cependant nombre de ses positions au bénéfice du pneumatique qui, lui, permet de circuler sur routes sans restriction.

D'autres organes d'un véhicule ont également une grande influence sur l'aptitude à l'évolution en terrain varié. Il en est ainsi des suspensions qui, maintenant pour certaines, vont devenir actives grâce à des commandes automatisées. Les transmissions, elles non plus, ne sont pas neutres vis à vis du sol. Les transmissions hydrostatiques par exemple confèrent une progressivité plus grande à l'effort de propulsion. C'est leur emploi qui a permis d'obtenir l'effort moteur nécessaire à l'efficacité de l'outil des excavateurs de tranchées et à la précision des déplacements du poseur de mines de la société Matenin, dotés par ailleurs de pneumatiques basse-pression.

Les accidents du terrain peuvent contrarier l'application simultanée au sol de toutes les roues motrices du véhicule. Cet inconvénient est couramment surmonté par l'emploi de blocages de différentiels introduits dans les transmissions et par une architecture mieux adaptée (garde au sol et possibilités de débattement des essieux, angles d'attaque et de fuite). Une solution radicale pour obtenir un contact permanent des roues consiste à permettre une déformation importante du châssis divisé en plusieurs compartiments reliés par des articulations à deux degrés de liberté (cas du matériel polyvalent du Génie M.P.G. par exemple).

L'amélioration de la mobilité est devenue la préoccupation essentielle dans la conception et l'étude de tout véhicule. Elle est réalisée par différentes voies dont les plus marquantes, souplesse de la transmission et adhérence totale, pression au sol réduite, qualité de la suspension et géométrie du véhicule, ont été évoquées ci-dessus. Il faut y ajouter l'augmentation de la puissance massique -les chars de combat ont vu, depuis 1945, celle-ci passer de 10 à 25 ou 30 chevaux/tonnes-. C'est un élément essentiel de l'aisance d'un véhicule à se mouvoir ou à travailler (matériels du Génie civil ou militaire) dans des conditions difficiles.

La solution la plus extrême, envisagée pour se déplacer sur un sol très peu porteur, a conduit à la suppression de tout contact direct avec celui-ci. L'engin dit à effet de sol a concrétisé ce concept. Il s'agit d'un véhicule ceinturé par une jupe souple qui, par l'effet d'une génération d'air à basse pression, se gonfle. Le véhicule se soulève alors et se maintient au-dessus du sol en une sorte de lévitation. La basse pression de l'air insufflé rend acceptables les fuites qui se produisent entre le bas de la jupe et le sol. Dans l'absolu un tel dispositif, capable de fonctionner sur le sol et sur l'eau, semble être la véritable panacée pour aborder des terrains très peu porteurs ou inconsistants. Au cours des années 60 plusieurs maquettes fonctionnelles d'engin à effet de sol ont été construites pour étudier leur adaptation à une utilisation militaire. Au cours des expérimentations menées par l'ETAS sur une maquette grandeur nature réalisée par la société BERTIN, il est apparu que ce type de véhicule souffrait de graves handicaps. Tout d'abord il est nécessairement encombrant s'il doit transporter une charge importante : il suffit de rapporter la masse totale à la pression unitaire de l'air insufflé pour s'en convaincre. Sa propulsion, en général au moyen d'hélices aériennes, impose, s'ajoutant à la génération de l'air de sustentation, une puissance installée importante. Du point de vue de la discrétion, il a été observé que l'engin se déplace, suivant le cas, dans un nuage de poussière ou de gouttelettes d'eau. Enfin, parfaitement à l'aise sur

un sol plan, il se trouve rapidement en difficulté dans le franchissement d'une marche de quelques dm ou celui d'un obstacle même très léger situé en travers de sa route. Une pente même faible le ralentit ou l'arrête. Tous ces inconvénients rendent ce type d'engin impropre à l'utilisation militaire, sauf pour des transports sur l'eau, ou pour des débarquements. En mer ses dimensions doivent être suffisantes pour lutter contre la houle.

La viabilité et la traficabilité du terrain :

La viabilité qui caractérise l'aptitude du terrain à permettre le passage de véhicules est fonction de sa géométrie superficielle (rocs, marches, fossés, végétation, obstacles naturels ou artificiels divers) et de sa compatibilité avec certaines des caractéristiques du véhicule considéré (garde au sol, angle d'attaque ou de fuite...); elle dépend également des qualités de portance et d'adhérence du sol.

Des recherches ont donc été entreprises en vue d'étudier ces derniers phénomènes, en particulier dans leurs aspect dynamiques, afin :

- a - d'établir la liste des facteurs qui peuvent caractériser le comportement des sols,
- b - de mettre au point un système simple, pratique et opérationnel de mesures et d'exploitation des résultats,
- c - d'établir un catalogue des terrains praticables (viables),
- e - de rechercher des moyens d'estimation par télémessure,
- f - de rechercher des moyens pratiques d'améliorer ou de modifier la qualité des sols.

Pour les points (a à e) des études systématiques ont été entreprises très tôt après la fin de la deuxième guerre mondiale et les premières publications sérieuses datent de 1956. Au bout d'une dizaine d'années et pour faciliter les échanges d'informations fut créée la "Société Internationale des Techniques de Liaison entre Véhicule et Terrain" (International Society for Terrain-Vehicle Systems) dont la France fit partie comme membre fondateur.

Au cours de cette même décennie il a été réalisé à l'ETAS en liaison avec la station britannique d'expérimentation de CHRISTCHURCH (Royaume Uni) des fosses remplies de sols "types" pour y évaluer le comportement des éléments moteurs, chenilles ou pneumatiques, des véhicules et en particulier leur enfoncement, l'effort au crochet et le glissement obtenus. Les techniques et instrumentations de mesure ont été alors mises au point.

Pour l'étude des systèmes sol-véhicule deux voies d'approche ont dès le départ été utilisées :

- L'analyse théorique avec mesure des paramètres d'un sol supposé homogène et l'emploi d'hypothèses simplificatrices pour obtenir une "image" du

véhicule considéré (existant ou projeté) et prévoir ainsi ses performances sur le type de terrain donné.

- La recherche d'un moyen pratique pour savoir si on peut engager un véhicule, ou un convoi de 50 véhicules donnés, sur le terrain qui se présente, sans trop de risques d'enlèvement.

La solution pratique cherchée a été apportée par la méthode de VICSKBURG :

Celle-ci repose sur la détermination empirique d'un indice de "traficabilité" qui caractérise l'aptitude du sol à supporter 50 passages consécutifs d'un véhicule d'indice de mobilité donné.



Carte de traficabilité

On utilise pour cela un petit appareil, le pénétromètre, qui mesure pour diverses profondeurs, l'effort d'enfoncement d'une pointe in situ correspondant à un passage simple. Cette mesure est complétée par la détermination d'un coefficient multiplicateur mesuré sur un échantillon du sol traité pour les passages répétés.

Une formule mathématique simple permet par ailleurs d'établir l'indice de mobilité d'un véhicule déterminé.

Le rapprochement des valeurs obtenues de ces deux indices amène à prédire avec un degré de fiabilité intéressant, la possibilité ou l'impossibilité de l'accès de ce véhicule déterminé, (ou d'un convoi de 50 de ces véhicules) sur le sol rencontré.

Ces méthodes empiriques ont conduit à l'établissement de cartes de traficabilité surtout précieuses pour les abords des zones de franchissement de plans d'eau. De telles cartes peuvent être établies par mesure au pénétromètre pour des zones accessibles.

Mais la nécessité d'avoir, dans le cadre militaire, une information rapide et relativement bonne sur la traficabilité des terrains dans les zones inaccessibles amena à la recherche des moyens d'analyses du sol à distance par l'emploi de la photographie aérienne, de sondes électromagnétiques, de spectromètres à explosion etc....

Dans le domaine de la modification de la qualité des sols de nombreuses recherches, études ou procédés ont eu pour objet d'en améliorer la viabilité et la traficabilité.

On peut citer d'abord tous les procédés qui relèvent de près ou de loin des techniques de stabilisation (drainage, empierrement, stabilisation par apport de liants et compactage, etc...). Issus des connaissances apportées par la mécanique des sols, ils sont appliqués dans les travaux de construction de voies de communication permanentes, ils réclament des délais et d'importants transports de matériaux ce qui les prive d'un caractère opérationnel pour une unité au combat. On a donc cherché des procédés permettant de réduire les délais et tonnages.

Des essais pour réaliser des croûtes solides par malaxage de divers produits stabilisants avec la couche superficielle du sol et compactage ont été effectués à l'ETAS vers 1965.

Il a été envisagé pour circuler sur des sols saturés d'eau de recourir à un procédé de durcissement par le gel. Des essais ont été pratiqués avec l'azote liquide. Le bilan énergétique établi à cette occasion a ruiné tout espoir de développement de cette méthode.

En présence d'un sol insuffisamment porteur et pour une surface limitée, il vient assez naturellement à l'esprit que le procédé le plus simple, et immédiat dans ses effets, doit être l'application à sa surface d'un matériau rigide dont l'action consisterait à répartir et à diffuser dans le sol les efforts locaux engendrés par le passage de véhicules. De nombreuses réalisations pratiques procèdent de cette idée, elles ont pris la forme de plaques métalliques, de tapis formés de mailles en fil d'acier, posés et assemblés pour constituer localement une piste de 50 ou 100 m de long.

Ce procédé n'est pas exempt de difficultés. Il faut prévoir des matériels de recouvrement plus ou moins résistants suivant la classe des véhicules à supporter, même les plus légers conduisent rapidement au transport de fardeaux lourds et encombrants. Ces tapis et plaques doivent être assemblés entre eux, et ancrés au sol. Ils acceptent difficilement les virages, et enfin le passage répété des véhicules entraîne plus ou moins rapidement la formation d'ornières.

Suivant la même inspiration, il a été également imaginé de remplacer les plaques et tapis par une structure gonflable, une sorte de flotteur pneumatique terrestre ; les défauts relevés pour les plaques se sont retrouvés, avec amplification du creusement des ornières.

Devant les déboires rencontrés dans ces diverses tentatives, les services concernés de France et de République Fédérale d'Allemagne ont décidé de coopérer pour définir et fabriquer en commun un matériel propre à faciliter l'accès aux terrains difficiles, dénommé Moyen d'Amélioration de la Traficabilité des Sols (MATS). Le cahier des charges établi a précisé les dimensions des zones de terrain à traiter dans des délais fixés, il a défini également les terrains en termes d'indice de traficabilité, les véhicules par les classes OTAN et a précisé le nombre de passages requis. Les zones justiciables de ce MATS sont essentiellement les accès aux points de franchissement et les aires de stockage. Une recherche de solutions originales, sous la forme de concours sur projets a été effectuée dans l'industrie des deux pays. Par la suite, après sélection, l'étude et la réalisation des prototypes ont porté sur deux formules de tapis.

L'une légère, d'origine française, retenait une structure de fils d'acier noyée dans une nappe bitumineuse, l'autre allemande, plus lourde était composée de modules de base de forme hexagonale, en alliage léger, assemblés par trois de leurs côtés. La première, la moins coûteuse, pouvait être considéré comme consommable, tandis qu'une réutilisation était envisageable pour la seconde. Dans les deux cas le tapis était composé de panneaux repliables en accordéon, de façon, pour satisfaire aux délais de mise en oeuvre imposés, à permettre sa mise en place automatisée à l'aide d'un engin poseur. A la fin des expérimentations il a finalement été décidé que le tapis français n'offrait pas une résistance suffisante et ne pouvait pas être retenu. Seul a donc été conservé le tapis allemand.

A l'opposé des tentatives faites pour améliorer la viabilité des terrains il faut citer quelques essais effectués pour en rendre des portions d'itinéraires impraticables autrement que par l'emploi de mines ou d'explosifs ou la réalisation mécanique d'obstacles.

On peut citer des essais d'agents chimiques glissants qui rendent l'adhérence des chaussées à peu près nulle, ceux d'agents immobilisants qui, par le moyen de barrages de mousse, étouffent les moteurs ou augmentent la résistance à l'avancement.

Ces divers essais ont été effectués par l'ETAS à partir de 1955

4.5 - DECEPTION - SIMULATION - CAMOUFLAGE

Au cours des affrontements de l'histoire humaine, les adversaires ont de façon permanente cherché à feindre en déguisant leurs intentions ou en rendant difficile ou incertaine l'évaluation de leurs moyens.

De nos jours l'action positive de tromperie de l'adversaire est désignée dans le vocabulaire militaire par le terme général de déception ; il s'ensuit que la qualité de la duperie réalisée par les moyens mis en oeuvre dépend directement de leur plus ou moins grande valeur déceptive.

De façon assez naturelle, il se conçoit que la mystification - la déception - de l'adversaire peut être réalisée soit en rendant observable ce qui n'existe pas, soit en rendant inapparent ce qui existe : dans le premier cas il s'agit - toujours suivant la terminologie utilisée - de simulation, dans le second cas de camouflage.

Il convient ici de fixer les limites de l'objet de ce chapitre qui exclut en particulier le domaine des ondes électromagnétiques - on parlera là de guerre électronique - et se cantonne aux observations et repérages effectués par l'intermédiaire des rayonnements du spectre visible et infrarouge.

La simulation, comme il a été indiqué ci-dessus, s'applique à l'ensemble des moyens et organisations qui, tout en étant factices, sont conçus et constitués pour sembler réels à l'adversaire. Il peut s'agir aussi bien de travaux de positions préparées sur le terrain que de représentations de matériels, appelés leurnes. Le degré de réalisme de ces pseudo-matériels peut-être poussé très loin puisque en dehors de leurs formes exactement reproduites, ils offrent une apparence véritable dans le pouvoir réfléchissant des différents rayonnements. Ces différents artifices ont été utilisés au cours de la seconde guerre mondiale mais n'ont pas eu d'application significative dans les opérations outre-mer que notre pays a eu à soutenir par la suite.

Le camouflage vise, comme on l'a dit ci-dessus la dissimulation et s'efforce d'une façon générale de fondre dans l'environnement les moyens militaires déployés. A cet effet les peintures, outre leur rôle de protection de surface des matériaux, peuvent conférer aux matériels une capacité de mimétisme appréciable par la gamme de couleur judicieusement choisie et par des capacités réfléchissantes intéressantes. C'est ainsi que, depuis la fin du dernier conflit ont été définis, le vert armée mat et le vert IR OTAN.

Le camouflage a eu également recours aux émissions de fumée. Il est efficace pour certaines opérations, telles que les franchissements, de gêner l'observation et la riposte l'adversaire en interposant temporairement un nuage de fumée. Différents matériels spécialisés dans cette fonction ont été conçus : de taille variable, ils peuvent se réduire au pot fumigène du véhicule blindé qui, placé dans des conditions de combat inégal, peut opportunément s'esquiver en profitant d'un rideau de fumée.

Cependant, quel que soit l'intérêt des moyens qui viennent d'être rappelés, l'équipement qui fait l'objet d'efforts continus et importants d'étude et de réalisation est le filet de camouflage. Celui-ci, en dépit des apparences qui inclinent à penser qu'il s'agit d'un matériel simple et par conséquent facile à définir et à produire, a toujours posé des problèmes délicats à traiter. La difficulté tient sans doute au fait que l'utilité du filet de camouflage n'apparaît pas évidente a priori. Un grand nombre d'utilisateurs, sans doute insuffisamment sensibilisés à l'importance du camouflage, a tendance à considérer le filet comme un équipement quelque peu superfétatoire. Si de plus il se trouve être encombrant, lourd, mal aisé de mise en oeuvre, il devient facilement un accessoire voué au dédain... sinon au rebut. Pour être "accepté" il doit donc posséder des caractéristiques de masse, d'encombrement, de commodité et bien sûr d'efficacité souvent contradictoires qui obligent à la recherche de compromis difficiles à déterminer.

A la fin de la deuxième guerre mondiale l'équipement des armées alliées était presque uniquement composé de filets de camouflage à petites mailles dits filets

"crevette". Ils ont été abandonnés après une tentative de fabrication infructueuse en 1954. En 1956 les filets type "pêche" à grandes mailles n'auront pas un aboutissement industriel plus heureux : l'industrie française n'a pas la possibilité de les reproduire suivant les normes U.S.

En 1960 il est procédé à une expérimentation comparative de filets pêche d'origine US en fibres naturelles et garnis de bandes d'étoffe en jute avec des filets allemands et suédois en matières synthétiques. Considéré sous l'unique critère de l'efficacité du camouflage, le filet US n'est guère inférieur aux deux autres, mais le fait d'être constitué de fibres naturelles le pénalise lourdement sur trois points déterminants : une masse supérieure pour une solidité moindre, un alourdissement important à l'humidité, une sensibilité plus marquée aux divers agents de dégradation. En outre le délicat problème du garnissage qui réclame délais et personnel nombreux achève de le déclasser comparativement.

Le filet allemand a un support constitué de mailles carrées de 5 cm de côté confectionnées à partir d'un cordonnnet de perlon de 18 à 25 kg de résistance, il est bordé d'un cordeau en perlon de 100 kg de résistance. Le garnissage se compose de feuilles de tissu perlon enduites de résines synthétiques et découpées en écailles pour donner du relief et imiter le feuillage. Ces feuilles de $\frac{1}{4}$ de m² sont agrafées sur le support avec des clips.

Le filet suédois BARRACUDA a un support à mailles carrées de 85 mm de côté en cordeau nylon revêtu de chlorure de polyvinyle. Le garnissage se compose de feuilles de chlorure de polyvinyle découpées en écailles et soudées sur le support à la sortie du bain d'imprégnation.

Les avantages et inconvénients respectifs des produits allemands et suédois portent sur une coloration meilleure pour le second, alors que le premier tout en présentant un bon découpage des écailles n'a pas une opacité suffisante. Solidité et durée d'utilisation étant équivalents, ces deux filets sont d'excellente qualité, le modèle suédois dispose cependant d'un léger avantage d'ensemble.

En juillet 1962, l'Etat-major prononce l'adoption des filets de type suédois qui ont été expérimentés sous l'appellation de "filets de camouflage synthétique garni modèle 1962, réversible printemps, automne pour véhicules". Cette décision prend en compte deux circonstances particulières.

- l'existence d'une filiale française de la société suédoise BARRACUDA peut réduire les sorties de devises.
- la décision d'adoption ne se réfère pas à une marque, ce qui permet éventuellement l'achat de produits équivalents auprès d'autres fournisseurs, sous réserve du respect de l'interchangeabilité à l'emploi.

En 1963 le programme des conditions techniques auxquelles doivent répondre les filets de camouflage du type "pêche garni" est défini. Ceux-ci sont constitués essentiellement d'un support sur lequel est fixée la garniture.

- le support est une nappe rectangulaire de filet pêche à mailles carrées de 50 à 100 mm de côté. Bordé par un cordeau, sa couleur est gris-vert neutre.

- la garniture se compose de feuillets comportant de nombreux découpages en demi-lunes et écailles pour assurer une texture et un relief imitant la végétation.
- la fixation de la garniture sur le support peut recourir à tout procédé permettant de résister aux manipulations et accrochages et de ne pas diminuer la résistance de la garniture.
- cinq couleurs de base sont utilisées : vert-pré, vert-olive, vert-foncé, vert-forêt, brun-terre. Chaque filet comporte un habillage réalisé avec trois des cinq couleurs. Ces colorations seront différentes pour chaque face, par exemple "printemps-été" pour l'une et "automne-hiver" pour l'autre. Le choix des matières premières et des traitements reste libre : ils ne doivent occasionner ni irritation de la peau ni dommages à la santé.
- les filets doivent satisfaire à certaines conditions telles que dimensionnelles, massiques, de résistance à la rupture, de solidité au froid à la chaleur, d'inflammabilité, d'imputrescibilité, d'absorption d'eau, de vieillissement accéléré, de solidité des couleurs.
- enfin ils doivent présenter certaines caractéristiques colorimétriques et photométriques telles que le coefficient trichromatique, le brillant spéculaire et la réflectance infra-rouge leur permettant de se fondre de façon satisfaisante dans l'environnement.

En 1966-1967 les utilisateurs de filets de camouflage type 1962 font part de leur doléances touchant la tenue au froid des filets qui présentent :

- une difficulté de mise en oeuvre à des températures inférieures à 0°C.
- • un durcissement et des déchirures de la garniture dans les mêmes conditions.

Pour prendre l'exacte mesure de ces inconvénients une expérimentation est décidée au cours de l'hiver 1967-1968 à STETTEN, région particulièrement froide d'Allemagne. Il est alors constaté que les filets stockés au froid dans leur emballage ne perdent qu'une partie de leur souplesse, mais utilisés sur le terrain ils deviennent d'un emploi difficile après plusieurs heures de gel ; de plus leurs qualités mécaniques initiales ne se retrouvent pas après retour à la température normale.

Ces inconvénients et les restrictions d'emploi consécutives sont jugées inacceptables pour un matériel militaire ; on semble pouvoir y remédier par des conditions de contrôle plus sévères et une réduction de la "fourchette" de température imposée qui passe à -20° C, + 50° C au lieu de -31,5° C, + 70° C.

Après ces aménagements et compte tenu de l'intérêt manifesté par plusieurs industriels, une prospection générale des fournisseurs est organisée en vue d'une expérimentation comparative des filets proposés qui se termine 1970. La compétition qui met en présence trois constructeurs français et deux allemands confirme la supériorité du filet BARRACUDA qui se verra attribuer les commandes à venir de fabrication.

L'année suivante de nouveaux essais hivernaux permettront finalement de juger acceptables les fournitures BARRACUDA. Cet industriel sera titulaire de toutes les commandes de filets durant la décennie 70.

4.6. - LES MATERIELS DE FORAGE

Pour obtenir une efficacité convenable des destructions, par l'explosif, des ouvrages d'art ou des moyens de communication, il convient d'aménager dans le sol des chambres qui recevront les explosifs. Le moyen habituel de réaliser ces chambres est l'excavation de puits par des appareils de forage.

Le premier matériel répondant à ce besoin à avoir été mis en dotation est la foreuse BENOTO modèle 1950 qui exécute le forage au moyen d'une benne munie à sa base de pelles triangulaires articulées. La chute libre de cette benne permet aux pelles de s'enfoncer dans le sol et d'emprisonner la terre à la manière d'une main saisissant une motte.

Ensuite, par le relevage de l'ensemble les matériaux excavés sont déposés à proximité du forage. Le temps d'aménagement d'un puits de 0,60 m de diamètre et de 5 m de profondeur varie de 25 mn à 5 heures suivant les difficultés offertes par le terrain.

Vers 1975 a été étudié et développé le matériel de forage rapide de destruction (MFRD). C'est un ensemble mobile ayant des capacités de déplacement tout terrain, qui s'apparente aux équipements de forages pétroliers. Sa partie active est le "marteau fond de trou", sorte de trépan qui aménage le passage d'un train de tubes. La réalisation des forages, qui peuvent être conduits obliquement, s'effectuera avec ce matériel.

4.7.- LES ENGINS DE BATTAGE

Il arrive que, dans une situation tactique stabilisée, les moyens de franchissement de dotation (ponts) soient relevés et remplacés par des ouvrages dits de circonstance qui sont réalisés de toute pièce, sur place, à l'aide de matériaux qui ne sont pas normalement en dotation dans les unités.

L'édification de ces moyens de franchissement sur les cours d'eau et les coupures sèches fait appel à des techniques relevant des travaux de charpente et utilise largement des éléments longs de bois ou d'acier tels que poutres, madriers, profilés etc...

L'ancrage au sol, la plupart du temps mauvais porteur, de ces ponts de circonstance s'effectue par de gros pieux appelés pilots, enfoncés dans le sol, au moyen des appareils regroupés sous le vocable général d'engins de battage.

Une unité de battage se compose de deux ensembles principaux : la sonnette et le mouton.

La fonction de la sonnette est celle d'un support qui assure le levage et la mise en place du mouton sur le pilot à enfoncer. Elle comprend une sole triangulaire démontable, un mât jumelle, des arbalétriers et un treuil à deux tambours. Deux sonnettes ont été développées une lourde permettant le battage jusqu'à 12 m de hauteur et une légère de capacité 8 m.

Une gamme de trois moutons a été réalisée.

Le mouton pneumatique léger utilise l'air comprimé pour son mouvement de frappe et permet le battage de pilots de 4 m de hauteur d'un diamètre maximal de 0,25 m. Mis en oeuvre à bras ou sur une sonnette, il comprend la masse de frappe de 55 kg, un système de distribution d'air comprimé à double effet, deux griffes pour la fixation sur le pilot, quatre bras de manoeuvre. Sa cadence de battage est de 100 coups/mn.

Les deux moutons automoteurs diesel comportent un piston qui est la masse frappante, un cylindre supportant la pompe d'injection et le réservoir à combustible, deux joues de guidage sur la sonnette, une enclume posée sur la tête du pilot à battre. La masse de leur piston (masse frappante) est de respectivement 520 kg et 1 280kg. La cadence de battage est d'environ 50 à 60 coups/mn.

Tous ces équipements de battage ont été produits et mis en service à la charnière des années 50 et 60.

4.8. - ACTIVITES DIVERSES

A la fin des années 1950 des travaux de remise en état de certains ouvrages de fortification de la ligne Maginot ont été conduits. Des tourelles à éclipse en particulier ont été rendues aptes à fonctionner.

Les études et réalisations de matériels du Génie ont porté également à la fin de la deuxième guerre mondiale sur divers matériels de chemin de fer. Plusieurs types de quais de chargement (quais en bout en particulier) ont été conçus et adoptés. Un engin poseur de travure a été réalisé ; il a été utilisé de nombreuses années dans les travaux de lancement par la SNCF d'ouvrages d'art ferroviaires.

CONCLUSION

Les matériels et moyens objets de la présente étude sont mis en oeuvre presque exclusivement par l'Arme du Génie. L'unité de base de celle-ci est le bataillon du Génie et un bataillon est affecté à chacune des divisions de l'armée de Terre. Ces bataillons de combat disposent de matériels organiques différenciés tenant compte de la nature de la grande unité interarmes qu'ils appuient : par exemple le bataillon de division blindée a pour équipement de base l'Engin blindé du Génie, alors que le bataillon de division d'infanterie mécanisée dispose du Matériel polyvalent du Génie. Suivant la nature et l'importance des opérations, ce bataillon de combat pourra être renforcé par un ou plusieurs autres bataillons de réserve ou par des unités spécialisées telles que les unités de franchissement. Cette organisation procure à la fois la souplesse, l'économie des moyens et l'application massive de ceux-ci aux moments ou aux lieux choisis.

A l'intérieur du bataillon de combat, la compagnie de combat jouit d'une réelle autonomie d'action, ce qui explique que dans les conflits particuliers que furent la guerre d'Indochine et d'Algérie, elles ont constitué l'unité d'action de base.

L'Arme du Génie a souvent été désignée comme l'arme des communications, et, en schématisant à outrance, on peut dire que tel Janus elle montre deux visages. L'un favorisera l'action des amis par la construction, l'amélioration ou le rétablissement des moyens de communication, l'autre contrecarrera l'adversaire en gênant, ralentissant ou interdisant ses mouvements par la destruction ou la neutralisation des mêmes voies de communication.

Pour chacune de ces deux missions générales sont mis en oeuvre les matériels décrits dans les pages qui précèdent sans qu'aucun d'eux puisse être considéré exclusivement comme un équipement défensif ou offensif : pour la plupart ils peuvent intervenir indistinctement dans ces deux formes de combat.

Des Matériels

Ainsi qu'il a été dit ci-dessus, au vigoureux effort d'étude et de développement entrepris dès la fin de la deuxième guerre mondiale a succédé une période de ralentissement correspondant aux deux conflits d'Indochine et d'Algérie et s'achevant au milieu des années 60. Par la suite, la réflexion tactique intense a abouti à la définition et à l'exécution de programmes de fabrication de plusieurs matériels majeurs, qui, compte-tenu des délais de développement et de mise au point n'ont été produits qu'après 1975.

Voici ci-dessous, successivement indiquées les conditions d'aboutissement de quatre de ces programmes importants :

- M. P. G. (Matériel Polyvalent du Génie) 317 matériels ont été produits en série entre 1981 et 1985.

- P. F. M. (Pont Flottant Motorisé) ce matériel de franchissement adopté en 1981 a vu son programme fixé initialement à 5000m puis réduit à 3500 m. Une unité de pont de 100 m de long qui comporte 10 modules sur remorque, 2 rampes sur remorque et 12 tracteurs coûte 80 M.F. (F/92). Le coût du programme s'élève à 56 M.F. pour les études et 2677 M.F. pour les fabrications en francs courants ; fin de livraison 1994.

- E. B. G. (Engin Blindé du Génie) de 154 le programme s'est réduit à 71 unités dont les livraisons s'étalent de 1988 à 1993. L'adoption est intervenue en 1984, le coût unitaire est de 15 M.F. (F/92).

Ces chiffres donnent la mesure des volumes financiers consacrés aux matériels du Génie Militaire.

Et des hommes

C'est immédiatement à la fin de la deuxième guerre mondiale qu'a été créé au sein du Service Technique de la D.E.F.A. (Direction des Etudes et Fabrications d'armement) le département Matériels du Génie. Cette cellule de l'administration centrale était responsable des études de l'ensemble des matériels mis en oeuvre par l'arme du Génie et a été initialement pourvue en Ingénieurs d'Armement provenant de l'intégration d'officiers du Génie. Par la suite, en conséquence d'une réorganisation de l'administration centrale, ce département devient un bureau du Service Mobilité et il prend en charge la totalité des problèmes relevant des études et des fabrications¹. Cette évolution correspondait à celle qui a conduit peu après à l'institution des directions de programme pour le traitement des affaires les plus importantes.

L'Etablissement d'Expériences Techniques d'Angers (ETAS) (voir à son sujet le fascicule particulier qui lui est consacré), constitué à l'état embryonnaire dès 1947, voyait sa création officielle intervenir en août 1950. Sis au Polygone des Gaubourgs à Angers, il était chargé des "expérimentations techniques relatives aux matériels du Génie". Il grandit rapidement. Son développement lui permet de devenir en 1972 le Centre Technique Mobilité et de déborder ainsi largement du domaine des matériels du Génie en étendant ses compétences en matière de recherche, d'essais et de qualification à l'ensemble des matériels roulants (blindés compris).

Des hommes ont donné le meilleur d'eux-mêmes dans la création, la promotion et le développement de ce secteur de l'Armement, et, malgré le risque de reproche d'arbitraire dans le choix retenu des noms de ces acteurs, en se limitant à des ingénieurs militaires, peuvent ainsi être cités pour l'administration centrale : LEMAITRE, ROUHET, MASSACRIER, BOUILLON, WEIL, BOFFOCHER, JUGUE, MALLET, et pour l'ETAS : BRINDEAU, MONDAIN-MONVAL, PLAYE, TREMOUILLES, VIMAL DU MONTEIL, GAYOUT, DUTHILLEUL, CHAUGNY, KLEFSTAD-SILLONVILLE, MOUNIER André.

Ainsi s'achève la relation de ce que furent les 25 années de l'après-guerre pour l'équipement de l'armée de terre en matériels du Génie. A dessein, le terme de relation

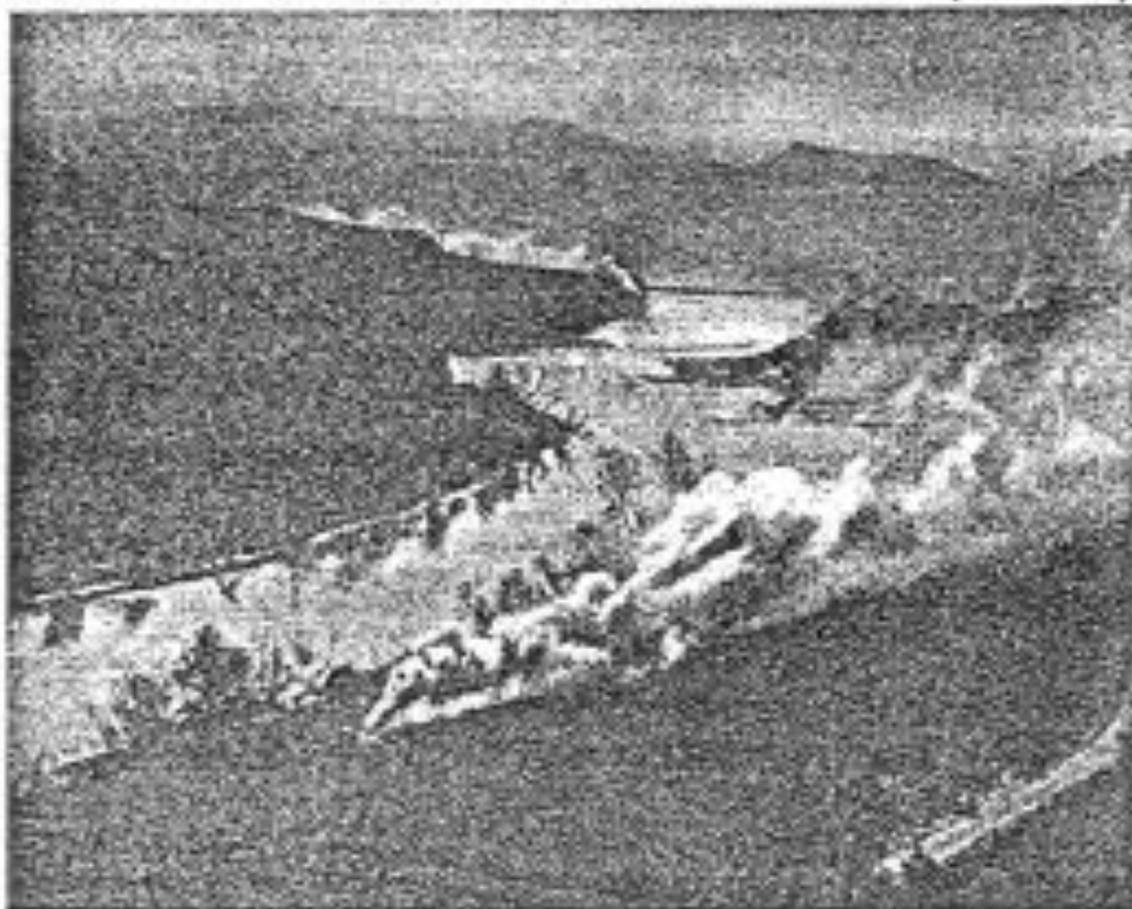
¹ à l'exclusion toutefois des études et fabrications de mines

est préféré à celui d'histoire en raison de la part de subjectivité qui a été volontairement conservée par les rédacteurs - également acteurs - en certains de leurs développements. Cette période d'un quart de siècle est toute entière couverte par l'affrontement - souvent par états interposés - de l'est et de l'ouest, connu sous l'expression de "guerre froide". Cette situation avait l'avantage de la clarté. La menace était clairement identifiée et circonscrite. Par déduction logique les scénarios stratégiques et tactiques s'en déduisaient, desquels découlaient non moins nécessairement la nature et les caractéristiques des matériels souhaitables.

Aujourd'hui (en 1993) les données politiques et militaires du monde se sont brouillées. Les risques pour chaque pays sont devenus multiformes, leurs localisations incertaines et fluctuantes. Les moyens pour y répondre sont d'autant plus difficiles à définir.

Cependant, dans ces incertitudes, et pour revenir au domaine de la mobilité et des matériels du Génie, on peut gager qu'il subsistera toujours, en toutes circonstances, des nécessités d'occupation du terrain et par conséquent de déplacement et de communication.

ANNEXE 1 LE GENIE DANS LA CAMPAGNE D'ITALIE (EXTRAIT)



Emploi des fumigènes dans la vallée du GARIGLIANO

1.- Au cours de la campagne de deux mois qui a amené le Corps Expéditionnaire Français des rives du GARIGLIANO à la Région Sud de FLORENCE l'action du Génie s'est révélée sans commune mesure avec ce qui avait pu être réalisé jusqu'alors, tant par l'ampleur de la tâche à accomplir que l'importance des moyens mis en œuvre et une rénovation totale des méthodes d'emploi.

Une avance de 400 Kms., 650 destructions réparées, 75 ponts lancés, 2400 Kms de routes remis en état, des milliers de mines relevées au prix de pertes sévères, tel est, dans ses grandes lignes, le bilan de cette œuvre. L'emploi du Génie qui se concentrait, naguère sur le plan Compagnie, s'est élevé d'emblée à l'échelle du Bataillon et de Régiment.

2.- VUE D'ENSEMBLE SUR LES OPERATIONS.

La campagne de ROME peut prendre son origine au début d'Avril 1944, lorsque, relevant le 10^e Corps Britannique, le C.E.F. prend le secteur du GARIGLIANO et entame l'équipement de ce secteur en vue d'opérations offensives prochaines.

Ces opérations, débutant dans la nuit du 11 au 12 mai, l'amènent sur le TIBRE, le 4 juin, date d'entrée à ROME des premiers éléments de la V^e Armée Américaine, à laquelle appartient le C.E.F. puis à SIENNE, le 3 juillet.

Se relève, le 22 juillet 1944, le troupe à une vingtaine de Kms. au Sud de FLORENCE.

Dans la réalité, cette progression de 400 Kms. a été coupée par des ralentissements plus ou moins accusés, chaque fois que l'ennemi ayant reçu des renforts, faisait face plus agrement sur des positions dont certaines avaient un commencement d'organisation défensive.

3.- VUE D'ENSEMBLE SUR LE ROLE DU GENIE.

Dans cette période le travail du Génie a été presque exclusivement consacré au maintien et au rétablissement des communications.

Il s'agissait en premier lieu d'équiper la base de départ, c'est-à-dire, dans le secret, multiplier les voies d'accès, les poursuivre au plus près du front.

En second lieu, pour la poursuite, d'assurer la progression des éléments de tête: Chars, Infanterie, Artillerie de campagne, puis l'écoulement du gros des moyens divisionnaires, enfin, le jeu normal des routes.

L'exécution de ces missions a été marquée par l'influence de différents facteurs de caractère technique: motorisation des unités, faible densité du réseau routier, destructions importantes, mines nombreuses.

4- Pour la première fois, l'Armée Française ne comportait à côté d'éléments spécialement équipés pour la guerre de montagne, que des troupes uniformément motorisées.

Une division d'Infanterie comprend déjà 3.000 véhicules. Avec les réserves générales, avec des éléments de renforcement américains, avec les convois de toute nature circulant dans son secteur, on peut dire qu'il existait certainement dans le sillon du C. E. F. un ensemble d'au moins 30.000 véhicules. En majorité ces véhicules ne dépassaient pas un poids de 9 T., correspondant à un camion G.M.C. chargé avec sa remorque; cependant l'artillerie avait des véhicules de l'ordre de 20 T. et les engins blindés — chars, tanks destroyers, — dont était doté le C.E.F., atteignaient un poids de 30 T. Certains jours la circulation sur la route principale dépassait 3.000 véhicules, c'est à dire presque un véhicule par minute dans chaque sens; souvent un courant automobile ininterrompu s'étendait sur plusieurs kilomètres y rendant, par ailleurs, tout travail impossible.

En outre, il faut noter que la totalité du ravitaillement venait par voie de terre. La voie ferrée qui avait pu être poussée à proximité du front lors du départ de l'offensive ne suivait pas. Son établissement fut longtemps bloqué par la destruction d'un tunnel dans la région d'ITRI; elle ne put atteindre ROME qu'au début de juillet; de toute façon, aucune voie ferrée ne fut remise en état dans le sillon du C.E.F.

Enfin, les ressources locales étaient pratiquement inexistantes et tout devait venir de l'arrière.

5- Le terrain qui s'étendait entre le GARIGLIANO et la région de ROME présentait le caractère de moyennes montagnes avec des sommets dépassant mille mètres, un relief assez accusé et un réseau



Explosion d'une tellermine

rester peu développé. Dans sa progression jusqu'au TIBRE, le C.E.F. ne dispose jamais que d'une route secondaire de tracé sinuueux, de débit limité et se prêtant à des destructions payannes.

Au delà de ROME le terrain était plus ouvert, mais encore très vallonné avec de nombreuses lignes d'eau, lignes d'eau peu importantes en soi et sans débit appréciable, mais constituant par leur caractère accusé un obstacle sérieux et toutes franchies par des ponts importants.

Dans ce secteur, le C.E.F. put avoir le bénéfice d'une route importante, la route nationale n° 2, belle route goudronnée très largement à double courant.

—00—

L'ENTREE EN SECTEUR

6.- Le 29 mars 1944, le C.E.F. prend possession du secteur du GARIGLIANO initialement occupé par le 10^e Corps Britannique. Son dispositif comporte:

- En ligne, une seule division: la 4^e D.M.I.
- En réserve, deux divisions: la 2^e D.I.M. et la 3^e D. L. A. en arrière de la ligne MIGNANO-SESSA.
- La 1^{re} D.M.I. en cours de débarquement, et regroupe dans la région d'ALBANOVA à partir du 21 avril.

SITUATION INITIALE DU SECTEUR

11.- Le Secteur qui était occupé par le 10^e Corps Britannique est caractérisé par une tête de pont de 5 kms. environ de largeur sur 3 de profondeur à l'Ouest de Garigliano.

12.- Le réseau routier comporte essentiellement:

- 2 pénétrantes jusqu'à la rivière
- 2 routes, une avant et une arrière
- 2 pistes mulotières permettant en partant de la route avant d'accéder à la source de VALLE DI SUJO, véritable plaque tournante de la tête de pont, à 150 mètres au dessus du niveau du GARIGLIANO.
- 2 ponts flottants, l'un de 9 tonnes, l'autre de 30 tonnes franchissent le ruisseau (60 m. environ de large) aux vues à courte distance de l'ennemi, le premier protégé par une émission permanente de fumée, l'autre par un camouflage artificiel.

Deux menottes permanentes pèsent sur ces ponts.

- les tirs fréquents d'artillerie
- les moatées d'eau (crue de printemps et ruisselle du barrage de SAN GIOVANNI ayant une retenue de millions de m³ d'eau aux mains de l'ennemi, à 30 kms environ en amont).

De nombreux champs de mines ont été posés dans ce secteur par l'ennemi, notamment sur les rives du GARIGLIANO.

13.- Le ravitaillement en eau est assuré par 8 points d'eau dont 2 dans la tête de pont.

EQUIPEMENT REALISE

14.- Dès qu'il entre en secteur le Génie du C. E. F. entreprend l'équipement offensif.

Les travaux sont conduits sous le signe de la conservation du Secret dans la préparation de l'attaque.

Il importe de maintenir au secteur sa physionomie initiale; on y parvient dans l'ensemble par le camouflage des installations et travaux divers.

15.- Indépendamment du camouflage habituel on peut citer:

- a) les fumigènes entretenus de jour en permanence, émission à dosage variable et progressivement augmentée dans les derniers jours qui précèdent l'attaque.

Les allemands eux-mêmes font l'aveu de l'efficacité de ces fumigènes dans une note tactique datée du 19 mai émanant du 3^e Bureau de Commandement en Chef du Sud Est (Groupe d'Armée C):

"L'ennemi a employé des fumigènes pour gêner notre observation et masquer des mouvements de troupes d'UNE IMPORTANCE SANS PRECEDENT."

"Par exemple, la vallée du GARIGLIANO toute entière a été recouverte de fumée pendant des heures et sur un front très large. C'est ainsi que notre artillerie ne put s'opposer à des traversées de la rivière par l'ennemi et celle sans pouvoir observer quoi que ce soit."

b) L'arrosage (eau, huile lourde) des itinéraires particulièrement poussiéreux, sur lesquels le trafic de jour est révéillé par des nuages de poussière.

c) Un contrôle extrêmement rigoureux de la circulation de jour aux vases de l'ennemi.

16.- De fait, il résulte des dossiers du 2^e Bureau de la 14^e Armée Allemande, récemment capturés, que l'ennemi n'avait identifié qu'une seule division sur quatre dans le secteur du C. E. F. et que son attention n'avait pas été retenue par les importants travaux d'équipement qui y étaient exécutés.

18.- A la veille de l'attaque l'équipement réalisé comportait notamment:

a) un réseau routier de:

- 6 pénétrantes dont 3 principales (au lieu de 2).
- 3 recades dont 2 avant.
- 1 circuit de 2 routes comminables permettant l'accès des véhicules auto à VALLE DI SUJO et au delà.
- 1 réseau de pistes muletiers vers l'avant.
- 4 ponts de 30 tonnes en moyenne (au lieu de 2).

b) Un ravitaillement en eau assuré par:

- 16 points d'eau dont 10 dans la tête de pont (y compris ceux exploités par la Cie A du 400^e Water Supply Bn en place par l'Armée en soutien du Génie du C. E. F.).

On retrouvera à l'annexe 2 des renseignements complémentaires relatifs à ce ravitaillement:

- Matériel d'épuration, de stockage et de transport.
- Graphique de distribution (par le Génie Français).
- Potentiel de traitement et de transport.

c) Des aménagements divers. — Poste de secours, P. C., bandes d'envol pour Piper-Cub, hôpitaux, dépôts de toute nature, cage pour prisonniers, cimetières, etc. ...

d) Un Centre d'Instruction du Génie avec le concours de la Cie de Pont F/175 U.S. Ce centre donna aux unités du Génie de Corps et aux Flenniers rattachés, l'Instruction sur les Ponts Bailey et les Ponts à chemins de roulement en acier.

En outre, une Compagnie s'instruit à CAPOUE sur le Bailey flottant tandis que les Génies Divisionnaires, qui assurent eux-mêmes leur instruction d'entraînement à BREZZA sur le VOLTURNO aux franchissements et au pontage.

Enfin, une large part est faite aux mines et pièges, et le Centre voit passer un grand nombre de stagiaires de toutes armes.

19.- Au cours de cette période d'équipement effréné, une attention spéciale est à réserver aux mesures prises pour la protection des ponts du GARIGLIANO contre les crues et contre les mines flottantes. (Annexes 4 et 5.)

20.- La menace d'une crue de printemps qui, certaines années, avait enregistré des montées d'eau de l'ordre de 8 mètres, et que l'ennemi peut grossir à son gré de la masse des eaux du barrage de SAN GIOVANNI ainsi que la menace des mines flottantes présent sur les ponts du GARIGLIANO et notamment ceux du secteur Français qui sont situés le plus à l'amont.

Contre la menace de crue, un poste d'observation placé à VANDRA au coude du GARIGLIANO au contact immédiat de l'ennemi, permit grâce à un réseau de transmissions fil et radio de donner à temps voulu l'alerte aux détachements d'entretien des ponts. A chaque pont, des dispositifs sont prévus pour subir sans encombre la montée des eaux: culées préparées à différents niveaux ou travées mixtes de grande longueur.

A l'esage, par suite de l'arrivée progressive de la chaleur, la crue de Printemps ne se produisit pratiquement pas: d'autre part le barrage de SAN GIOVANNI fut effectivement détruit par les Allemands, mais ce ne fut que quelques jours après le déclenchement de l'offensive, lorsque toutes les mesures avaient pu être prises pour absorber la montée des eaux, qui fut effectivement de 2 mètres.

21.- Pour écarter le danger des mines flottantes, mines d'un modèle nouveau que l'ennemi commença à lancer dès le 6 avril, un poste d'observation est placé au dessus de l'ouvrage d'amont pour donner l'alerte: des guetteurs et des tireurs sont mis en faction le long des rives, des câbles et des filets sont multipliés pour arrêter les mines et les faire exploser.

La construction de deux ponts sur supports fixes.

- l'un sur piles métalliques (ancrées sur anciennes piles d'un pont disparu),

- l'estre sur piles en maçonnerie (barrage d'usine électrique),
segments d'une manière appréciable la sécurité des franchissements.

En conclusion, grâce aux mesures qui ont été prises, le passage des troupes et des ravitaillements nécessaires à la préparation de l'attaque et à l'alimentation de la bataille a pu être assuré, dans des délais très brefs. L'ennemi n'a pas été à même de les déceler.

—40—

OPERATIONS

Du GARIGLIANO AU TIBRE (Planche 22).

22.- L'idée générale de la manœuvre que mène le C. E. F. est d'abaisser la rupture sur ses fronts pour atteindre la ligne HITLER et porter le gros de ses forces dans la région de PICO.

Dans la première phase de l'attaque les quatre divisions sont mises simultanément en ligne pour réaliser :

- une action de rupture par le 2^e D. I. M. sur la ligne de hauteurs du GIROFANO au MAJO, appuyée d'une action de nettoyage par le 1^{er} D. M. I. de la boucle du GARIGLIANO jusqu'à SAN GIORGIO;

- une action d'exploitation par le 3^e D. I. A. sur l'axe CASTELFORTE — AUSONIA — ESPERIA — PICO;

- une action de débordement de la droite ennemie par le Corps de montagne (4^e D. M. M. et goum) à travers le massif du PETRELLA pour atteindre au plus tôt la route ITRI — PICO, et réaliser l'encerclement de la droite ennemie sur PICO.

23.- Les OPERATIONS, commencées le 12 mai, se déroulent conformément à ce plan.

a) Le LERI est atteint à SAN GIORGIO le 15 mai;

Le bouchon d'ESPERIA est enlevé le 17 mai;

PICO tombe le 22 mai.

b) La ligne HITLER est enfoncée, une nouvelle phase d'exploitation est entreprise avec deux divisions en ligne 2^e D. I. M. et 4^e D. M. M. puis 3^e D. I. A. et 1^{er} D. M. I. sur les axes PICO — CASTRO DI VOLSCI — CECCANO — COLLEFERRO et PICO — LENOLA — PRIVIERNO — COLLEFERRO.

c) Enfin pour protéger la droite du Corps Américain qui marche sur ROME, le C. E. F. PASSE AU NORD DE LA ROUTE 6, et, se protégeant face au Nord atteint FANIENE le 4 juin, quelques éléments atteignent le TIBRE le 5 juin.

DU LAC DE BOLSENA AU NORD DE SIENNE. (Planche 23.)

24.- Le C. E. F. avec deux divisions en ligne refoule l'ennemi en direction de TARNO.

Malgré l'ennemi a eu le temps de se rétablir, il renforce sa résistance et organise un retrait en stoppant quelque temps notre progression sur des lignes successives à hauteur de la route 64 reculée au Nord du Lac de BOLSENA puis sur les rivières OMBRONE et ORCIA, et enfin à hauteur de la route 78 reculée au Nord de SIENNE conduisant à l'important nœud routier de POGGIBONSI.

—40—

LE PROBLEME DES COMMUNICATIONS.

Du GARIGLIANO AU TIBRE.

25.- 1^{re} Phase. — Le problème des communications se pose différemment pour chaque Division :

- le 2^e D. I. M. agit sur les crêtes où les communications routières ne pourront être facilement aménagées;

- le 1^{er} D. M. I. a dans son secteur un réseau suffisant pour lui permettre de mener à bien ses actions limitées;

- le 3^e D. I. A. a un axe routier de valeur moyenne sujet à de nombreuses destructions;

- le 4^e D. M. M. ne possède aucun itinéraire propre pour l'amener de ses moyens jusqu'au pied du massif du PETRELLA: seules des pièces muletières lui permettront ensuite la pénétration dans ce massif.

L'avance de la 2^e D.I.M. est si rapide que l'aménagement de pistes dans le secteur montagneux n'est plus envisagé: les moyens divisionnaires sont bloqués sur l'aménagement de l'itinéraire SAN ANDREA - VALLENATO nécessaire au déploiement de l'artillerie puis au ravitaillement des troupes. Quarante huit heures ont suffi pour ouvrir à l'explosif, en montagne, dans un terrain particulièrement difficile et rocheux un itinéraire pour véhicules sans. (h. =)

Le Génie Divisionnaire est ensuite libéré de l'aménagement du réseau arrière par mise en chantier sur ce secteur de la Chiffre du Génie avec ses travailleurs civils et une compagnie de Pionniers.

Les moyens appliqués sur l'axe de progression de la 3^e D.I.A. suffisent au rétablissement et à l'aménagement de cet axe.

Sur l'itinéraire de la 4^e D.I.M., le tracé prévu partant de VENTOSA vers SPIGNO s'avère impraticable: l'itinéraire plus au Sud passant par LORENZO, la vallée de l'AUSENTE vers SPIGNO, est à ouvrir entièrement; les moyens prévus sont renforcés: le Groupement 180/3 et 2^e C^e du 301^e R.P.N.A. est appliqué de LORENZO à l'AUSENTE, le 2^e Bataillon de l'AUSENTE à SPIGNO.

Dans le massif du PETRELLA, l'aménagement des pistes maudites en pistes jeepables n'est pas possible dans un délai raisonnable. En raison de la progression rapide des éléments cet aménagement n'est pas réalisé.

Dès que l'itinéraire de SPIGNO est aménagé, tous les moyens du Génie de Corps sont rassemblés sur l'axe AUSONIA - ESPERIA PICCO, prêts à l'exploitation rapide et à la poursuite.

30.- 2^e Phase - Les moyens appliqués sur chacun des deux axes permettent le rétablissement des nombreuses destructions rencontrées et l'amélioration de ces itinéraires moyens: les unités du Génie de C.A. passent au plus près des G.D. et dans leur sillage sur l'axe principal, le Génie d'Armée suivant immédiatement.

31.- 3^e phase - Phase de poursuite où le Génie rencontre peu de destructions. Les moyens appliqués suffisent aisément au rétablissement des meilleurs passages et à l'aménagement d'itinéraires de valeur moyenne, les bons itinéraires N. et S. étant réservés aux Armées britanniques et Américaines.

DU LAC DE BOLSENA AU NORD DE SIENNE

32.- Malgré la multitude des destructions que l'ennemi a pu mettre en oeuvre, le Génie réussit à rétablir les deux axes principaux, sans retarder le déroulement des opérations.

L'effort principal des Unités du Génie de Corps est porté sur la route 2, et sur les routes de ravitaillement vers les dépôts de la Ve Armée, nombre d'itinéraires secondaires n'étant l'objet que d'un rétablissement sommaire.

Voir Annexe 6.

—oO—

CARACTERISTIQUES DES TRAVAUX

Le nombre et les caractéristiques des destructions rencontrées par les Unités du Génie de C.E.F. figurent à l'annexe 7. (j. =)

Le rétablissement des principaux itinéraires a été réalisé par échelons successifs en adoptant le dispositif général suivant.

33.- Le Génie Divisionnaire en premier échelon procède au rétablissement rapide des itinéraires pour permettre le passage des moyens divisionnaires: une voie classe 18; il réalise le déminage des chaussées et accotements, rétablit les bèches par déviations ou comblements sommaires, dégage les abutts, déblaye les obstructions, franchit les bèches profondes et à bords francs par lancement d'éléments Treadway.

34.- Le Génie de C.A. suit au plus près les unités du Génie Divisionnaire, travaillant souvent à sa hauteur, appliquant tout son effort sur l'axe principal à rétablir à double voie classe 30.

- Élargissement du déminage à 6 m. de chaque côté de la chaussée.
- Neutralisation et déchargement des dispositifs explosifs.
- Amélioration et élargissement à deux voies des déviations et comblements.
- Déblaiement à deux voies des obstructions.
- Lancement de ponts Bailey.

- Construction de remblais sur bases ou dalles.
- Éventuellement, construction de pontons de charpente.
- Enfin travaux divers d'aménagement de terrains d'aviation, d'installation d'hôpitaux, de points d'eau, etc...

35. Le Génie d'Armée s'applique à rétablir définitivement à deux voies l'itinéraire principal sur tout son parcours et récupère aussitôt que possible les ponts démontables dont le stock est forcément limité.

36. La Chefserie d'Armée, avec son personnel pionniers et sa main d'œuvre civile recrutée sur place (main d'œuvre spécialisée embauchée à la demande), réalise des installations diverses. Q.G., Hôpitaux, terrains d'aviation, etc... exécute des travaux d'ateliers et s'emploie également à la remise en état ou à l'entretien des itinéraires.

Son activité est schématisée au tableau de l'annexe n° 8.

37. Les Chefseries de NAPLES et de ROME ont satisfait aux nombreuses demandes des services français et des bases (travaux et fournitures variés); elles ont donné au Commandement des possibilités de prospection et d'achat de matériel de toute nature, elles ont facilité les liaisons et les mouvements des personnels et des matériels en transit à NAPLES et à ROME.

Les chiffres sont éloquentes et se passent de commentaires.

(Voir Annexe 7).

En deux mois:

- Plus de 2.000 mètres de ponts ont été lancés (74 ouvrages).
- Plus de 6.000 mètres de bords franchis (635 destructions au minimum).
- Plus de 2.500 kms. de route remis en état.

—o—

ENSEIGNEMENTS A RETENIR

Les travaux particulièrement importants réalisés par le Génie du C.E.F. n'ont pas été sans soulever certaines difficultés qui ont été résolues par une organisation adaptée aux besoins.

Les points suivants méritent d'être signalés:

38. Nécessité d'une liaison étroite entre le Commandement et les Unités.

En période de progression rapide, on ne peut pas compter sur les liaisons téléphoniques; par ailleurs les unités du Génie sont peu ou pas dotées de moyens radio; aussi dès le début des opérations actives le Commandement du Génie a-t-il été conduit à créer un CENTRE DE RENSEIGNEMENTS (C.R.). Cet organisme, relié à l'axe de Transmissions de Commandement fut placé à proximité d'un aéro-d de communications et doté de moyens de liaison auto et moto.

Son rôle:

- Rassembler tous les renseignements, toutes les demandes en provenance des unités: (situation générale, mines, destructions, état des itinéraires, avancement des travaux, besoins en matériel de pontage, matériel divers, équipes mécaniques, personnel, etc...).
- Transmettre ces renseignements au Commandement.

Le C.R. reçoit de ce dernier les instructions et les ordres qu'il sollicite pour exécution.

Chaque fois qu'il a été possible on a placé à proximité de ce Centre, le dépôt de matériel avancé (Truck Head), et la C^e de transport de pont.

Les Officiers du Génie se déplaçaient entre le front et les P.C. arrière ainsi que tous les agents de liaison avaient pour consigne permanente de contacter au passage le Centre de Renseignements qui devenait ainsi effectivement un véritable centre et pouvait bénéficier en contre-partie du maximum de moyens de liaison.

39. Pour le matériel de pontage demandé par toutes les unités divisionnaires ou de Corps d'Armée, son transport fut à la charge d'une seule compagnie de transport de ponts. Cette unité spécialisée livrait à pied d'œuvre le matériel nécessaire, et allait aussitôt se reconstituer aux dépens d'armée.

Cette centralisation a permis de réduire les mouvements, de contrôler le matériel et d'obtenir des livraisons rapides (délai moyen de lancement voisin de 12 à 24 heures). En période de crise (cadences accélérées de lancement des ponts et éloignement des dépôts d'armée) la constitution d'un dépôt avancé, ravitaillé par l'Armée, a rendu de grands services; un volant de 2 ponts Bailey à terre et d'un pont Bailey sur roues a donné entière satisfaction. En ce qui concerne le fondassement de petites coupures (profondes et à bords frustes) il s'est avéré nécessaire de tenir un camion Brockway chargé de matériel Treadway en échelon avancé sur chaque axe, à la disposition du Commandant des Unités du Génie de C.A.

40.- La répartition et la mise en œuvre des engins de terrassement doit être une des préoccupations du Commandement.

La solution qui a été adoptée et qui à l'usage a donné satisfaction est celle du pool d'engins. Elle permet une répartition judicieuse, une surveillance et un entretien continus, une remise en état en un remplacement rapide.

L'expérience a montré qu'il ne faut compter que sur 60 % au maximum d'engins en état de marche.

Le problème de la réparation rapide des engins a été résolu par l'organisation d'ateliers légers. Deux ateliers mobiles avancés ont été expérimentés suivant deux dispositifs:

- a) - Indépendamment l'un de l'autre, un sur chaque axe,
- b) - Par chevauchement successif sur un seul axe; cette dernière qui permet une plus grande stabilité à chaque échelon est à employer chaque fois que des transversales assez nombreuses permettent aux engins à réparer de passer facilement d'un axe sur l'autre.

Les réparations importantes sont faites aux ateliers fixes équipés et plus stables de la Cie Ateliers ou de la Cie de maintenance d'Armée.

Enfin, pour les engins détruits au combat ou au travail, le remplacement par l'Armée a été obtenu en général sur simple demande sous un délai moyen de 48 heures, et sans attendre la réception des engins déteriorés.

L'annexe 9 donne des renseignements pratiques sur la mise en œuvre, les durées de réparation et de remplacement des gros engins de terrassement.

41.- Le ravitaillement des unités en matériel du Génie s'est effectué dans les meilleures conditions possibles; les unités ont reçu leur matériel 48 heures en moyenne après établissement des demandes. Ce résultat a pu être obtenu grâce:

- aux importantes réserves des dépôts de l'Armée;
- à l'organisation des services du matériel;
- au système de Truck Head (assemblage par l'Armée des matériels demandés);
- à un petit volant de matériel placé en échelon avancé et permettant de donner satisfaction immédiate à des demandes de matériel d'usage courant.

L'annexe 10 donne un aperçu du fonctionnement du ravitaillement en matériel du Génie.

—oO—

CONCLUSION

42.- La tâche du Génie a été particulièrement lourde, mais, il faut bien le dire, le problème du rétablissement des communications au cours de cette campagne d'ITALIE a bénéficié d'un certain nombre de facteurs favorables et normalement cette tâche aurait pu être beaucoup plus ardue et beaucoup moins féconde qu'elle ne l'a été.

Notre action s'étend sur une période de deux mois d'opérations offensives présentant des caractéristiques particulières:

- Absence de grandes unités blindées;
- Terrain difficile, mais sans cours d'eau importants;
- Abondance — non encore rencontrée — de destructions et de mines;
- Beau temps persistant;
- Réaction faible de l'artillerie et de l'aviation ennemies.

43.- On aurait pu se trouver devant une situation dans laquelle les bombardements ennemis seraient entravés aussi bien les travaux du Génie que la circulation sur les routes, freinant ainsi la poussée en avant, exigeant des moyens toujours accrus.

De même, une période de pluie prolongée, aurait amené de son côté, un nouveau facteur de piétinement: les rivières et les ruisseaux marquant, la boue (ennemi implacable des convois) s'installant en maîtresse. Il devenait difficile de sortir des itinéraires routiers, et sur ceux-ci tous les points faibles et, en particulier, les bèches récemment réparées et remblayées défilent mal.

44.- Encore faut-il noter que l'Armée d'ITALIE était dotée de matériel automobile américain ayant un gros excédent de puissance, construit spécialement pour la guerre, évoluant parfois avec une aisance stupéfiante en "Tout Terrain".

Il n'en serait peut-être pas de même dans une armée qui serait dû faire appel plus ou moins à la réquisition et qui serait avec elle une partie de ses véhicules inaptes à rouler ailleurs que sur de bonnes routes.

45.- Quand on examine le problème des communications, problème qui est "UN" de l'extrême avant à l'extrême arrière, puisqu'il porte toujours sur les seuls itinéraires existants, on peut cependant y découper plus ou moins arbitrairement, plusieurs tranches correspondant schématiquement à la possèe successive des moyens.

En premier lieu, il y a les combattants de l'avant: fantassins, engins blindés, artillerie de campagne, tous fluides, appelés à s'étaler sur le terrain et équipés pour évoluer sous le feu, sur des itinéraires sommairement aménagés.

Ensuite, on trouve les réserves, les moyens de combat non immédiats, l'artillerie lourde, les trains, les convois de munitions et de ravitaillement. Toute une masse disparate de véhicules pouvant rester groupés sur un ou deux axes dans chaque zone de Division, mais exigeant déjà des routes, ou à défaut de très bons chemins, pour pouvoir circuler à la cadence voulue et arriver en temps voulu.

Enfin, plus à l'arrière s'étendent les éléments lourds des services et il faut surtout donner un caractère durable aux travaux forcément sommaires et de solidité limitée, entrepris à l'avant sous la nécessité d'aller vite, de travailler sous le feu avec des ressources sommaires.

46.- On retrouve là, dans ses grandes lignes, la formule classique:

- Au Génie Divisionnaire, les premiers rétablissements sommaires mais rapides,
- Au Génie de Corps d'Armée, la consolidation et le renforcement des premiers travaux,
- Au Génie de l'Armée, le ferme définitive.

Dans la réalité, les deux premiers termes se sont modifiés l'un par rapport à l'autre. Le problème du rétablissement s'est déplacé vers l'avant.

47.- Dans la zone même de contact il ne s'agit plus de faire passer des fantassins, des cavaliers, des voitures ou des canons attelés de 6 chevaux. Il y a désormais à l'extrême avant des véhicules automobiles lourds: voitures de reconnaissance, engins blindés — "tout terrain" sans doute, mais liés à la route en beaucoup de points — camions tractant les canons anti-chars ou l'artillerie de campagne, qui sont normalement en position dans les tout premiers kilomètres.

Si l'on y ajoute la lourde servitude des mines, on est en présence d'un problème de Génie de 1ère urgence que l'on pourrait qualifier de Génie d'Avant-garde ou de Génie avancé et qui n'est plus soluble avec les quelques sections qu'on y consacrait autrefois. C'est tout le Génie Divisionnaire qui doit y participer, s'y engouffrer, si l'on peut dire mêlé aux combattants.

48.- De la sorte, le Génie de Corps d'Armée autrefois échelon intermédiaire faiblement peuplé, devient désormais le grand artisan de la remise en état du réseau des communications; il agit entre:

- Le Génie Divisionnaire, hapé entièrement pour la poussée des combattants et l'aménagement des itinéraires nécessaires à la manœuvre,
- et le Génie d'Armée chargé de remettre bon ordre dans les inévitables imperfections inhérentes à l'avant et surtout de fournir à chacun les moyens nécessaires à l'accomplissement de sa tâche.

Le 23 juillet 1944.

ANNEXE 2

RAVITAILLEMENT EN EAU DES UNITES DU C.E.F.

I. CONDITIONS D'EXECUTION.

A. Organisation

1) à l'échelon Corps d'Armée.

Le pompage, l'épuration et le stockage ont été assurés par les sections des eaux de la Cie 1804, des 1^{er} et 2^{es} Bataillons de 101^{er} Régiment du Génie.

Le transport jusqu'aux points secs, aux hôpitaux et boulangeries par les véhicules spéciaux de la C^e 1804.

Les points d'eau américains ont été également utilisés lorsque leur emplacement le permettait.

2) à l'échelon Division.

Par les Compagnies de Commandement des Génies Divisionnaires.

B. Moyens

1) Personnel — Le personnel visé au paragraphe ci-dessus a reçu une instruction spéciale, avant son départ de l'Afrique du Nord, complétée sur le théâtre d'opérations, pour l'emploi des épureurs portatifs et des camions épureurs.

2) Matériel — Les moyens en matériel de production et de transport sont indiqués sur la situation ci-jointe. Une fiche ci-jointe indique en n^o les possibilités de traitement de stockage et de transport.

C. Activité

1) Dans la phase de préparation de l'offensive.

A l'arrivée du C. E. F. il existait, dans la zone qui lui était dévolue, 8 points d'eau dont 2 dans la tête de pont (rive droite du GARIGLIANO).

Au moment de l'attaque et dans la même zone, 16 points d'eau étaient exploités (tous français qu'U.S.) dont 10 dans la tête de pont.

La carte ci-jointe indique les points d'eau exploités à l'arrivée de C.E.F. et au moment de l'attaque (Planche 10).

2) Dans la phase de poursuite.

L'aménagement de nouveaux points d'eau s'est fait par bords alternés des éléments en place.

Des points d'eau secs ont été installés dans chaque hôpital et dans les boulangeries, et ravitaillés par les camions citernes du Génie.

Le graphique (planche 11) donne les quantités totales distribuées et le nombre total de points d'eau exploités.

II. DIFFICULTES, ENSEIGNEMENTS, PROPOSITIONS.

1) Personnel — Faute de savoirs français en nombre suffisant, des appareils intelligents devaient parmi les plus doués ont été dressés à la manœuvre des moto-pompes, des appareils épureurs, et à l'installation des points d'eau.

2) Matériel — Le matériel de pompage et d'épuration s'est révélé insuffisant. Le matériel de stockage est fragile et nécessite des réparations et des renouvellements fréquents. Le manque de moyens de transport s'est fait sentir. Deux semi-remorques-citernes prêtées au service de l'Intendance pendant la période de stationnement au avant du GARIGLIANO, ont dû lui être retirées pour l'attaque.

Malgré l'appui du Commandement, il n'a pas été possible d'obtenir la livraison des 20 camions citernes 200 gallons en déficit à la Compagnie 1804. 8 camions G.M.C. ont été équipés avec des citernes Girat assemblés d'Afrique du Nord, mais, outre que ces engins ne possédaient pas de moto-pompes, ils venaient en déduction des moyens de transport de matériel de cette unité.

Il serait souhaitable que les hôpitaux et les boulangeries possèdent en dotation le matériel de transport d'eau qui leur est nécessaire ou que ce matériel soit prévu dans les dépôts d'arrivée et près comme matériel de classe IV.

DESTRUCTIONS RENCONTREES

du 12 mai au 22 juillet 1944 et remise en état du réseau routier.

A. - DU GARGLIANO AU TIBRE.

1.- Du 11 au 14 mai, forçement de la ligne Gustava, bataille de rupture des monts Auranti, exploitation:

Du 15 au 18 mai, rupture du versant d'ESPERIA, exploitation.

23 destructions dans pour la plupart à l'artillerie et à l'aviation alliées; l'ennemi surpris n'exécuta pas de destructions systématiques, il ne réalisa que quelques destructions sommaires d'ouvrages d'art.

2.- Du 18 au 22 mai, percement de la ligne Hitler, enlèvement du versant de PICO, suivi d'exploitation du 23 au 28 mai.

La résistance offerte par l'ennemi dans la région de PICO durant plusieurs jours lui a permis de se ressaisir; il exécuta sur les itinéraires des destructions systématiques d'ouvrages d'art et réalisa en outre de nombreux entonnoirs à flanc de crête et d'importantes destructions dans les agglomérations: 60 destructions recensées.

3.- Du 29 mai au 5 juin, bataille des Monts AUSONI et marche sur ROME. Exploitation et manœuvre de couverture.

Dans la première phase de cette bataille, l'ennemi réalisa des destructions systématiques (ouvrages d'art, entonnoirs et obstructions importantes). Dans la seconde phase (exploitation) l'ennemi pris de vitesse ne réalisa pratiquement plus de destructions avant l'ANCIENNE: en total 32 destructions.

B. - DE ROME A FLORENCE.

4.- Entrée en secteur de C. E. F. et poursuite du 9 au 11 juin, arrêt du 11 au 13 sur la ligne de défense des monts VOLSINI.

Les destructions exécutées par l'ennemi sont relativement peu nombreuses — 26 — par rapport aux destructions rencontrées dans les périodes ultérieures; mais judicieusement placées elles ont nécessité pour la plupart le lancement de ponts Bailey ou Treadway.

5.- Du 12 au 18 juin, reprise de la poursuite et conquête des monts ANIATA.

Les destructions ne sont pas encore massives — 62 —; placées judicieusement, elles ont nécessité le lancement de nombreux ponts Bailey ou Treadway.

6.- La poursuite continue du 18 au 21; phase d'arrêt du 21 au 28 sur la ligne défensive des rivières Ombrone et Orta; percement de cette ligne et prise de SIENNE du 28 juin au 3 juillet.

Au cours de cette période, l'ennemi ayant eu le temps de se rétablir et disposant d'unités de Pionniers exécuta des destructions systématiques particulièrement dans une zone de 20 km. précédant SIENNE (5 destructions par kilomètre d'avance pour le secteur du C.E.F.). Des mines placées dans les destructions réalisées ou parmi les débris des obstructions causent une gêne sérieuse pour le rétablissement des communications. Dans certains cas par exemple, le dégagement des obstructions vu la présence des mines n'est plus justiciable d'engins mécaniques, la détection n'étant guère possible en raison de la multiplicité des pièces métalliques se trouvant dans les débris. Pour les rétablissements d'ouvrages, la détection est parfois nécessaire à chaque passage de l'engin. 256 destructions recensées.

7.- Après la prise de SIENNE, phase de poursuite du 4 au 7 juillet, suivie d'un arrêt du 8 au 17 juillet sur une ligne de résistance passant par le noeud de communications de POGGIBONSI; l'ennemi décroche et la poursuite reprend du 17 au 22 juillet.

Comme dans la phase précédente, les destructions et obstructions sont très nombreuses — 167 — et très importantes; elles sont semées de mines qui rendent le rétablissement des communications plus délicat.

C. - Le tableau suivant récapitule les renseignements sur le rétablissement des communications; les numéros de la 1^{re} colonne sont ceux des paragraphes précédents, ils correspondent aux diverses phases des opérations.

n°	Secteur	Nombre de kms restés en état	Nombre de destructions	Longueur des brèches en M.	Ponts lancés (longueur en')				
					Bailey	Tread war	Heavy Ponton	Pont d'infanterie	Pont en bois
A. DU GARIGLIANO AU TIBRE.									
1	de GARIGLIANO à PICO	300 ⁽¹⁾	23	220	730'	450'	200'	780'	25'
2	PICO à CECCANO	170	51	540	330'				
3	CECCANO à ROME	480	61	740	400'	180'			
	Totaux:	950	135	1500	1460'	630'	200'	780'	25'

(1) dont 150 kms avant l'attaque du 11 mai.

B. DE ROME A FLORENCE.									
4	VITERBO à BOLSENA	200	26	280	600'	30'			
5	BOLSENA à RADICOFANI	250	51	715	750'	135'			
6	RADICOFANI SIENNE	600	256	3005	1000'	45'			
7	SIENNE à CERTALDO	350	167	1550	680'	45'			40'
	Totaux:	1400	500	5550	3030'	255'			40'
TOTAL GENERAL:		2350	635	7050	4490'	885'	200'	780'	65'
représentant une longueur de 6.620', soit 2020 m. de ponts									

ANNEXE 2 LE GENIE DANS LA CAMPAGNE DE FRANCE ET D'ALLEMAGNE

INTRODUCTION

1. Les opérations qui ont mené la PREMIERE ARMEE FRANCAISE des plages de la MEDITERRANEE aux rives du RHIN et du DANUBE se prêtent tout particulièrement à la recherche d'enseignements concernant l'organisation et l'emploi du GENIE. Elles ont, en effet, présenté des phases extrêmement variées:

- opération de rupture,
- poursuite rapide,
- stabilisation momentanée,
- actions offensives en montagne et en terrain boisé,
- traversée de vive force d'un des plus grands fleuves d'EUROPE: le RHIN,
- anéantissement final de l'ennemi.

Elles ont, d'autre part, mis le Génie en face des problèmes techniques les plus divers:

- mines et abatis à profusion,
- destructions massives,
- lignes d'eau importantes,
- période d'hiver (neige, gel, crues et chemins détrempés).

2. Pendant ces différentes phases — la plupart du temps offensives — l'action du Génie a constamment eu à s'exercer en profondeur sur l'ensemble des missions dévolues à l'arme:

- ouvrir au plus vite la route en avant de l'infanterie et des chars, la dégager des mines et pièges semés par l'adversaire, contourner des brèches multiples, ou les franchir à l'aide de ponts lancés dans des délais extrêmement courts;

- compléter le rétablissement des voies de communication indispensables à la manoeuvre en leur donnant un caractère permanent;

- ériger rapidement sur ses arrières des installations militaires conçues largement, à l'échelle de la guerre moderne;

- enfin assurer le ravitaillement technique et l'entretien des unités engagées.

Il a, par suite, semblé préférable d'exposer l'action du Génie, non en étudiant séparément chaque genre de missions, mais au contraire, en établissant une synthèse des travaux effectués dans les phases successives de la campagne.

Trois périodes principales seront tour à tour examinées:

- 1) - Débarquement, conquête de TOULON et MARSEILLE (15 Août au 27 Août 1944) et poursuite en FRANCE (28 Août au 15 Septembre 1944);
- 2) - Demi-stabilisation et combats des VOSGES - libération de l'ALSACE (16 septembre 1944 - 14 mars 1945);
- 3) - Opérations RHIN et DANUBE (15 mars - 9 mai 1945).

ments d'infanterie son équipe de reconnaissance. Elle commence sous un feu meurtrier, à tracer les 2 pistes de sortie que doit ensuite ouvrir l'équipe de déminage, débarquée à 4 heures 10. Mais ce n'est qu'à 14 heures que peuvent arriver les 2 sections de construction chargées d'aménager le circuit de plage. Aussi, les premiers véhicules transportés par L.S.T. ne peuvent-ils aborder qu'à partir de 18 heures, et les premiers ravitaillements à 20 heures. Les troupes assaillantes restent ainsi privées d'armes lourdes et de munitions pendant toute la 1^{re} journée.

La mission donnée à la compagnie, conforme à la doctrine américaine et correspondant à l'idée qu'il importe de débarquer au plus tôt les moyens lourds pour appuyer les premiers éléments mis à terre, exigeait pour sa réussite une neutralisation préalable des forces de la défense. Or, faute de moyens en aviation et marine de guerre, cette condition n'est réalisée qu'avec 10 heures de retard. Il en résulte non seulement un retard correspondant dans tout le déroulement de l'opération, mais des pertes sensibles pour toutes les unités (notamment 4 tués, 12 disparus et 9 blessés pour la compagnie 101/1).

L'action du Génie Divisionnaire, de son côté, comporte le rétablissement des deux principales routes de l'île :

- MARINA di CAMPO - PORTO FERRACIO
- MARINA di CAMPO - POGGIO

Le faible nombre des destructions rencontrées lui permet de remplir aisément cette mission, malgré le retard apporté dans l'arrivée de ses moyens matériels.

Assaut de Toulon et de Marseille

6- Après le débarquement dans les baies de ST-TROPEZ et de CAVALAIRE, nos unités se portent simultanément sur TOULON et MARSEILLE.

A la 9^e D.L.C., le 71^e Bataillon, renforcé par la Compagnie 101/2, reçoit la mission de participer à la progression sur TOULON, en agissant sur l'axe CUERS - SOLLIES-PONT-LA-VALETTE - TOULON (20 au 23 août).

Après avoir remis en état cette route et aménagé les passages sur le 'GAPEAU' pour livrer passage aux chars, ses éléments vont jouer le rôle de Génie d'Assaut pendant l'attaque des forts du front de terre, puis déminer le port et les installations de la marine de guerre.

Lors de l'attaque des forts, plusieurs sections du Génie sont mises à la disposition des Groupements d'attaque et reçoivent en général les missions suivantes :

- déminage des chemins d'accès,
- destruction des obstacles à l'aide d'explosifs,
- manœuvre des lance-flammes,
- anéantissement final des ouvrages par charges d'explosifs.

C'est ainsi qu'une section de la Cie 101/2 participe à l'assaut du fort de la Grande Tour, au Mourillon. Elle procède au déminage et dépiépage et à la destruction des obstacles, mais n'a pas à se servir de lance-flammes. Elle subit des pertes sensibles, notamment 12 disparus, dont 8 blessés qui seront récupérés après la reddition du fort.

Le 71^e Bataillon subit également de fortes pertes à l'assaut du fort d'ARTIGUES: après une démonstration d'artillerie de deux jours, sans succès, il est décidé de monter une opération d'assaut avec coopération des équipes spéciales du Génie. A cet effet, une section équipée de lance-flammes et de charges d'explosifs part en avant du dispositif d'attaque, mais dès qu'elle est à bonne portée, elle est prise sous les feux du défenseur. Le lieutenant qui la commande est tué, alors qu'une équipe tente en vain de faire sauter la porte d'entrée du fort; après quelques minutes, la section, mal protégée par l'infanterie, est décimée, et les quelques sapeurs restés valides doivent attendre la nuit pour quitter l'abri que leur offre le mur d'escarpé. L'opération ne réussit que le lendemain, après une très forte préparation d'artillerie qui aura pour effet de neutraliser la défense.

7. Dans les mêmes conditions le Génie de la 1^{re} D.M.L. (1^{er} Bataillon) renforcé par deux Compagnies du 101^{er} Régiment participe à l'attaque d'HYERES: celui de la 3^e D.L.A., renforcé par le 2^e Bataillon du 101^{er} Régiment, est dirigé sur AUBAGNE en vue de se rabattre sur MARSEILLE, où nos troupes entrent le 23, et qui capitule le 28. Dans toutes ces opérations, les sapeurs ouvrent les itinéraires d'attaque, procèdent au déminage et au dépiéage des ouvrages fortifiés. La Compagnie 812 neutralise des lance-flammes fixes qui défendent les accès de N.D. de la Garde.

— «Os» —

8. De cette première phase très courte, mais d'une grande importance, puisque la prise des deux ports est largement en avance sur l'horaire prévu dans le plan de débarquement, il faut signaler un certain nombre de caractères qui se sont pas retrouvés par la suite.
- 1^o - Rivières à peu près asséchées par suite du climat d'été Méditerranéen. Cette circonstance est particulièrement heureuse, car elle dispense de moyens matériels de franchissement qui ne doivent parvenir que beaucoup plus tard. Par contre, comme en ITALIE, il est fait un appel massif aux engins de terrassement: la seule compagnie 1012 doit être dotée de 3 bulldozers.
- 2^o - Exemple d'emploi de la totalité des éléments de Réserve Générale au renforcement des Génies Divisionnaires.
- Cette façon de procéder, imposée surtout par la faiblesse des moyens débarqués, n'a aucun effet regrettable à une époque où les arrières n'existent pas ou n'appellent pas encore de travaux. Elle prend fin, d'ailleurs, rapidement, dès que la progression s'accroît et, en particulier, dès que se pose le problème de franchissement du RHONE. Le Génie de l'Armée reprend alors la disposition du 101^{er} Régiment, auquel vient s'ajouter le 17^{er} Régiment, au fur et à mesure de son débarquement.
9. Dans un autre ordre d'idées, le déminage paraît être tout comme en Italie, l'apanage à peu près exclusif du Génie. L'infanterie et les chars prétendent n'avancer qu'autant que les sapeurs ont, au préalable, dépiégé les itinéraires, et n'entendent pas participer, par eux-mêmes, à cette tâche. Dans toutes les actions offensives, les unités des Génies Divisionnaires seront, en majeure partie, absorbées par ces missions de relève des mines et pièges, sans le moindre concours des autres armes. C'est là un fait acquis, contre lequel les prescriptions réglementaires obligent chacun à déminer pour son compte, n'arriveront jamais à prévaloir.
- A signaler, enfin, comme dernier enseignement, la faible portée des lance-flammes (15m. environ) dont l'effet est, par suite, peu en rapport avec les dangers courus par l'équipe de mise en oeuvre.

DEMI-STABILISATION (16 septembre — 13 novembre 1944)

22. Après le 15 septembre, les mouvements se paralysent de plus en plus, et le front se stabilise rapidement sur la ligne générale: LURE — L'ISLE-sur-le-DOUBS — PONT de ROIDE. Au cours de cette période, le Génie ne reste pas inactif.

Tout d'abord, de nombreux travaux restent à faire, non seulement sur le réseau routier, mais aussi sur la voie ferrée et la voie navigable dont l'absence s'est tant fait sentir pendant la période précédente. Un grand nombre de ces travaux ont d'ailleurs pour objet l'équipement de nos arrières, en vue d'une nouvelle offensive. En outre, des travaux défensifs—pose de mines, création d'obstacles, préparation de destructions — sont la conséquence même de la situation.

Puis, une série d'attaques se déclenche dans les VOSGES et en ALSACE, qui aboutissent à la prise de MULHOUSE en novembre, puis à celle de COLMAR et à la libération totale de l'ALSACE en mars suivant. Le Génie va y jouer son rôle à l'extrême avant, au milieu de difficultés de toutes sortes, destructions et obstacles tendus par l'ennemi, crues subites qui emportent les ponts.

Enfin, c'est pendant cette période que l'Armée Française prend son autonomie et se sépare de la 7^e Armée Américaine: il faut par suite, créer de toutes pièces un Service du ravitaillement en matériel Génie, se substituant à celui fonctionnant jusqu'alors sous l'égide de nos alliés.

A noter l'arrivée de deux bataillons de pionniers, qui sont mis à la disposition respective du Génie du 1^{er} et du 2^e C.A., en renforcement de leur régiment organique du Génie.

Rétablissement des voies de communications

Routes.

23. Si les réparations réalisées, tant par nous que par nos Alliés, ont permis, au cours de l'avance, la continuité routière, il n'en demeure pas moins que le réseau de l'Armée n'a pas encore, le 15 septembre, la densité nécessaire pour permettre une offensive que l'on escompte proche. D'autre part, l'expérience récente vient de montrer toute l'importance qui s'attache au rétablissement des voies ferrées et navigables. C'est donc à ces tâches que s'applique, en première urgence, le Génie de l'Armée.

Dès le 17 septembre, on envisage la reprise du mouvement en étant sûr que l'arrivée d'essence et des munitions aura rendu à nos troupes leur capacité offensive. Masquant BELFORT les 2 Corps d'Armée sonderont le dispositif ennemi: le 1^{er} en direction de DELLE, le 2^e sur l'axe GEROMAGNY — BUSSANÇE, puis l'Armée passera sur MULHOUSE et CERNAY.

Du point de vue des communications, il importe tout d'abord d'assurer un nombre de passages suffisant sur le DOUBS, qui constitue la limite entre les deux C.A. Il n'existe, en effet le 15 septembre, que deux ponts entre DOLE et le front: le pont d'AVANNE à 8 kms. en aval de BESANÇON, qui est resté intact au cours des deux campagnes (1940 et 1944), mais dont les accès sont extrêmement difficiles, et un pont Bailey à BESANÇON.

A partir du 20 septembre sont construits:

- par le Génie américain: un second pont Bailey à BESANÇON.
un pont de charpente à BEAUME-SUR-DAMES.
un pont Bailey à CLERVAL;
- par le Génie de l'Armée: un pont flottant en matériel M. 3 à BESANÇON;
(100^e et 17^e Régiments): un pont de charpente à L'ISLE sur le DOUBS.
- par le Génie du 1^{er} C.A.: un pont métallique à LAISSEY;
(132^e Régiment): un pont de charpente à ST-HIPPOLYTE.

Parallèlement sont entrepris le remplacement des ponts Bailey de BESANÇON et CLERVAL par des ponts de charpente et la construction de toute une série d'ouvrages de moindre importance sur les cours d'eau secondaires.

C'est un ensemble de 55 ponts nouveaux qui sont établis ou remis en état portant à 105 le nombre des ouvrages lancés par le Génie Français depuis le débarquement, soit :

- 8 ponts Bailey,
- 84 ponts de charpente,
- 5 ponts Bottaerts,
- 2 ponts métalliques de voie ferrée,
- 6 réparations diverses.

(Voir croquis n° 3: Itinéraires à la date du 1/11/44.)

Voies ferrées

24. A la date du 16 septembre, la voie ferrée est à peu près rétablie par le Génie américain jusqu'à DIJON, sur la rive droite de la Saône, et CHAUSSIN, sur la rive gauche, sous réserve d'un certain nombre d'interruptions en cours de réparation donnant lieu à rupture de charge et transbordement.

De plus, à cette époque, le pipeline ne fonctionne pas encore et les quelques groupes de transport dont nous disposons sont en majorité retenus dans le Sud pour effectuer la descente des plages et les transbordements: la situation des ravitaillements en essence et munitions est extrêmement difficile. Les unités envoient souvent des camions à plus de 400 Kms. chercher leur carburant. Leur remonte subit, par suite, des retards considérables. Il faut donc, au plus tôt, préparer le prolongement de nos communications ferroviaires si on veut éviter que la paralysie ne se prolonge.

L'axe de l'Armée passe par BESANÇON et BELFORT. BESANÇON peut-être atteint soit par DIJON, à condition de réparer le pont d'AUXONNE, imparfaitement détruit, soit par DOLE. Les américains entreprennent, à DOLE, la construction d'un pont Bailey V.F. sextuple simple, solution qui ne peut-être employée que par une armée extrêmement riche en matériel, et de son côté, le Génie français (153^e B.G.) exécute la réparation du pont d'AUXONNE. Bien qu'entrepris par une unité non spécialisée et de récente formation, cet ouvrage, d'un grand intérêt technique, sera terminé le 26 septembre.

La continuité de la voie ferrée jusqu'à BESANÇON — CLERVAL est, par suite, assurée pour la fin du mois.

Voies navigables

25. Les travaux de dégagement du chenal du RHONE, en aval de LYON, par le 101^e B.G., s'effectuent aussi rapidement que le permettent les moyens. Il s'agit d'ouvrir des passes successivement à AVIGNON, VIVIERS, LE TEIL, LA VOULTE et SERRIERES: les travaux de déblaiement sont faits, soit au chalumeau, soit à l'explosif.

Le 19 septembre, 3 péniches automotrices portant environ 400 T. de carburant atteignent VIVIERS, mais, ne pouvant franchir les remous du TEIL, vont s'amarrer à l'appointement des Usines LAFARGE.

Le 4 octobre, le premier train de chaland, remarqué par le "MONT BLANC", arrive à VALENCE, et décharge dans le port un important matériel de pontage récupéré. En un peu plus d'un mois, par un effort continu d'unités non préparées à ce genre de travail, un chenal minimum est ouvert de la mer à LYON. Mais il faudra de nombreux mois encore et l'emploi d'entreprises et d'unités spécialisées pour améliorer le chenal et ouvrir le bouchon de LYON.

Plus au nord le 17^e B.C.G. achève l'ouverture de la voie fluviale de la SAONE et commence, à partir du 22 septembre, le dégagement de celle du DOUBS et du canal du RHONE au RHIN qui est ouvert jusqu'à CLERVAL le 15 octobre.

Ainsi, en un mois et demi, la navigation est rétablie sur la grande voie fluviale RHONE — SAONE — Canal du Rhône au Rhin, jusqu'à CLERVAL (à l'exception de la traversée de LYON): 28 ponts ont été dégagés et 6 écluses réparées.

DEFENSIVE, GARDE AU RHIN (25 décembre 1944 — 19 janvier 1945)

- 38.- Dans la nuit du 24 au 25 décembre 1944, les Units du Génie qui travaillaient dans les VOSGES, ouvrir des pistes pour les chars, dans un sol gelé, voient tout à coup leur programme entièrement modifié. L'ennemi contre-attaque: il s'agit désormais de fournir un effort non moins rude pour organiser une série de positions successives. Parmi ces positions, la plus arrière tient les pentes des VOSGES et, par suite, laisse en la possession de l'ennemi STRASBOURG et toute la rive plaine, entre la route COLMAR-SELESTAT et le RHIN, qu'occupent la 2^e D. B., puis la 1^{re} D. M. L.

La contre-attaque ennemie, déclenchée le 25 dans les ARDENNES, se double, en fin de mois, d'une poussée sur la HARDT vers la trouée de SAVERNE, et la 7^{me} Armée U.S. se replie au Sud de la Forêt de HAGUENAU. Pressée face au Nord, menacée face à l'est et au Sud, par l'adversaire qui traverse le RHIN à GAMBESHEIM et s'infiltra entre l'ILL et le canal du RHON au RHIN, STRASBOURG est particulièrement menacée. Les Américains l'évacuent le 3 janvier, mais le Commandement français a décidé de conserver à tout prix la capitale de l'ALSACE. C'est encore à la fortification, aux destructions et aux inondations à mettre en oeuvre par le Génie que l'on fait appel pour venir en aide aux faibles forces dont la défense dispose.

- 39.- Le passage de l'Armée à la défensive, aussi bien en Haute ALSACE, sur la ligne THANN-DOLLER-ILE NAPOLEON - Forêt de la HARDT - Canal de HUNINGUE, que dans les VOSGES et en Basse ALSACE, d'ORBÈY à SIGOLSHEIM, cours de la FÉCHT, SELESTAT - cours de l'ILL jusqu'à KOGENHEIM - RHINAU et le cours du RHIN prend d'abord l'aspect d'une organisation de fin de combat.

Mais rapidement, les efforts locaux sont enroulés à l'échelon C. A. et Armée, et un plan de destructions et d'organisations successives est établi et mis en chantier. Les premières positions restent du domaine des Grandes Units en ligne, alors que l'implantation et les travaux des positions arrière sont confiés au Génie de l'Armée.

Cependant, dans cette période, les intempéries, neige et froid intenses, compliquent considérablement le travail de remise en état des voies de communications qui s'allongent devenues, par suite de la poche ennemie en ALSACE, qui oblige à contourner les VOSGES pour assurer la liaison entre nos deux Corps d'Armée.

Enfin, sur le RHIN, d'abord dans la région de RHINAU et au Sud de KEMBS, puis, par la suite, de BALE à GAMBESHEIM, après la réussite de notre offensive de COLMAR, la "garde au RHIN" présente à la fois un caractère défensif et celui d'une préparation à la traversée ultérieure du grand fleuve.

- 40.- Lors du passage du dispositif offensif à la défensive sur les positions acquises, on voit confier au Génie toute une série de travaux n'exigeant point une compétence particulière, tels que pose de réseaux, création d'emplacements d'armes automatiques, pose de mines, etc... Ceci tient évidemment de l'étendue des fronts (24 Kms. pour la seule 9^e D.I.C.) qui ne permet pas de trouver des effectifs pour l'exécution de travaux entre les points d'appui et aussi à une grande répulsion des troupes françaises à faire l'effort accompli par les Allemands pour se protéger.

La défaite allemande peut rendre sceptique sur la valeur des travaux très complets d'organisation accomplis par l'adversaire, mais, quand on réfléchit, on s'aperçoit que c'est à cette activité que l'ennemi doit d'avoir tenu avec des pertes inférieures aux nôtres et d'avoir conservé pendant longtemps des réserves qui lui permettaient de maintenir constamment à la défense un caractère agressif.

Il faudra donc à nouveau, peut-être encore plus qu'après 1918, refaire l'éducation de nos troupes et leur montrer que la mise en place de quelques centaines de mètres de concertina et la

création symbolique d'un barrage linéaire de mines ne constituant pas tout l'art de l'organisation du terrain.

Si le Commandement du Génie à tous les échelons a plus ou moins heureusement réagi contre la tendance à considérer les sapeurs comme les seuls travailleurs, par contre, devant le manque de méthode et, par suite, devant les nombreux accidents causés par la mise en place de mines par l'infanterie, certains ont été d'avis que la pose des mines, même en avant des avant-postes, devait être confiée aux seules unités du Génie. Il existe en effet dans l'emploi des mines, une grande technique, à laquelle le sapeur est, par sa formation même, plus préparé que les autres armes. En outre, l'établissement correct des plans de pose, faute desquels la mine est aussi dangereuse pour le défenseur que pour l'assaillant, exige la pratique d'un minimum d'opérations de repérage en usage courant dans le Génie.

En fait, aussi bien dans la mise en place que dans la détection et la relève, la question des mines et pièges, est, par la force des choses, restée du domaine à peu près exclusif des troupes de Génie.

Plans de défense (Voir croquis n° 5 et n° 6).

42. Dans les derniers jours de décembre au 1^{er} C.A., au début de janvier dans le 2^e C.A., le Commandement du Génie prend en mains la coordination des travaux, trop souvent disparates, entrepris par les Divisions et Groupements Tactiques de 1^{er} échelon. Des positions successives couvertes par des zones de destructions complètes sont établies.

Entre ces positions, la destruction des axes de pénétration est également prévue.

43. Au 1^{er} C.A., on porte tout d'abord l'effort sur la position avant, appuyée sur la DOLLER, englobant les ponts de MULHOUSE, suivant le Canal de HUNINGUE puis le RHIN, à partir de l'assise de KEMBS. Non seulement les dispositifs de destructions y sont préparés, l'équipe technique pourvue de consignes bien établies, mais ces dispositifs sont chargés et de nombreux travaux d'organisation sont confiés au Génie. C'est ainsi que le Génie de la 9^e D.I.C. et des éléments du Génie de Corps creusent des abris dans la ville de MULHOUSE, créent des obstacles artificiels, d'autant plus nécessaires que le froid a durci le sol et tari les rivières, rendant certains obstacles naturels absolument illusoire.

Les quantités de matériaux mis en oeuvre sont considérables:

- plus de 20.000 mines,
- 300 T. de barbelés,
- 200.000 sacs à terre.

En arrière, trois positions successives sont établies par les soins du Génie de Corps:

- la 1^{re} derrière TILL,
- la 2^{de} sur la coupure de ST-NICOLAS et la LARGUE,
- la 3^{de} sur la SUARCINE.

44. Au 2^e C.A., l'organisation initiale comprend la préparation d'une série minima des destructions sur le canal du RHONE au RHIN, et TILL, et de dispositifs échelonnés en profondeur sur les axes de pénétration dans les VOSGES. Une partie des dispositifs de la série minima va jouer le 8 janvier lorsque l'ennemi, s'infiltrant entre TILL et le canal, encercle 2 bataillons de la 1^{re} D.M.I. et remonte jusqu'à ERSTEEN. Les destructions aident à arrêter cette progression qui menaçait STRASBOURG.

L'évacuation de STRASBOURG par les Américains a pour résultat l'extension de notre front et l'occupation, par la 3^e D.I.A., d'un secteur de part et d'autre de la capitale de l'ALSACE. Aussi en place, cette G.U. établit en positions arrière une série de destructions sur le canal de la MARNE au RHIN, pour faire face à la menace qui vient du Nord, pendant qu'aide par le Génie de Corps, elle crée une bretelle dans la vallée de la BRUCHE.

- 45.- Le Génie de l'Armée reçoit mission de:
- suivre et contrôler l'état des travaux d'organisation.
 - vérifier la préparation des destructions.
 - déterminer les possibilités d'utilisation des fortifications de BELFORT, de STRASBOURG et du RHIN.
 - coordonner le système de défense des C.A.
 - assurer les conditions de participation des autres armes aux travaux.
 - prescrire à son compte l'organisation d'une position de repli BELFORT, MONTBELIARD.
- Sur la position de repli, deux bataillons: un du 17^e, un du 101^e, sont au plus vite appliqués. Ils créent une série minima de destructions sur la ligne de la MADELEINE — AUTRUGE — ALLAINE, et une série complémentaire sur la SAYOUREUSE, et essaient, sans grand succès d'ailleurs, de faire participer à la fortification les troupes en cantonnement dans la région.
- 46.- Pour jouer son rôle de coordination, le Génie de l'Armée renforce l'E.N. du Génie du 2^e C.A. par l'envoi d'un Officier Supérieur qui prend à son compte la direction des travaux d'organisation d'une position sur les arrières du Corps d'Armée, position à laquelle le commandement américain attache une importance toute particulière.
- Conçue dans le but de:
- barrer les débouchés dans les VOSGES des vallées de la BRUCHE, MUTZIG, MOLSHEIN et VAL DE VILLE.
 - boucher le sarraveur d'OTTBOTT pour éviter un contournement du barrage de MOLSHEIN en direction de la Haute Vallée de la BRUCHE ou une pénétration vers VILLE par la forêt d'OBERNAL.
 - s'opposer à une pénétration dans la vallée d'ANDLAU.
- Cette position est organisée en une série de gros centres de résistance tenus par les troupes en stationnement.
- Les moyens mis en jeu sont: une compagnie et demi du Génie Divisionnaire de la 3^e D.B., à ce moment au repos, un bataillon du 17^e R.C.G., des troupes en stationnement (surtout groupes de Tabors Marocains).
- En outre est alloué un crédit de 30.000 mines, 45 tonnes d'explosifs et 230 tonnes de barbelés.
- 47.- A l'occasion de ces travaux reparait la délicate question de savoir jusqu'à quelle autorité doit être décentralisé le pouvoir d'ordonner le chargement et la mise de feu des dispositifs. Aucune solution générale n'est apportée. Pour les séries minima, le chargement est exécuté à priori et délégation de mise de feu est donnée aux commandants de quartier. A noter que certains dispositifs chargés ont joué prématurément, par suite de l'action de l'artillerie ennemie (Pont V.F. de LUTTERBACH notamment), mais il semble bien que le chargement des dispositifs situés à proximité immédiate de l'ennemi s'impose.

Garde au Rhin

- 48.- La garde au RHIN pose au Génie des problèmes techniques d'une importance primordiale visant simultanément à la préparation du franchissement du fleuve et à la garde de ses rives contre les incursions ennemies.
- Les problèmes concernant la préparation du franchissement avaient fait, depuis longtemps, l'objet de nombreuses études aux différents échelons.
- Une note adressée le 3 octobre 1944 par le Commandement du Génie, au Général Commandant en Chef de l'Armée, insistait notamment sur les points ci-après:
- choix des zones de passages.
 - ampleur de l'opération.
 - préparation matérielle.
 - exécution du passage.

La destruction la plus importante sur cette ligne est, comme pendant la guerre précédente, celle du viaduc de DANNEMARIE, comportant une brèche de 45 m. La réfection de cet ouvrage demande le montage d'une pile de 17 m. édifiée en 40 heures (non compris le bétonnage du socle), le lancement d'un pont B.S. de 30 m. monté en 70 heures, lancé en 15, descendu en 12, le montage et le lancement d'un pont S.D. de 12 m. en 40 heures (voir notice dans le Bulletin de Renseignements n° 6 du Génie de la 1^{re} Armée).

A noter que 300 mines de différents types ont dû être relevées sur les voies ferrées et les abords des chantiers, qu'une épaisse couche de neige rend difficiles les travaux de déblaiement et de construction, et que la crue du début de février produit des affaissements sur les remblais.

Malgré toutes ces difficultés, le 22 février, la section de ligne LURE — MULHOUSE est solennellement inaugurée en présence du Directeur Général de la S.N.C.F.

Les dépôts allaient pouvoir être avancés, les communications routières extérieurement raccourcies et, par suite, le parc auto considérablement ménagé.

En ce qui concerne le choix des zones de passage, il résultait des études que les zones les plus favorables étaient, dans le secteur français, celles de BRISACH, CHALAMPE et de KEMBS — HUNINGUE.

Les reconnaissances faites au far et à mesure que nos troupes bordent le fleuve, montrent l'exactitude de ces conclusions.

L'ampleur de l'opération était, par eux-mêmes des moyens dont nous disposons, réduite au franchissement d'une Division et d'un Combat Command.

Pour préparer les troupes à cette mission d'un caractère particulier, un régiment, le 101^e Régiment de Génie, est mis à l'instruction avant l'offensive de novembre, d'abord dans des écoles américaines, puis sur le RHONE à ESTRESSIN.

Enfin on admettait que le franchissement n'était possible qu'à cette condition de posséder une supériorité énorme sur l'ennemi en artillerie et en aviation et de soumettre le déroulement même du franchissement à un horaire d'ensemble pré-établi dans ses moindres détails.

49. Toutefois, au début de l'année 1945, c'est le problème défensif qui prédomine. Il faut, en première urgence:

- a) Barrer, au moyen de mines et barbelés, toutes les voies d'accès venant du fleuve.
- b) mettre nos postes avancés à l'abri des incursions ennemies.
- c) Fortifier les points d'appui de la ligne de résistance en utilisant au maximum les possibilités offertes par les ouvrages de la ligne MAGINOT et les localités.

En outre, pour s'opposer aux nombreuses traversées effectuées par l'ennemi, soit pour reconnaître nos organisations, soit pour alimenter sa tête de pont d'ALSACE, 300 mines flottantes sont lancées dans le RHIN, dans le courant du mois de janvier, 200 au départ de l'usine de KEMBS, 100 au départ de STRASBOURG; ces dernières, d'après des renseignements fournis par des prisonniers auraient coûté une portière de transport près de GAMBESHEIM.

Entretien des communications pendant les intempéries

50. Le mois de janvier 1945 fut exceptionnellement rigoureux. Nos troupes, réparties sur de très grands fronts, constamment en ligne, accrochés aux pentes neigeuses des VOSGES ou subissant les bombardements et les contre-attaques ennemies dans les villages détruits de la Haute ALSACE, souffrent terriblement. Pour diminuer leurs souffrances, il importe au moins que le ravitaillement arrive très régulièrement. Or, sur les routes verglacées, les camions fatigués par un an de campagne se traînent péniblement. Un effort nouveau est demandé aux sapeurs et pionniers. Dès le mois d'octobre, le Génie de l'Armée a rassemblé étraves et chasse-neige du JURA et des VOSGES; il a fait venir certains de ces engins des ALPES et même des PYRENEES. Des tonnes de gravillon ont été amoncelées le long des routes pour sabler les vitrages. Des effectifs très importants sont ainsi absorbés pour entretenir des lignes de communications démesurément longues.

En effet, la nécessité de contourner les VOSGES par BELFORT, LURE, LUXEUIL, REMIREMONT, SAINT DIE, SAALES, SCHIRNECK, oblige à effectuer, dans de très difficiles conditions, un trajet de 250 kms. avec traversée de 3 cols, pour réunir MULHOUSE à OBERNAL alors que 100 kms. à peine séparent ces deux villes, par la route de plaine que l'ennemi occupe de MULHOUSE à SELESTAT. Cinq bataillons du Génie, 3 Bataillons de Pionniers et de nombreux prisonniers sont ainsi appliqués à ce travail ingrat, mais indispensable.

51. Cependant, notre pare-vento qui, d'ailleurs, manque d'anti-gel, souffre énormément. On peut admettre que plus de N des véhicules des unités est constamment indisponible par suite des accidents mécaniques, collisions, chutes dans les ravins, dûs aux intempéries. Le seul moyen d'économiser nos moyens de transport est de pousser la voie ferrée au plus vite.

Ce travail est accompli en liaison étroite entre nos unités et les sapeurs de l'Armée Américaine. Fin décembre, un bataillon de sapeurs des chemins de fer, en cours de formation, est mis à la disposition de la 1^{re} Armée. Equipé rapidement, il est appliqué sans délai sur la voie ferrée BELFORT — MULHOUSE.

BATAILLE DE COLMAR (20 janvier — 9 février 1945)

(Voir croquis n° 8)

- 52.- En pleine période d'intempéries, le 20 janvier au 1^{er} C. A., le 23 au 2^e C. A., la 1^{re} Armée reprend l'offensive pour anéantir les forces ennemies qui s'accrochent avec l'énergie du désespoir dans la poche de COLMAR (*). Moins de 3 semaines après, l'ALSACE est libérée en totalité et nous sommes sur le RHIN sur tout son parcours alsacien.
- Le terrain se présente très différemment au Sud, sur le front du 1^{er} C.A., et au Nord, sur celui du 2^e; mais sur ces 2 fronts, les obstacles opposés à notre avance par l'ennemi et la nature sont sérieux et denses, et l'effort du Génie pour les surmonter devra être immense.
- 53.- Au Sud, 3 lots, hauteurs boisées de THANN, forêt de NONNENHEIM et forêt de la HARDT, séparés entre eux respectivement par la vallée de la THUR de CERNAY, et celle de la DOLLE d'ENSISHEIM. Dans les couloirs, de nombreuses cités souterraines qu'il faudra enlever de vive force les unes après les autres. Les trous sont truffés de mines que recouvrent 60 à 80 cms. de neige. La traversée des coupures THUR-ILL - Canal du RHONE au RHIN - Canal de la HARDT, est rendue encore plus difficile par une crue consécutive à la fonte des neiges. Il ne faudra pas moins de 14 jours, du 20 janvier au 3 février, pour rompre le dispositif d'un ennemi qui profite du terrain pour se rétablir chaque fois qu'une percée est intervenue dans la ligne de contact.
- 54.- Au Nord, dans le secteur du 2^e C.A., l'offensive débouche de la plaine gelée et, par suite, plus propice à l'engagement en masse des blindés, mais les obstacles ne sont pas moins nombreux: LILL aux multiples bras, Forêt de COLMAR, villages où l'ennemi mène une lutte acharnée en surface et dans les caves, comme à JEBSHEIM, et naturellement de nombreuses mines, la plupart du temps non magnétiques, denses, surtout dans l'ancienne zone de contact.
- 55.- Les réactions de l'artillerie ennemie sont considérables dans les deux zones. Les caractères suivants dans l'emploi du Génie pendant cette période sont à étudier:
- Nécessité de disposer de nombreux moyens en Génie, pour surmonter les multiples obstacles.
 - Problèmes de traversée de vive force de plans d'eau importants abordés pour la première fois pendant cette période.
 - Influence du froid sur l'exécution des travaux.
 - Grand nombre d'ouvrages d'art qu'il a fallu rétablir pour remettre en état les voies de communications.
- 56.- Au Sud, dans le secteur du 1^{er} C.A., la densité en Génie est inférieure à la densité ordinaire. Pour 4 Divisions: 3 Bataillons de D.I. et 1 Bataillon de D.B. et en soutien seulement, 3 Bataillons de Réserve Générale (2 du 150^e Génie, 1 du 161^e, ce dernier opérant comme Génie d'Armée).
- Au Nord, au contraire, le 2^e C. A. dispose de moyens bien plus considérables. Pour une seule D.I. française, la 1^{re} D.M.L., participant à l'attaque avec deux D.B., ce ne sont pas moins de 4 Bataillons de Réserve Générale (17^e et 151^e Régiments) qui sont mis en soutien. En outre, une compagnie américaine de Treadways est à notre disposition. Le 2^e C.A. américain, dispose, à cette époque, de moyens encore plus considérables: 2 bataillons par Division et 2 Compagnies de Bridge train (†) notamment. Or, ces moyens se révèlent juste suffisants, étant donné le nombre et l'importance des obstacles à surmonter.
- 57.- De nombreux cours d'eau présentent des brèches maçonnées de 30 à 50 mètres. L'Infanterie chargée de conquérir les têtes de pont utilise soit des bateaux pneumatiques, soit des passerelles sur madriers ou sur bottes, pour faire passer les premiers éléments.

(*) - La 1^{re} Armée Française rompt, en plus, le 22^e Corps d'Armée Américain, qui attaque d'Ouest en Est entre les deux Corps d'Armée Français.

(†) - 300 yards de matériel Bailey ou Treadway sur camions installés, ainsi que le 2^e C.A. a dû constamment améliorer le transport des 7 Unités mises à sa disposition.

Malgré leurs inconvénients, leur poids et encombrement, difficulté de gonflage à proximité de l'ennemi⁽¹⁾, vulnérabilité, les rubber-boats américains se sont bien comportés lors du passage de l'ILL, les 5 et 6 février, par la 9^e D.I.C.

La passerelle de circonstance en madriers utilisée par la 1^{re} D.M.L. s'est montrée peu maniable. Un matériel d'équipage avec flotteurs en Kapok, comme dans le type français de 1939 ou en caoutchouc moussé (type américain) aurait été préférable. Le Génie de la 9^e D.I.C. trouva plus de satisfaction dans l'emploi d'une passerelle sur flotteurs, plus légère que la passerelle de madriers (15 Kgs. au lieu de 18 Kgs. au mètre), d'une force portante supérieure (40 Kgs. au mètre au lieu de 30), et résistant à des courants de 1m. 50.

Mais une troupe motorisée ne peut vivre que si l'on passe au plus vite un minimum de voitures: Jeeps, Dodge, canons antichars, sanitaires. Le matériel M. 2 dont disposent les Divisions ne donne plus entière satisfaction lors de sa mise en oeuvre, en tant que pont léger. Le 20 janvier, un tel pont, lancé sur la DOLLER large de 24m. et à courant nul, demande 5 heures d'efforts pour livrer passage aux premiers véhicules: le froid rendant pénibles les déplacements à bras, les difficultés d'abattage du sol gelé des rampes et les réactions de l'ennemi sont la cause de ce retard.

Le 6 février, à ENSISHEIM, sur l'ILL dont le courant atteint 1m. 50 le lancement échoue. Le matériel Treadway de la 1^{re} D.B. permet de sauver la situation et d'assurer le débouché de la 9^e D.I.C.

Ce dernier matériel se révèle excellent, et de possibilités, même en courant rapide, très supérieures à celles antérieurement escomptées. Son plus grand défaut, (ancrage défectueux) fut réduit grâce à l'ingéniosité des exécutants. Il s'est confirmé en outre extrêmement intéressant pour le franchissement des petites coupures de 8 à 10 mètres, par mise en oeuvre de 2 à 3 files de chemins de roulement sans support intermédiaire.

38. Le froid gêne considérablement tous les transports, y compris les transports à bras de matériel de franchissement au voisinage de l'ennemi: il empêche, d'autre part l'utilisation des bulldozers qui ne peuvent rien quand la terre est gelée sur 1m. de profondeur.

Elle complique considérablement le problème de la détection et de la relève des mines. Les mines anti-chars plantées antérieurement, sont recouvertes d'une épaisseur de neige de 50cms. à 1m. dont la partie supérieure forme une couche glacée rendant impossible le fonctionnement des détecteurs. De plus, sur la neige fraîche, l'ennemi a placé des schumines en grande quantité⁽²⁾ rendant le déminage lent et dangereux. Il arrive même que du fait de la couche glacée qui fait pont, de nombreux convois et même des chars traversent les barrages minés sans accident, mais les chocs successifs des roues finissent par émietter ce pont fragile et le barrage est révélé par l'explosion d'une mine au passage du 10^e ou 100^e véhicule. Quand le dégel se produit, les mines reprennent toute leur virulence.

De toutes façons, le déminage dans la neige est très lent. Ainsi, la construction du pont de VIEUX THANN ne peut-être entreprise que de nombreuses heures après la libération de la brèche.

39. Dans cette courte période d'un peu plus de 2 semaines, nos troupes ont rencontré des obstacles nombreux, puissants et bien agencés: tous les ponts sont détruits, ainsi que certains carrefours importants, la majeure partie des passages en-dessous des voies ferrées coupés de façon à obstruer les routes; grâce à l'effort et à l'allant des cadres et troupes du Génie, ces obstacles sont vaincus sans retarder en rien le rythme de la progression.

Ce travail immense se manifeste par la qualité et le nombre des franchissements réalisés.

Des ouvrages extrêmement intéressants du point de vue technique sont ainsi établis:

- Pont Bailey d'ENSISHEIM, de plus de 49 mètres, d'une seule portée; le pont est lancé en moins de 22 heures par une seule compagnie du Génie de Corps.

(1) - Il fut nécessaire de gonfler les bateaux de 4 T. au compresseur à 800 m. mètres de la rive, d'où grande fatigue pour les équipes de porteurs.

(2) - Densité atteignant souvent 3 mines au m².

- Pont Bailey de STAFFELFELDEN, long de 35m. seulement, mais dont le rétablissement est retardé par la nature de la destruction qui nécessite le découpage au chalumeau du tablier métallique des débris du pont permanent.
- Pont Bailey de BOURTZWILLER, de 43 mètres, construit dans le temps record de 2h. 45 grâce à l'utilisation d'un effectif important.

Le nombre des ouvrages rétablis est considérable:

- 128 ponts construits en un peu plus de 2 semaines, soit à peu près autant que pendant les 4 premiers mois de la campagne.

Au 1^{er} C. A., 1.200m. de brèches sont franchies:

- 190 par passerelles,
- 100 par ponts M.L.
- 250 par Treadways,
- 430 par Baileys,
- 250 par ponts en charpente.

La seule I^{re} D.M.I. rencontre 71 ouvrages détruits, et répare 21 ponts.

Première phase

LIBERATION DE LA BASSE ALSACE ET CONQUÊTE DU PALATINAT

(15 — 20 mars 1945)

62. Le 15 mars, à 7 heures, la 3^e D.I.A. qui tient depuis un mois au sud de la Forêt de HAGUENAU un secteur entre KALTENHOUSE et le RHIN, se porte à l'attaque de la ligne "ANNE-MARIE" position avancée de la ligne SIEGFRIED. Pour appuyer à l'Est l'offensive de la VII^e Armée U.S., le C.C.6. de la 5^e D.B. est mis à la disposition de la 3^e D.I.A. Comme le groupement blindé agit loin du reste de la Division demeurée à MOLSHEIM, on lui donne les moyens nécessaires pour ouvrir la voie aux chars parmi les multiples coupures que l'on sait devoir rencontrer: 2 Compagnies de Combat, 3 engins et la totalité des moyens de franchissement disponibles.

Les obstacles à vaincre sont particulièrement nombreux. Les positions, parfaitement camouflées dans des forêts épaisses, sont couvertes par une série d'obstacles naturels ou artificiels: EBERBACH — SAUER — SELZBACH — LAUTER en avant de la ligne SIEGFRIED, fossés antichars et dents de dragons à l'intérieur de cette ligne, mines partout.

On ne peut, par suite, se contenter des moyens organiques, et pas moins de 3 Bataillons de Réserves Générales sont, soit distribués au G.D.B. soit appliqués en soutien dans le sillage de la Division pour rétablir les itinéraires STRASBOURG — SELTZ — LAUTERBOURG — KANDEL et BISCHWILLER — SOUFFLENHEIM — LAUTERBOURG.

C'est donc la valeur de près de 3 Bataillons travaillant en parfaite coordination qu'il est nécessaire de mettre en chantier sur le front d'une unique division.

63. Les remarques suivantes ont été faites pendant cette période:

a) Du point de vue des Génies Divisionnaires:

- Travail très dur du dégagement de densas champs de mines en majorité indétectables et d'abatis profonds, même dans une ambiance de combat meurtrier. C'est ainsi que, le 15, la Compagnie 832 qui débouche en avant du 4^e R.T.T. est prise entre deux feux dans le camp d'ÖBERHOFEN, et n'arrive à se dégager qu'en combattant en milieu des fantassins. Toutefois, le Génie de la 3^e D.I.A. ne relève pas moins de 700 mines antichars, 1.500 mines anti-personnel, et dégage près de 6 kms d'abatis.
- Nécessité pour le Génie de D.B., qui doit aller toujours de l'avant et rétablir au plutôt les itinéraires en avant des chars, de disposer de véhicules à l'épreuve pour le transport du personnel qui doit déblayer au plus vite les obstacles bantés par les blockhaus, les mitrailleuses avancées et le feu des "snipers" perchés dans les arbres.
- Intérêt présenté par le matériel Treadway pour les franchissements sans supports intermédiaires des coupures inférieures à 15 m. de portée (le Génie de la 5^e D.B. lance 15 ponts de cette nature représentant une longueur totale de 205 m.).

b) Pour le Génie de C.A.:

Outre le fait déjà signalé de posséder un grand nombre de bataillons en appui des bataillons divisionnaires, nécessité de disposer d'un très important approvisionnement en Bailey, en partie sur roues. Dans le cas d'espèce, pas moins de 7 unités, soit 280 m. de pont de 40 T., ont été utilisées. Le manque de moyens de transport a fortement gêné l'amenée de ce matériel.

Deuxième phase

FRANCHISSEMENT DU RHIN (31 mars — 4 avril 1945)

64. Le 25 mars, dans la soirée, le Général Commandant l'Armée convoque à son P.C. à GUEB, WILLER le Général Commandant le 2^e C.A. et ses Divisionnaires, ainsi que le Général Commandant le Génie de l'Armée, en vue de décider des mesures à prendre pour réaliser le franchissement du RHIN, en aval de STRASBOURG, dans les plus brefs délais. La 7^e Armée américaine vient, en effet, de traverser le fleuve dans la région d'OPPENHEIM, à près MANNHEIM et descend en direction de SPIRE. Il importe, pour le prestige et l'honneur de la FRANCE, que son Armée franchisse le RHIN sans plus tarder.
65. Dès le 26 mars, à 6 heures, un P.C. tactique du Génie de l'Armée s'installe à SELTZ, et dans la soirée du même jour, le matériel de franchissement commence à arriver. Il est camouflé dans la forêt voisine.
- Du 26 au 28 mars, les reconnaissances sont décuplées, tout d'abord en zone française, puis en zone américaine, à LEIMERSHEIM et GERMERSHEIM, tandis que des négociations sont menées pour étendre la zone d'action de l'Armée jusqu'à SPIRE afin de profiter à la fois de conditions techniques plus favorables et de l'aide tactique que nos alliés peuvent nous apporter par leur progression vers le sud.
66. Le 28 mars, la décision est prise de faire franchir le fleuve dans la région de GERMERSHEIM à une division d'infanterie (2^e D.I.M.) et un Combat Command (C.C.4. de la 5^e D.B.).
- Le rassemblement du matériel et des munitions commence. La relève des Américains doit s'achever le 31 à 0 heure, et l'opération se déclencher, en principe, dans la nuit du 1^{er} au 2 avril, au plus tôt, et probablement au cours de celle du 2 au 3.
- En raison de l'évolution favorable de la situation militaire générale, le Général d'Armée, sollicité d'ailleurs dans ce sens par le Général de GAULLE, décide de brusquer l'opération, avec les moyens dont on dispose, dès le 31 mars.
67. Conçu tout d'abord sous forme de coups de main, l'opération, après un démarrage difficile, s'étend progressivement à GERMERSHEIM dans les journées du 31 mars et 1^{er} avril pour prendre l'allure initialement prévue dans le plan élaboré le 28 mars, tandis qu'à SPIRE, par moyens de fortune progressivement renforcés, la 3^e D.I.A. traverse son infanterie sans réaction de l'ennemi.
- L'évolution favorable de la situation à SPIRE permet d'entamer, dès le 1^{er} avril, la construction d'un pont en ce lieu.
- En outre, à partir de cette même date, nos alliés nous concèdent certains crédits de circulation sur leur pont de MANNHEIM.
- Profitant de ces 2 passages à grand rendement et des passages discontinus de GERMERSHEIM, la totalité des 3^e D.I.A., 2^e D.I.M., et 5^e D.B. est jetée à l'Est du RHIN. Le 4 avril, appuyé par le C.C. 4, la 3^e D.I.A. pousse de SPIRE sur EPINGEN - BRACKENHEIM, tandis que, précédée du C.C. 4, la 2^e D.I.M. progresse rapidement, en dépit des obstacles, sur l'axe GERMERSHEIM — BRUCHSAL — PFORZHEIM.
- On étudiera successivement:
- 1^o - Les reconnaissances du fleuve;
 - 2^o - Le rassemblement du matériel et du personnel;
 - 3^o - Le plan prévu initialement pour l'opération;
 - 4^o - Les franchissements d'assaut et passages discontinus;
 - 5^o - La construction du pont de SPIRE.

1° Les reconnaissances.

68.- Le 25 mars, la Première Armée Française borde le RHIN de BALE à MAXIMILIANSAU. C'est d'abord dans cette zone que les reconnaissances sont opérées. Déjà, auparavant, la rive gauche du fleuve et le fleuve lui-même avaient été méthodiquement étudiés entre BALE et STRASBOURG, en ce qui concerne les possibilités d'accès et les couverts de la rive amie, les facilités de mise à l'eau des embarcations d'assaut, la largeur de la rivière, la vitesse du courant, les difficultés de navigation, et enfin la défense que l'ennemi pouvait opposer.

De ce dernier point de vue, la zone française n'est pas favorable. Un triple jeu de casemates très denses, d'où la ligne de la digue est partout visible, menace de bloquer l'assaut dès le départ des flotilles, si une préparation d'artillerie préalable ne détruit pas ou, tout au moins, ne neutralise ces ouvrages. Toutefois, deux zones ont été reconnues comme les plus favorables au franchissement d'assaut, la 1^{re} entre MARKOLSHEIM et BRISACH, l'autre aux environs du barrage de KEMBS. Un coup de main important mené, le 17 mars, sur ce dernier point, montre qu'une opération méthodique et puissante doit permettre d'atteindre et d'occuper la rive adverse.

69.- En aval de STRASBOURG, les reconnaissances opérées dès le 26 mars n'ont permis de trouver aucun emplacement favorable. A SELTZ, un pont de 4 tonnes sur la route d'accès s'oppose, dès le départ, à l'arrivée de moyens de franchissement puissants.

A LAUTERBOURG, la défense ennemie est particulièrement forte. Toutefois, à cet endroit, la rive gauche présente une légère concavité et surplombe la rive droite, favorisant ainsi les concentrations des feux.

La zone de KARLSRUHE semble à rejeter a priori, car, quoique les renseignements soient imprécis, il semble que la 257^e D.I. allemande se soit regroupée sur cette ville.

Le Général Commandant le 2^e C.A. ordonne alors les reconnaissances sur LEIMERSHEIM, dans la zone U.S., mais à la limite avec notre Armée et où l'on pourrait très probablement obtenir l'autorisation d'agir par simple accord local. Les reconnaissances entreprises dans l'après-midi du 26 montrent que la région est assez favorable, mais elle ne se prête guère à des opérations de grande envergure.

70.- Aussi, le 27, dans la matinée, entre-t-on en pleine zone U.S. la reconnaissance de la région de GERMERSHEIM. Cette reconnaissance est entreprise au moment où nos Alliés terminent le nettoyage de la ville.

(Voir croquis N° 9)

La zone se divise en deux parties nettement différentes. Au Sud, face à la vieille ville fortifiée, une véritable esplanade le long du RHIN, admirablement desservie par d'excellentes voies de communications, deux accès de passage tout préparés à l'emplacement d'un ancien pont et d'un ancien bas, un petit port. Mais en face, un réseau de casemates serré et profond; on ne peut guère déboucher de ce secteur que lorsqu'on possède le haut rebord de la voie ferrée qui limite au Sud le compartiment de terrain. En résumé, zone très propice au franchissement par pontons et par pont, mais non au franchissement d'assaut.

Au Nord de RHEINSHEIM, l'aspect est entièrement différent; deux bras morts communiquent avec le RHIN, ceux de GRUNINSEL et de FALTREIN, propres aux embarquements dans les bateaux d'assaut. Par contre, accès suffisants pour l'infanterie et les voitures légères, mais pas pour véhicules lourds. En face, peu de casemates bétonnées, mais des ouvrages de campagne, bien situés, face aux bras morts. Un inconvénient, les Américains ne tiennent solidement que la digue insubmersible, et bien que les reconnaissances aient pu s'effectuer sans difficultés dans le SCHWARZWALD, on sait que l'île Sud de FALTREIN est occupée, et que des mitrailleuses lourdes y sont installées. Cette zone est toutefois la plus favorable de celles étudiées pour les franchissements d'assaut. Aussi, le plan d'emploi du Génie est-il immédiatement conçu dans ses grandes lignes: Effort principal d'assaut au Nord, effort de franchissement lourd au SUD, dès que le glissement de nos troupes jusqu'au rebord de la voie ferrée l'aura permis.

2^e Rassemblement du Matériel.

71. Le Commandement interallié ayant prévu le franchissement du RHIN par l'Armée Française derrière la VII^e Armée U.S., nous ne possédons qu'un matériel extrêmement réduit, même en groupant en pool tout les moyens divisionnaires.

Le matériel d'assaut comprend uniquement:

- 125 demi-bateaux américains M. 2
- 76 propulseurs.

En ce qui concerne le matériel de pontage, outre l'équipage Treadway de la 5^e D.B. et l'Heavy-Ponton du 211^e Bataillon de Ponts Léger, nous disposons d'un important matériel de fabrication française.

En effet, dès le 7 septembre 1944, le Général Commandant le Génie de l'Armée a envisagé le cas où les forces françaises seraient amenées à traverser le RHIN sans l'aide de nos Alliés. Fauts de pouvoir faire fabriquer rapidement du matériel d'une force portante supérieure, il a commandé dans les chantiers français 600 m. de ponts de 10 T. (matériel français type 1933, légèrement modifié et désigné Type 1944). Ce matériel commence à sortir au début de février; le 25 mars nous possédons déjà 80 bateaux, en majorité divisibles en deux parties et 300 m. de travées, dont de quoi faire un pont complet avec une maintenance faible, et, le cas échéant, de remplacer dans les dernières vagues le matériel d'assaut américain par un matériel moins maniable, mais à plus fort rendement.

A noter que l'exécution des transports des dépôts d'ALSACE à la rive de franchissement n'a pas demandé moins de 4 400 camions et 30 porte-chars.

Pour les opérations de franchissement et de pontage le Génie de l'Armée dispose des unités ci-après:

- 101 ^{me} Régiment du Génie :	bateaux d'assaut-pont 1944.
- 96 ^{me} Bataillon :	portières Treadway.
- 231 ^e Bataillon :	Matériel Heavy-Ponton.
- Bataillons 11/17 et 1/151 :	en réserve, aménagement des accès.

72. Avec le matériel dont on dispose ainsi, il n'est possible de traverser de vive force simultanément, le 31 mars, que deux bataillons; mais, à la date du 2 avril, initialement adoptée pour l'opération, on pouvait espérer traverser simultanément 4 bataillons et conserver une réserve importante.

En effet, pendant que s'opèrent des reconnaissances, des négociations sont entamées par le Général Commandant le Génie de l'Armée auprès du Génie du 6^e C.A.U.S. pour obtenir un renforcement substantiel de nos moyens. Aussi, le 28 mars, lorsque le Commandement allié accepte de remonter notre ligne jusqu'à SPIRE, un important matériel nous est alloué:

- Matériel d'assaut: - 200 demi-bateaux M. 2
 - 50 bateaux d'assaut
 - 50 storm-boats

avec, les propulseurs correspondants.

Matériel de pontage:

- 2 équipages de pont Treadway (250 m. de pont chacun) transportés en vrac, l'un par camions dans la région de GERMERSHEIM, l'autre par V.F. en gare d'OBERNAL.
- Enfin, 2 unités de matériel Heavy-Ponton (100 M. de pont).

Mais tout ce matériel provient soit des Armées alliées qui, dans le Nord, ont achevé leurs opérations de franchissement, soit des bases arrière, et il n'arrivera, par suite, que très progressivement.

Les bateaux d'assaut parviennent au lieu d'utilisation le 31 mars, jour du franchissement. Il ne s'agit cependant pas de navires, car ils permettent de compenser les pertes assez lourdes.

21. Mais même s'il était arrivé au début de l'opération, le matériel total:
- | | |
|--------------------------|----------------------------------|
| - 310 demi-bateaux M. 2. | - 300 m. de ponts Mie. 44 |
| - 65 Storm-boats | - 600 m. de ponts Treadway |
| - 50 bateaux d'assaut | - 400 m. de ponts Heavy-Pontoons |
- est été très inférieur à celui dont disposait, à la même époque la 3^e Armée U.S.:
- | | |
|---------------------------|-------------------------------------|
| - 1.500 demi-bateaux M. 2 | - 2.300 m. de Ponts Bailey flottant |
| - 300 storm-boats | - 3.600 m. de pont Treadway |
| - 15 L.C.M. | - 730 m. de ponts Heavy-Pontoon |
| - 24 L.C.V.P. | |

3^e Plan de l'opération.

22. Le 31 mars à O.H., la relève des forces américaines doit être terminée jusqu'à hauteur de SPIRE. Du Nord au Sud, la rive gauche est tenue:
- de SPIRE inclus à MECHTERSHEIM exclus, par le Groupement BONJOUR de la 3^e D.L.A.
 - de MECHTERSHEIM à GERMERSHEIM inclus par la 2^e D.I.M.
 - de GERMERSHEIM à LEINERSHEIM exclus par le gros de la 3^e D.L.A.
 - à partir de LEINERSHEIM par la 9^e D.I.C.

Seule la 2^e D.I.M. est dotée d'un matériel de franchissement important, mais des coups de main sont prévus dans les autres secteurs pour sonder l'ennemi et profiter de toutes les circonstances favorables qui peuvent se présenter. Enfin, une feinte sera effectuée à LAUTERBOURG où une compagnie de fumigènes doit entrer en action le jour J-1, ce qui, avec l'action de l'artillerie, doit donner l'illusion du déclenchement imminent d'un franchissement.

Elaboré le 28 mars dans une réunion par le Général Commandant le 2^e C.A. à son P.C. de BRUMATH, mis au point le 29 au P.C. de la 2^e D.I.M., le plan de l'opération principale est conçu sur les bases suivantes, qui résultent des reconnaissances et des possibilités en matériel reçu en escoupe.

- Sont successivement envisagés:
- les franchissements d'assaut,
 - les passages discontinus de véhicules,
 - la construction de ponts,
 - la répartition du matériel et la date de l'opération.

23. Franchissement d'assaut.

Le front d'attaque, ainsi qu'il résulte de la reconnaissance, est divisé en deux parties. Dans la partie nord, région des bras-morts propice aux franchissements de vive force, on embarquera les deux régiments chargés de l'effort principal, au nord 152^e Régiment d'Infanterie dans l'ALTRHEIN plage A, au sud, 4^e R.T.M. dans le bras mort de l'ASPENLOCH, plage B.

Après achèvement de la traversée de la 1^{re} vague, on utilisera une 3^e plage "C" à l'extrémité nord de GRUNENSEL. 60 bateaux propulsés seront attribués à chaque plage. On espère ainsi jeter, sur la rive adverse, en une seule vague, 600 hommes qui s'empareront, en un premier temps, de la région boisée entre la digue du RHIN et la digue insubmersible, puis se porteront sur PHILIPPSBURG et RHEINSHEIM. L'opération commencera à 5 heures sans préparation d'artillerie, mais sera appuyée par un puissant engagement de 8 groupes. L'heure choisie doit permettre de profiter de la nuit pour réaliser les embarquements et les premiers passages tout en commençant la conquête de la tête de pont aux premières heures du jour.

Plus au sud, où le secteur est moins favorable par suite de la présence, sur la rive droite, de nombreuses casemates, on lancera d'abord un fort commando d'une centaine d'hommes pour couvrir ces ouvrages fortifiés. L'opération sera préparée par les Tanks Destroyers qui tireront dans les embrasures et exécutée en partant du pont de GERMERSHEIM.

Puis, lorsque les casemates seront neutralisées, le 5^e R.T.M. passera, à son tour, et aura mission de s'emparer de NEGWIESER.

76.- Passages discontinus de véhicules.

Vers 7 heures, on peut espérer avoir ainsi débarqué 4 Bataillons sur la rive droite. Alors commenceront les mouvements de véhicules. Ceux-ci s'effectueront d'abord sur 4 portières M.2 transportant simultanément 3 Jeeps ou 4 Dodges de 750 kgs. en 15 minutes.

A la même heure, on espère pouvoir commencer le lancement des cinquièmes de 4 traîles:

- la 1^{ère} en matériel Treadway partira de la plage B;
- la 2^{ème} en matériel Heavy-Pontoon (TO-) fonctionnera à l'emplacement d'un ancien bar réunissant le GRUNINSEL à la rive droite;
- la 3^{ème} (T1) également en matériel Heavy-Pontoon sera mise en oeuvre à l'École de Ponts de GERMERSHEIM;
- la 4^{ème} (T2) toujours constituée avec le même matériel en aval de l'ancien pont de bateaux.

On peut espérer que ces portières lourdes, aptes à traverser non seulement les camions, mais les engins blindés les plus lourds, pourront fonctionner dans la soirée de J et passer à partir de ce moment, 8 véhicules lourds à l'heure.

Ponts:

On pense mettre en oeuvre le pont en matériel 44 à l'emplacement de l'ancien pont de bateaux et le livrer à la circulation dans la soirée de J + 1. Le matériel Treadway servirait, dès sa réception, à le doubler.

77.- Répartition du matériel.

On compte répartir comme suit le matériel dont on disposera après renforcement par nos alliés:

- sur les plages - 160 demi-bateaux M.2.
 - 20 Storm-boats.

Réservé pour la construction de portières légères:

- 24 demi-bateaux M.2.

Pour la construction des portières lourdes:

- 150 m. de matériel Treadway.
- 200 m. de matériel Heavy-Pontoon.

Pour la construction des ponts:

- 300 m. de pont Mle. 44.
- 300 m. de pont Treadway.

En maintenance:

- 126 demi-bateaux M.2.
- 45 storm-boats.
- 50 bateaux d'assaut.
- 122 propulseurs de 22 C.V.
- 50 propulseurs de 35 C.V.
- 150 m. de ponts Treadway.
- 200 m. de ponts Heavy-Pontoon.

78.- Modifications apportées au plan initial.

Le 30 mars, le Général Commandant en Chef la 1^{ère} Armée Française reçoit, du Général de GAULLE, un télégramme lui demandant, dans l'intérêt national, d'entreprendre d'urgence le franchissement prévu. Il faut accepter de courir les risques correspondants à cette opération brusquée.

La situation est, à ce moment, la suivante:

La 7^{ème} Armée U.S. a franchi le NECKAR; elle occupe BRUHL, à 10 kms sud de MANNHEIM, et avance en direction de BRUCHSAL. Notre franchissement sera donc appuyé sur le flanc gauche, mais il est à craindre que l'ennemi ne résiste fortement pour permettre le décro-

chape des forces qui font face, au nord, à l'avance américaine. D'autre part, les moyens de franchissement dont on dispose ne permettent encore que le passage, sans grande réserve de la valeur de 2 bataillons débouchant de la zone des bœufs morts.

Enfin, et c'est là le point le plus grave, si le Génie, arrivé dans la région de GERMERSHEIM dès le 29 mars, a pu effectuer ses reconnaissances et préparer l'opération technique, l'infanterie ne gagne ses emplacements de départ qu'au cours de la nuit du 30 au 31, et la liaison entre les deux armes ne peut être, par la force même des choses, que fort incomplète.

Le Général Commandant la 2^e D.I.M. prend, par la suite, la décision suivante: Préparer pour le 1^{er} avril l'opération générale suivant le plan précédemment adopté, mais opérer, en fin de la nuit du 30 au 31 mars, deux reconnaissances offensives de la valeur d'un bataillon chacune.

Au nord, un bataillon du 151^e Régiment d'Infanterie partira de la plage A; au sud, un du 4^e R.T.M. de la plage B, après une préparation d'Artillerie de 15 minutes.

Si ces coups de main réussissent, l'infanterie débarquée se rabattra vers le sud jusqu'au remblai de la voie ferrée et permettra de reprendre progressivement le plan de franchissement initialement prévu.

S'ils échouent, l'entreprise sera reprise le lendemain suivant le scénario précédemment mesuré.

4^e Franchissement d'assaut et passages discontinus à SPIRE et GERMERSHEIM.

Situation le 30 au soir.

29. Dans l'après-midi et la soirée du 30 mars, le Commandement du Génie appelle à nouveau l'attention des Commandants de Régiments sur la nécessité de tenir fortement la rive gauche. Les renseignements fournis le 27 mars par les Américains montrent en effet la présence d'éléments ennemis dans l'île sud de l'ALTRHEIN. Une reconnaissance de l'île GRUNSEL, le 30, dans la matinée, trouve également des traces de sautiers ferrés fraîchement imprimés venant de la rive du RHEN et se dirigeant vers l'intérieur; le drapeau blanc qui flotte aux fenêtres de la ferme ne suffit pas pour rejeter la présence, tout au moins momentanée, d'ennemis sur la rive gauche. Enfin, le 30, à la tombée de la nuit, une action d'armes automatiques assez sérieuses se fait sentir sur le chantier de mise à l'eau des bateaux sur la plage A. Elle semble provenir de la maison de navigation située sur la rive N.E. Puis, vers 22 h., un tir nourri de mortiers s'abat sur les bateaux, détruisant 3 d'entre-eux, et blessant quelques sapeurs. Le 151^e R.I. à nouveau alerté, fait occuper l'île sud de l'ALTRHEIN par une section.

Cette alerte peu grave en elle-même, indique que l'ennemi a repéré nos préparatifs, au moins sur la plage A. L'occupation de l'île, si elle est complétée par la prise de la maison de navigation, peut permettre d'y passer; toutefois, par mesure de protection, une variante est préparée par le Commandement du Génie, prévoyant l'utilisation de la seule plage B pour l'embarquement simultané de deux bataillons du 151^e R.I. et du 4^e R.T.M. Le reste de la nuit est relativement calme.

30. On apprend, indice favorable, que les Américains ont atteint HOCKENHEIM, à 8 kms à l'Est de SPIRE. Cette avance a pour effet de dégager la rive en face de cette ville, et dès 21 h 30 du matin, utilisant 6 bateaux pneumatiques, un coup de main du 3^e R.T.A. de la 3^e D.I.A. emplit, sans incident, la rive ennemie, après avoir dérivé de 600 m. environ. Les rotations sont longues, 1 heure en moyenne, mais ces moyens improvisés permettent cependant de jeter à 11 h 30 un bataillon complet sur la rive droite. Les réactions de l'ennemi, par rafales d'armes automatiques, tirs de mortiers et d'artillerie, ne se déclenchent que fort tard (à partir de 8 h.) et n'ont aucun effet sensible sur les opérations si ce n'est un déplacement de la plage d'embarquement.

Passage de l'Infanterie à GERMERSHEIM.

- 81.- Vers MECHTERSHEIM, les sapeurs sont, à la même heure, en état d'alerte, le Compagnon 101/1 à la plage A, la Compagnie 101/3 à la plage B. Les itinéraires d'accès aux plages sont aménagés et balisés, les sens de circulation établis, l'accès à la zone de franchissement réglementé. Les plages elles-mêmes sont balisées à l'aide de panneaux lumineux. Les Commandants de plage attendent l'Infanterie à embarquer, qui doit arriver vers 4 h.

La première compagnie se présente avec un peu de retard sur la plage A, mais celle qui aurait dû s'embarquer plage B, par suite d'une confusion, résultat des reconnaissances incomplètes, se dirige vers le GRUNINSEL, où il faut aller la rechercher.

- 82.- Cependant à 4 h.45, la préparation massive s'abat: la Section qui est entrée dans l'île sud de l'ALTRHEEN s'est repliée le long du bras mort. Cette précaution ne semble pas inutile, car de nombreux coups courts tombent sur la rive amie. A 5 h, le tir de préparation est levé et est reporté en engagement à environ 200 m. plus à l'est. Cependant, des coups continuent à tomber sur la rive amie. Le démarrage de la plage A s'effectue, par suite, avec 15 minutes de retard. Dès le démarrage, les 15 bateaux constituant la vague sont accueillis par les feux d'armes automatiques ennemis installés dans l'île même, après repli de notre section de protection. La vague fait demi-tour. La tentative a échoué, tout au moins provisoirement.

- 83.- A la plage B, le Commandant de plage ayant, avec peine, pu remettre la main sur la Compagnie à embarquer, donne l'ordre de démarrage à 6 h.40. 12 bateaux traversent, malgré une forte réaction adverse par armes automatiques et mortiers.

A 7 h.50, une 2^{ème} vague de 15 bateaux démarre. A noter qu'une demi-heure au moins a été perdue pour le départ de cette vague, l'Infanterie n'ayant pas voulu embarquer en l'absence du Commandant d'Unité qui s'était égaré. A 8 h., 320 hommes du 4^e R.T.M. sont passés sur l'autre rive, mais ils sont collés au perré rive droite par le feu des mitrailleuses lourdes ennemies, et ne réussissent pas à progresser. L'ennemi ajuste sur ses bateaux un tir nourri d'armes automatiques et de mortiers. Les mouvements n'en continuent pas moins, mais par bateaux isolés et non par vagues. Nos pertes sont lourdes: il faut faire appel à la réserve de propulsistes fournis par le 1^{er} Régiment du Génie et à la maintenance en matériel. Cependant, la plage B continue à débiter, et à 9 h., deux compagnies du 4^e R.T.M. sont passées sur la rive ennemie, elles commencent à déboucher de la tête de pont et avancent jusqu'à la digue insubmersible.

Le Colonel Commandant le 4^e R.T.M. arrête alors les passages de personnel, estimant que, vu les faibles dimensions de la tête de pont et les réactions des mortiers et des automoteurs ennemis, une accumulation de troupes sur la rive droite serait plus nuisible qu'utile. Toutefois, les transports du reliquat du Bataillon, du matériel et de munitions, les évacuations sanitaires, continuent sans interruption. A 12 h., une contre-attaque partant de la zone boisée que nous n'occupons pas, au nord de la plage de débarquement entre les 2 digues, échoue.

En fin d'après-midi, le Bataillon glisse vers le sud et s'empare de la casemate qui fait face à l'île GRUNINSEL.

L'héroïsme des sapeurs dans cette phase critique a décidé du succès de l'opération.

- 84.- Cependant, le résultat n'est qu'incomplet, car pas un homme du 151^e R.I. n'est sur la rive adverse. Dans la matinée, ce régiment entreprend le nettoyage de l'île sud de la plage A et de la totalité de la rive gauche.

A 14 h.30 après une préparation d'artillerie, une 2^{ème} vague est lancée en départ de la plage A. Sur 10 bateaux partis, 2 seulement réussissent à franchir.

Deux tanks destroyers pilonnent alors la casemate ennemie qui s'oppose aux franchissements. A 18 h.30, une 3^{ème} vague de 3 bateaux seulement est lancée. Un seul atteint la rive ennemie. Une quarantaine d'hommes a été débarquée, mais ils ne peuvent déboucher. La plage A est définitivement abandonnée.

85. Le Commandement du Génie met alors en application la variante prévue. Renforçant la plage B, avec 20 bateaux M.2 et 8 Stormboats il décide de faire passer par cette plage une partie des éléments du 151^e R.I. A la tombée de la nuit, les mouvements recommencent. A minuit un bataillon entier est passé, et les éléments débarqués au sud en B rejoignent ceux débarqués directement en A.

Le 1^{er} avril, à 10 h. du matin, le succès est complet. Cinq bataillons ont traversé. Les villages de PHILIPPSBURG et de RHEINSHEIM sont respectivement entre les mains du 151^e R.I. et du 4^e R.T.M. Ce dernier Régiment remonte face à GERMERSHEIM, prenant les casernes à revers, tandis que le premier va chercher la liaison avec le 3^e D.L.A.

On peut alors se rapprocher du plan initialement prévu. Les moyens de franchissement adaptés à la côte nord sont concentrés à la plage B, remontée à l'embouchure du bras mort, tandis que 20 nouveaux bateaux sont mis à l'eau dans le port de GERMERSHEIM pour traverser le 5^e R.T.M.

Passages discontinus des matériels lourds.

86. Ces passages, malgré leur rendement limité, permettent d'attendre la construction des ponts. Ils ont lieu :

- à SPIRE, du 2 au 3 avril, par bateaux M.2 pour le transport des véhicules légers de la 3^e D.L.A.
- à GERMERSHEIM, du 1^{er} au 5 avril, à la fois avec le matériel M.2 pour le transport de véhicules légers et avec le matériel Treadway et Heavy-Ponton pour les véhicules lourds et les chars du C.C.4 et du 2^e Dragons.

Les passages de GERMERSHEIM seront seuls étudiés.

87. Le 1^{er} avril au matin, le franchissement d'assaut de l'infanterie ayant réussi, on peut revenir au plan initial qui prévoyait le passage du 2^e échelon et des véhicules par portières. Celles-ci sont de trois sortes :

- Couples de bateaux M.2 et portières de 3 bateaux propulsés,
- Portières traîle de 4 flotteurs Treadway,
- Portières traîle de 5 bateaux Heavy-Ponton.

88. Le 1^{er}, vers 11 h. du matin, fonctionnent à la plage B, 2 portières propulsées de 3 bateaux M.2 susceptibles de transporter 2 Jeeps ou un Dodge 750 kg., par voyage, et 4 couples propulsés M.2, d'une capacité d'une seule Jeep. La durée de rotation est de 15' par voyage pour la portière, de 12' pour le couple; le rendement est excellent, et, en fin de journée, 130 véhicules légers ont été passés. A 15h.30, 3 nouveaux couples M.2 sont mis en œuvre à la plage du port.

Ils traversent, dans la soirée, tous les véhicules légers du 5^e R.T.M.; le 2 avril, la plage B est abandonnée, mais les passages discontinus se poursuivent au port avec 3 portières et 4 couples qui, entre le franchissement de V.L., assurent la navette des ravitaillements au profit de la 2^e D.L.M.

89. Avec beaucoup de hardiesse, dès le 31 à 15 h., le 96^e Bta., qui doit mettre en œuvre une portière Treadway traverse la cinquième de traîle, mais étant donné la circulation des vagues de personnel, la tension de la traîle se révèle difficile; commencée le 1^{er} avril à 13 h.45, cette opération n'est terminée qu'à 16 h.15, et elle a nécessité l'interruption des passages M.2 pendant cette période. A 18 H., l'appentement est terminé et la portière ayant été achevée, dans le bras mort, dès le 31 à midi, les passages peuvent commencer.

Mais ce matériel se révèle d'un bien faible rendement. Partant d'un bras mort, il faut traverser l'eau morte à la propulsion avant de s'attacher à la traîle et de profiter du courant. Celui-ci n'a d'ailleurs qu'une faible prise sur les flotteurs en caoutchouc et l'embarcation est très lourde. Enfin, les mouvements intenses des bateaux d'assaut dans le galeet gênent terriblement la manœuvre. La durée de rotation atteint 2 heures en moyenne; 4 fois plus qu'il n'avait été prévu.

Elle fonctionne cependant seule tout d'abord, puis concurremment avec les portières Heavy-Ponton, sans discontinuer toute la journée du 1^{er} et la nuit du 1^{er} au 2, et permet le passage de 19 véhicules dont 5 T.D. et 5 chars légers.

90. Le fait d'avoir effectué en 2 phases la conquête de la tête de pont face au bras mort, puis les passages discontinus face à GERMERSHEIM, retarde considérablement la mise en oeuvre des portières Heavy-Ponton.

Terminée le 31 mars, à 12 h., dans le bras mort du GRUNINSEL, la première portière ne peut être amenée à son lieu d'utilisation à l'extrémité de l'île que le 1^{er} au début de l'après-midi, et les passages ne commencent qu'à partir de 15 h.30. La tralle construite le 1^{er} après-midi à l'École de ponts, ne commencera à fonctionner que le 2 à 7 h. La 3^{ème} tralle construite à peu près en même temps dans le port, n'est mise en oeuvre que le 2 à 9 h.

Par contre, le rendement se révèle supérieur à celui de la tralle Treadway. La durée de la traversée est très courte, 5 à 6 minutes; seules les manœuvres des rampes et les opérations d'embarquement et de débarquement allongent la durée de rotation. Celle-ci est de 45 minutes en moyenne, mais, parfois, elle ne dépasse pas une demi-heure.

Aussi, le 2 à minuit, les véhicules d'un escadron de chars du 3^e R.S.M. et d'un escadron du 2^e Dragons ont-ils pu être passés sur l'autre rive, et l'on entreprend le passage des chars du C.C.4.

Le 3, les passages continuent sans incidents notables; toutefois, un des bateaux de la 1^{ère} tralle ayant été légèrement avarié, on limite la force de support de la portière à la classe II.

A partir du 4, progressivement, les portières seront démontées. En effet, d'une part, les besoins diminuent par suite de l'achèvement du pont de SPIRE; d'autre part, tout le matériel Heavy-Ponton sera rassemblé pour la construction projetée d'un pont à MAXAU.

5) Construction du pont de SPIRE

91. Le rythme de l'opération menée à GERMERSHEIM ne peut pas permettre d'espérer avant le 1^{er} après-midi la construction, prévue en ce lieu, du pont de matériel 44.

Par contre, la tête de pont de SPIRE, acquise sans difficulté, est suffisante pour entamer cet ouvrage en ce point. Aussi, dans la soirée du 31, décide-t-on d'adopter cette dernière solution: 2 compagnies du 101^e R.C., la Compagnie 101.2 et la 101.4, ainsi que la Compagnie 113 du 17^e R.C.G., font mouvement, dans la nuit du 31 au 1^{er}, sur SPIRE, emmenant avec elles le matériel disponible.

Deux compagnies du 152^e Régiment du Génie doivent aménager les accès. L'emplacement choisi, à la suite de la reconnaissance, est en aval et à proximité de l'ancien pont métallique détruit. On pourra ainsi se servir de ce pont et d'une amorce de pylon, pour résoudre en partie la difficulté du problème de l'ancrage et espérer que les débris du pont métallique protégeront un peu le pont de bateaux contre les corps flottants venant naturellement ou lancés par l'ennemi en amont.

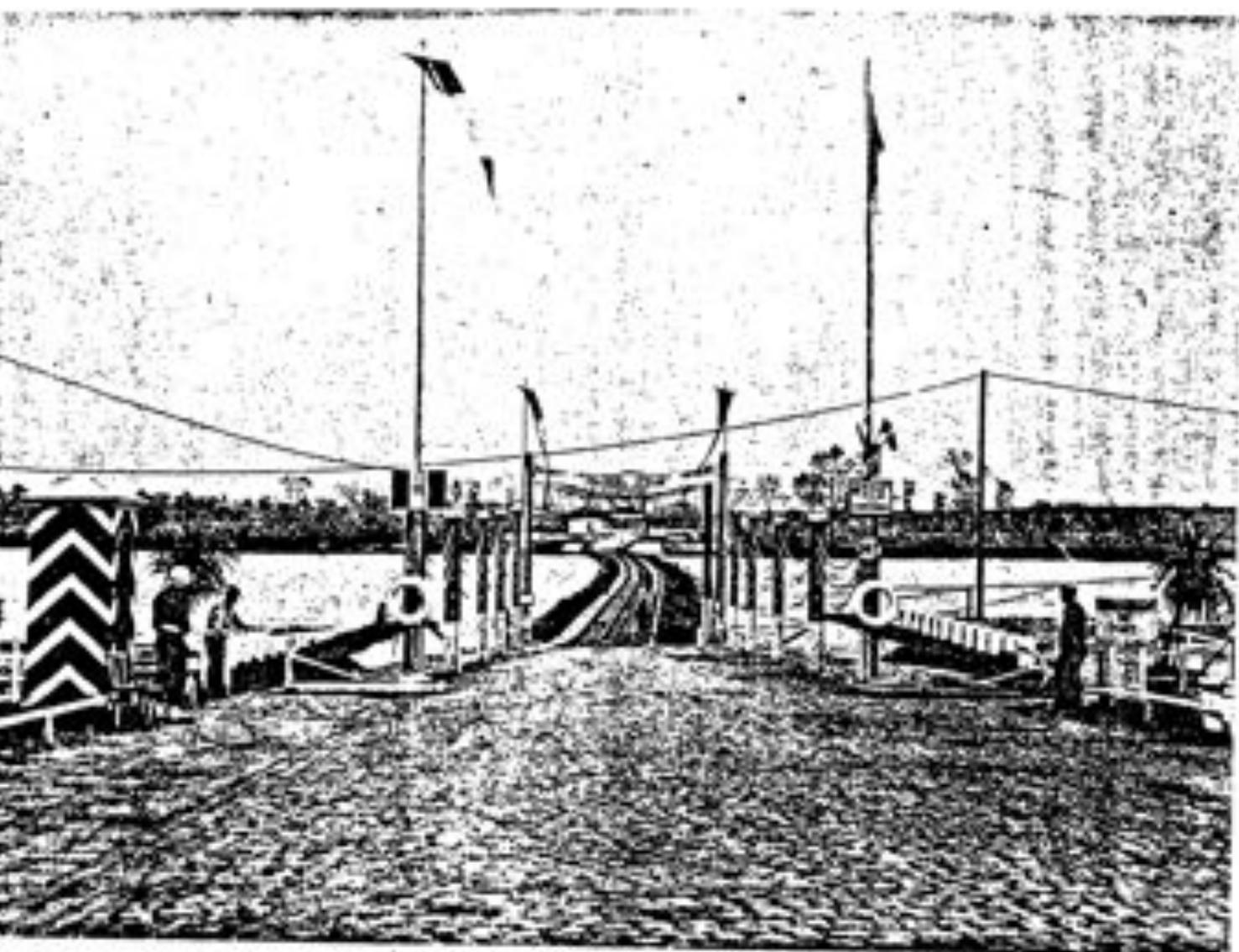
92. La construction débute favorablement. A 19 h., toutes les portières sont construites, et il n'en reste que 11 à placer. La construction continue de nuit à la lueur des projecteurs de D.C.A. Malheureusement, le RHIN saute soudain en crue, le courant atteint 3 m.40 à la seconde au thalweg, et les propulseurs ne peuvent écarter. Des pannes se produisent. Il faut faire appel aux vedettes de 211^e B.P.L. Celles-ci ne parviennent qu'en fin de matinée. Mais des propulseurs ont été réparés et, prises par 2 couples de bateaux propulsés, les portières remontent, vont mouiller leur ancre et se placer dans le pont. On peut espérer livrer celui-ci dans la soirée du 2, quand un incident de manœuvre (portière se mettant en travers par suite d'un défaut de propulsion), suspend les travaux pendant plusieurs heures, démolit une des portières déjà mises en place et retarde jusqu'au lendemain 5 h. la fermeture du pont.

A 7 h., le 3 avril, les premiers véhicules empruntent le passage long de 240 m. utilisable pour la majorité des voitures. Le pont, seul à même d'être lancé à cette époque où le matériel américain n'est pas encore arrivé, donne vraiment une sécurité au Commandement qui

ne pouvait que s'inquiéter du faible débit des passages discontinus. Son rendement est, au début, excellent: de 100 à 200 véhicules à l'heure. Même lorsque nos forces se sont éloignées vers le sud, et que de nouveaux ponts seront construits, il conservera un certain trafic grâce à sa situation au débouché vers la vallée du NECKAR, trafic de réparations notamment. Son débit a souvent atteint 2 à 3.000 véhicules par jour.

Remarques.

- 93.- De ces premiers franchissements, certains enseignements peuvent être tirés:
- 1°) - L'opération de franchissement de vive force doit, pour réussir, être montée minutieusement. L'improvisation, nécessitée par les circonstances, du franchissement à GERMERSHEIM, a été la cause principale des difficultés rencontrées dans la matinée du 31 mai. Des reconnaissances complètes combinées entre Génie et Troupe à transporter, n'ont notamment pu avoir lieu. Il en est résulté l'accident de l'embarquement à la plage B et l'occupation de certaines parties de la rive gauche par les Allemands.
 - 2°) - Le franchissement, une fois entrepris, doit être poursuivi quelles que soient les difficultés. C'est l'alimentation, malgré les pertes, des effectifs jetés sur la rive droite, dans une position très difficile, le 31 à 8 h., qui a permis la conquête de la tête de pont de RHEINSHEIM.
 - 3°) - Le franchissement doit s'opérer sur un grand front. L'utilisation de l'unique ALT-RHEIN se serait terminée par un échec: les résultats meilleurs obtenus à la plage B ont permis d'obtenir le succès final.
- 94.- On discutera longtemps sur l'utilité d'une préparation d'artillerie. Les Américains ont effectué certains franchissements par surprise en utilisant, pour la première vague des bateaux propulsés à la pagaie. Ils ont obtenu des succès, mais ont aussi subi des échecs. Moins riche que nos alliés en matériel de franchissement, nous voulions lui faire donner le meilleur rendement en employant, dès le départ, des embarcations propulsées. Dans ce cas, la préparation d'artillerie offre l'avantage de couvrir le bruit de moteurs. Mais si le démarrage a lieu une fois les tirs d'artillerie levés, comme à GERMERSHEIM, elle se révèle plus nuisible qu'utile. En outre, du point de vue moral, il est nécessaire d'accompagner le débouché des bateaux le plus longtemps possible par des feux: c'est le rôle des T.D., des mitrailleuses, des mortiers.
- 95.- Les passages de véhicules par moyens discontinus sont de peu de rendement, mais ils sont indispensables pour alimenter la bataille au plus vite. On ne peut combattre à une arme contre deux, et il faut, au plus tôt, des chars et anti-chars pour répondre aux engins adverses, des véhicules et des ravitaillements pour alimenter la bataille. L'utilisation d'embarcations spéciales de débarquement, type L.C.V.P. et L.C.M., est été extrêmement précieuse.
- Par contre, le Commandement n'obtiendra la sécurité que lorsqu'un pont sera lancé. Celui-ci devra, au plus vite, être doublé. Les passages par pont doivent suivre l'avance des troupes.
- 96.- Il faut, pour entreprendre dans de bonnes conditions un franchissement de vive force, posséder une grande quantité de matériel. Des pertes sont toujours à prévoir, et elles ne sont pas dues qu'à l'ennemi, mais aussi à la nature. Il semble que la maintenance doit être au moins égale à 50% du matériel utilisé, aussi bien pour le matériel d'assaut que pour le matériel de pontage que chars, fausses manœuvres et engins ennemis peuvent désorienter. A GERMERSHEIM, les pertes atteignent même la valeur de l'effectif engagé: 33 bateaux détruits sur 40 mis initialement en œuvre.
- Pour assurer le franchissement d'une Division et d'un Combat-Command en 1^{er} échelon, l'expérience vient de montrer qu'il est nécessaire de posséder au minimum:
- 200 bateaux d'assaut propulsés,
 - 8 jeux de pontières lourdes poussées par vedettes,
 - 1 pont complet avec maintenance de 50%.



PONT DE GERMERSHEIM
Construit le 7 avril 1945, par le 80^e Bataillon de Génie.

- 97.- Le franchissement d'assaut doit être fait avec des bateaux extrêmement légers (mise à l'eau facile et silencieuse) et, tout au moins à partir de la 2^{ème} vague, propulsés pour éviter de rester trop de temps sous le feu ennemi. La mise et le maintien en marche de ces bateaux est le plus difficile à obtenir, d'où nécessité de posséder une réserve en propulseurs supérieure encore à celle des bateaux et de placer dans le sillage de chaque compagnie d'assaut un détachement de mécaniciens spécialistes de ces moteurs. Lors d'opérations, les moteurs, débarqués de camion juste au moment de leur utilisation, ont parfois donné des mécomptes. Aussi, une équipe de mécaniciens spécialistes était-elle affectée à chaque groupe de 4 propulseurs, alors qu'une section Centrale de réparation traitait le matériel des deux compagnies. A noter également le défaut important des matériels de propulsion américains: manque de débryage.

L'emploi des rubber-boats silencieux, permettant d'obtenir la surprise, peut être avantageux pour l'exécution de coups de mains ou de diversion (3^e D.L.A. à SPIRE, par exemple).

- 98.- Le pontage moderne exige la possession de vedettes puissantes. On ne manoeuvre pas une portière lourde (*) en propulsant ses propres bateaux. L'emploi de couples propulsés pour l'actionner n'est qu'un pis aller qui a donné des mécomptes à SPIRE. L'utility-boat, seul, a répondu vraiment aux besoins.

Il n'est d'ailleurs pas assez puissant et pas assez maniable (il se retourne facilement lorsqu'il rencontre un obstacle). Des vedettes d'une centaine de chevaux, à hélice sous tunnel, du genre de celles que possédaient les Allemands seraient à attribuer à raison de 4 ou 5 par équipage de ponts. A noter que les Américains disposaient, à la 3^e Armée, d'embarcations de propulsion bien plus nombreuses et plus puissantes que les nôtres.

- 99.- Enfin, la réussite des franchissements repose toujours sur la qualité du sapeur chargé de l'exécution. Si la troupe transportée (hommes et matériel) doit s'habituer à embarquer rapidement, en ordre et calmement (les erreurs de régulation ont été bien souvent cause de retard dans les franchissements) et subir avec stoïcisme la traversée, elle n'est, pendant cette période qu'un passager. C'est des connaissances et du cran du sapeur que dépend la réussite. Si le propulsiste sous les feux ennemis s'arrête, la vague ne sera pas alimentée (†). Si le Chef de portière perd la tête en cas d'accident, il en résulte un accident extrêmement grave.

Donc, il est, plus que tout, nécessaire de posséder des Unités du Génie parfaitement instruites et profondément trempées, aussi bien du point de vue physique que du point de vue moral.

(*) - par contre, rien à changer à la propulsion des portières M. 2 par le moteur Johnson de 22 C.V.

(†) - A titre d'exemple d'un Adjudant du 307^e Régiment du Génie qui, voyant un propulsiste tué à son poste de combat, prend sa place et entreteint le franchissement sous le feu ennemi.

Troisième phase

PENETRATION EN FORET NOIRE ET DEGAGEMENT DE STRASBOURG

(6 — 15 avril 1945)

100.- Du 6 au 15 avril, la manoeuvre des communications a un but unique: suivre nos troupes dans leur marche vers le Sud, sur la rive droite du RHIN.

Mais elle présente un triple aspect:

- Ouverture de rocadés en plaine Badoise,
- Création d'itinéraires de débordement dans la Forêt Noire,
- Franchissement successifs du fleuve.

101.- Le 2 avril, à LEIMERSHEIM, la 9^e D.I.C. traverse à son tour le RHIN. Appuyée à l'Est par un groupement blindé, elle entre, dès le 4, à KARLSRUHE, mais au Sud de cette ville, l'ennemi résiste vigoureusement entre le RHIN et la FORET NOIRE.

Le Général Commandant la 1^{re} Armée décide de tourner le barrage par la FORET NOIRE. L'ennemi a profité des difficultés du terrain pour accumuler les obstacles; cependant, le Génie de la 9^e D.I.C. ouvre sans tarder la voie aux autres armes. Le Génie du 2^e C.A., réduit initialement à l'unique Bataillon 1152, rétablit à la classe 40 les itinéraires de la Plaine Badoise et de la trouée de PFORZHEIM. Ces efforts portent leurs fruits, car le 12, la 9^e D.I.C. peut s'emparer de RASTATT et descendre sur KEHL qu'elle occupe le 15 à 10 h. 00.

102.- Mais il importe de raccourcir au minimum les lignes de communication. C'est l'oeuvre du Génie de l'Armée qui établit, au fur et à mesure de l'avance, une série de passages:

- passages discontinus de LEIMERSHEIM, du 2 au 5 avril,
- pont de GERMERSHEIM terminé le 7,
- pont de MAXAU, lancé le 9,
- passages discontinus de SELTZ et BEINHEIM, le 12,
- passages discontinus de KEHL du 16 au 20,
- pont sur péniches de KEHL, achevé le 20,

On étudiera successivement:

- le franchissement d'assaut à LEIMERSHEIM, du 2 au 5 avril,
- la réparation des voies de communication au Pays de BADE et dans la Forêt Noire,
- les passages établis successivement sur le RHIN.

Franchissement d'assaut à LEIMERSHEIM

103.- Au cours des journées des 31 mars et 1^{er} avril, les ressources en matériel de franchissement s'accroissent grâce à l'arrivée du matériel américain. Il est, par suite, possible de détacher, le 1^{er}, près de la 9^e D.I.C.:

- une compagnie d'assaut du 101^e Régiment du Génie,
- une compagnie du 211^e Bn. de Ponts Lourds.

et un important matériel:

- 26 bateaux M. 2 propulsés,
- 11 storm-boats,
- 1 portière Heavy-Ponton.

L'emplacement choisi pour la plage d'embarquement, petit port de LEINERSHEIM, a été préalablement reconnu favorable, bien que ne se prêtant pas à une opération de grande envergure.

- 104.- L'assaut commence à 11 H., après une préparation de 15 minutes et une neutralisation des casemates par T.D. et 75 Flak allemands. Le 1^{er} vague, composé de 4 storm-boats conduits par des pompalistses de la 101/3. et 12 bateaux M. 2 menés par des équipages de la 9^e D.I.C., franchit sans incidents, malgré le tir d'armes automatiques et de mortiers à la sortie du goulet.

A 18 H., le 21^e R.I.C. est passé au complet. Le passage par bateaux isolés cesse et la traversée se poursuit par pontons M. 2, lorsqu'à 22 H., un violent tir d'artillerie atteint la plage, coule une ponton, un couple et 9 bateaux. Les mouvements se poursuivent par pontons M. 2 et Heavy-Pontons.

Pendant les journées des 3, 4 et 5 avril,

- 1 Bataillon du 9^e Zouaves,
- le 21^e R.I.C.
- le 126^e R.I.

ainsi qu'une certaine de véhicules, des vivres et des munitions, sont passés sur la rive droite.

- 105.- L'opération initiale a parfaitement réussi, grâce à une préparation minutieusement poussée et un appui efficace d'armes à tir tendu jusqu'au débarquement. Les pertes dues au bombardement de la soirée du 2 montrent, par contre, qu'il ne faut pas se laisser endormir par un sentiment de fausse sécurité et que le franchissement n'est véritablement réussi que lorsque la tête de pont englobe les positions de batteries ennemies.

Rétablissement des voies de communication

- 106.- Aussitôt après avoir débarqué, le Génie de la 9^e D.I.C. rétablit l'axe de communication LEO-POLDSHAFEN-KARLSRUHE-RASTATT, et son affluent, KARLSRUHE-ETLINGEN-BUSEN-BACK, pendant que le Génie de la 3^e D.B. se heurte, lors de la percée vers NEUENBURG, à une accumulation d'abatis, barricades, entonnoirs sur routes et destructions.

Pendant ce temps, le 1/152 remet en état les importants itinéraires de :

- SPIRE - WIESENTHAL - BRUCHSAL - BREYEN - PFÖRZHEIM - WIESENTHAL
- GRABEN - KARLSRUHE,

effectuant 200m. de piste,

construisant 218m. de ponts,

relevant 1.600m. de Bailey et Treadway.

- 107.- A partir du 9 avril après achèvement des ponts de SPIRE et de MAXAU, à la construction desquels il a participé, le 17^e R.C.G. est remis à la disposition du Génie du 2^e C. A. Il s'attaque aussitôt au rétablissement des itinéraires RASTATT-KEHL et RASTATT-BADEN-BADEN et après le débâlement des villes de PFÖRZHEIM et RASTATT extrêmement endommagées par l'aviation amie.

La remontée sur STRASBOURG par la rive droite est coupée par un obstacle important, la KENZIG, rivière large aux bords encaissés. Dès le 14, la 9^e D.I.C. y lance un pont M. 2 qui sera doublé par la suite, par le 180^e Bataillon, par de nombreux Bailey pour établir des accès convenables en direction du pont de KEHL.

- 108.- A noter, au cours de cette période, la faible densité des moyens employés au rétablissement d'itinéraires, sur la rive droite du RHEN, la majorité des Réserves Générales étant dépensée sur le Rhin lui-même. Toutefois, les destructions opérées par un ennemi déjà fort affaibli, sont moins denses, tandis que les prisonniers et les civils Allemands forment un appoint non négligeable et une main d'œuvre d'excellente qualité.

Passages successifs sur le Rhin

- 109.- Sans s'attarder à l'étude des autres passages discontinus il semble intéressant d'insister sur celui de KEHL où le 4^e D.M.M. a emprunté ce genre de moyens avec tous ses éléments, hommes, mulets, véhicules. Puis on verra comment ont été lancés successivement les ponts de GERMERSHEIM, MAXAU, BEINHEIM et KEHL.
- 110.- Lorsque, le 18 avril, STRASBOURG est dégagé par la prise de KEHL, le Général Commandant l'Armée décide de lancer à son tour le 1^{er} C.A. dans la bataille. Seuls, jusqu'ici 2 C.C. de la 1^{re} D.B. ont déjà traversé le fleuve; il s'agit de passer, à son tour, le 4^e D.M.M.
- Mis en oeuvre par:
- 1 Bataillon du 101^e Régiment du Génie,
 - 1 Compagnie du 211^e Btm. de Ponts Lourds,
- les moyens adaptés, en partie prélevés sur les ressources locales, sont mis à la disposition du Colonel Commandant le Génie du 1^{er} C. A.
- 20 bateaux M. 2 et 8 steam-boats propulsés,
 - 2 pontières Heavy-ponoon (une de 30 T. et l'autre de 10)
 - 2 pontières de chalands de 120 T. dont une construite par les Allemands et trouvée intacte ainsi qu'un chaland aménagé, et l'autre construite en mars dans le port de STRASBOURG par le 17^e Régiment.
- 111.- Une organisation des passages est minutieusement montée; elle comprend un élément de direction: Régulateur Général disposant d'un Officier du 4^e Bureau de C.A., d'un Officier du Train, d'un Officier des Transmissions, d'un élément de circulation. Sur chaque rive sont établies des zones d'embarquement et de regroupement et 5 plages d'embarquement.
- Plage 1 et 2: Une tralle de 30 T. et une tralle de 10 T., en matériel Heavy-ponoon, permettant de transporter simultanément 3 V.L. et 200 hommes avec une durée de rotation d'une demi-heure environ.
- Plage 3: Avec matériel M. 2, passant 1 bataillon en deux heures.
- Plage 4: 2 pontières de chalands portant chacune 6 chars ou 1 bataillon avec 200 mulets, durée de rotation: 2 H.
- Plage 5: Chaland aménagé pour le transport de mulets, portant 1 Bataillon et 200 mulets.
- 112.- La plage 2 est réservée initialement au Général de LATTRE de TASSIGNY qui fait son entrée dans STRASBOURG en venant d'ALLEMAGNE le 16, à 17 H., symbolisant ainsi une délivrance unique dans l'histoire.
- Les bateaux M. 2 qui ont été mis à l'eau le veille dans le petit RHIN, peuvent, dès le 15 à 10H. 00 lancer sur la rive ennemie les éléments destinés à installer une tête de pont. Le 16, les autres moyens de passages sont mis en jeu. Les passages sont arrêtés le 19 à 20H.00. En 52 heures, les moyens discontinus ont permis de faire franchir le fleuve à près de:
- 14.000 hommes
 - 500 véhicules
 - 2.000 mulets.

Pont de GERMERSHEIM

- 113.- Le pont de SPIRE ne permet pas le passage de chars; ceux-ci doivent emprunter les moyens de franchissement discontinus ou passer par le pont de MANNHEIM en rive américaine; d'autre part, on ne peut se contenter, pour les communications d'une armée, d'un seul point de passage sur supports flottants, donc fragiles, et qui commencent à devenir excentriques.

Au plus vite, il est nécessaire d'en construire un deuxième à GERMERSHEIM. On utilise, à cet effet, l'équipage Treadway qui arrive en vrac par camions à partir du 1^{er} avril. Le 4, deux compagnies du 88^e Bataillon (1^{er} D.B.) commencent, le tri et la préparation du matériel, tandis qu'un bataillon du 151^e Régiment du Génie aménage les accès.

L'emplacement du pont a été choisi de façon à utiliser les arcs mêmes de l'ancien pont de bateaux. Commencée le 5 vers midi, menée avec rapidité et ordre, l'opération s'effectue sans incident notable.

114. Il est à signaler que le problème de l'amarrage qui, dans le matériel américain, est insuffisant (ancres de 45 Kgs, cordages très faibles, pour le RHIN) a été traité simultanément de trois manières différentes:

- ancrage des Boteurs et Treadway à l'aide d'ancres françaises maintenues par des cordages solides,
- amarrage à une cinquoiselle,
- raidissage par haubans à la rive.

Ce triple amarrage qui, enlève tout risque de rupture par oscillations, à redoubter en cas d'amarrage sur cinquoiselle seule, a donné entière satisfaction et a été adopté lors de la construction des autres ponts Treadway sur le RHIN.

Le pont, long de 216m. aux arcs bien dégagés et artistiquement décorés, est mis en circulation le 7 avril à 9 H. Il se comporte parfaitement sous les charges des plus lourdes: jusqu'au 15, date de son démontage, pour permettre la construction du pont de BEINHEIM, il livre passage à 10.000 véhicules.

Pont de MAXAU

115. Le pont de MAXAU est celui qui a été construit le plus rapidement. Mis en oeuvre par une unité spécialisée dans ce genre de construction, le 211^e B.P.L. renforcé d'une Compagnie du 17^e Régiment et disposant de tout le matériel de pontage et de propulsion nécessaire, il est effectivement commencé dans la matinée du 8, et achevé le 9 à 2H.30.

L'emplacement choisi se trouve immédiatement à l'aval du pont métallique V.F. détruit, auquel le pont flottant est amarré.

Long de 235 m., desservant directement le centre de KARLSRUHE, à voie très large, c'est un des passages du RHIN les plus utilisés. Il est constamment emprunté par un courant journalier de 4.000 véhicules.

Pont de BEINHEIM

116. Précédant l'arrivée de nos troupes, les reconnaissances du Commandement du Génie cherchent l'emplacement de nouveaux ponts pour éviter que l'Armée ne soit déservie par des communications trop excentriques.

Le 11, elles étudient la possibilité de livrer un passage vers RASTATT. L'étude de la carte indique de construire le pont à SELTZ à l'emplacement d'un ancien pont de bateaux. Mais la route d'accès traverse le confluent de la SAUER et du SALTZBACH sur un pont de 4T. long de 60m. D'autre part, sur la rive droite existe une coupure de 50m. sur un bras mort. Si l'on veut suivre au plus vite l'avance de ses troupes, on ne peut entreprendre un ouvrage à un endroit où, d'entrée de jeu, on devra prévoir la construction de 110m. de pont supplémentaires.

117. Aussi l'emplacement est-il choisi en amont du pont détruit de la voie ferrée ROPPENHEIM-RASTATT. Les arcs nécessitent un travail assez important qu'entreprend le 2^e Bataillon du 151^e Régiment du Génie. La construction du pont lui-même, commencée le 13, jour même de la libération de la rive droite, par la Compagnie d'Équipage de ponts et deux compagnies de manœuvre du 88^e Bataillon, pose un problème assez difficile d'alimentation en matériel. Il s'agit de livrer ce pont pour le 16. Or, le matériel prévu est le 2^e équipage de pont américain arrivant à OBERNAI par voie ferrée. Cette arrivée en vrac et saccadée ne donne pas toujours, faute d'accès soires, la longueur que l'on peut escompter en examinant seulement les pièces principales (Boteurs et Treadways). Elle exige, en outre, des transports importants. On pense également à démonter le pont de GERMERSHEIM, mais cette opération doit être retardée au maximum pour pro-

mettre le passage du 2^{ème} Rgt. de Dragons. Un rythme bien calculé de la construction et des transports permet de vaincre ces difficultés. La construction par elle-même, effectuée avec des troupes exercées, ne présente pas de difficulté et le pont est fini à l'heure prévue, le 16 à 13 H., et livré à la circulation à 18 H..

Pont de RASTATT

Construit le 20 avril 1945, par le 151^{ème} Régiment du Génie et le 88^{ème} Bataillon du Génie.

Bien présenté, dans un beau cadre, il a été d'un excellent rendement. Réplé à la date du 10 mai, il avait livré passage à plus de 15.000 véhicules, dont les chars de la 2^e D.B.

Pont de KEHL

118.- Le pont de KEHL est l'exemple d'une parfaite réussite d'opérations préparées dans le détail longtemps à l'avance.

Au début du mois de février, le Général Commandant le Génie envoie en mission à STRASBOURG le Capitaine Commandant la Compagnie 180.I pour étudier l'utilisation des moyens du port de STRASBOURG pour la construction d'un pont sur le RHEN. Cet officier rapporte de sa mission un projet très complet d'un pont Bailey flottant sur péniches, et propose comme point de lancement l'allée centrale de l'hippodrome de STRASBOURG en amont des ponts détruits de KEHL.

Le 15 février, il repart avec son unité qui se renforce progressivement d'autres unités du Bataillon et d'une compagnie de 17^e pour passer la préparation aussi loin qu'il est possible. Les péniches sont réunies au port de l'Hôpital, des chevalets sont construits pour les aménager, le matériel Bailey est rassemblé, les moyens de remorquage choisis, l'étude de la sortie des bateaux faite en détail, le filer de protection construit à l'avance.

Dès que commencent les opérations sur le RHEN, c'est tout le 180^{ème} Bataillon qui vient achever la préparation du pont. Aussi KEHL est-il à peine occupé le 15, que l'on peut commencer en appliquant strictement les plans établis, la construction de cet important ouvrage.

119.- Long de 280m., le pont comporte (voir Notice dans le Bulletin de renseignements du Génie de la 1^{ère} Armée).

- 3 travées fixes de 110 T.S. reposant, soit sur culées, soit pile Bailey,
- 2 travées mixtes de même longueur, s'appuyant sur culée ou pile Bailey, et un couple de péniches,
- 2 travées d'extrémité de 101', s'appuyant sur couple de péniche et péniche,
- 2 travées courantes de 112', s'appuyant sur couple de péniche et péniche,
- 2 travées courantes de 112', s'appuyant sur 2 péniches.

Dix péniches ont été nécessaires pour sa construction. Six autres sont conservées en maintenance. Le masicement des pontières et le mouillage des ancres n'ont été possibles que grâce à l'emploi de remorqueurs et l'exécution des opérations par des marins de profession.

Le pont de KEHL est livré à une voie le 19 avril, et le 20 à deux voies, classe 40; c'est un véritable pont permanent, à circulation aisée, n'ayant pas demandé, pour sa construction proprement dite plus de temps qu'un pont d'équipage. Son rendement est et restera excellent, étant donné l'importance de STRASBOURG comme noeud de communications. 5.000 véhicules au moins chaque jour empruntent ce point de passage. Son débit atteint parfois 7.000 et même 8.000 véhicules en une journée.

Quatrième phase.

MANOEUVRES DE STUTTGART ET DU DANUBE

(16 avril — 9 mai 1945)

- 120.- Le 16 avril, jour où le Général de LATTRE de TASSIGNY fait son entrée à STRASBOURG, est également celui où le 5^e D.B. s'empare du noeud de FREUDENSTADT, clé de manœuvre qui ouvre la phase de la poursuite foudroyante sur STUTTGART et le DANUBE.

Dans cette phase, bien que les obstacles soient plus clairsemés⁽¹⁾, le rôle des Génies Divisionnaires reste primordial. C'est alors qu'apparaît aussi tout l'initiative que représentent les sections de reconnaissance des bataillons de D.B. Agissant hardiment sur ces axes multiples, elles signalent à temps les ponts laissés intacts⁽²⁾; ainsi, les obstacles qui vont être rencontrés permettent d'y appliquer les moyens opportuns.

- 121.- D'autre part, ainsi qu'il a été toujours remarqué au cours de la campagne, le matériel Treadway est rapidement consommé. Il faut, par suite, que les Unités de Corps suivent au plus près pour remplacer, par des ponts Bailey et des ponts en charpente, les Treadways dans un délai ne dépassant pas 48 heures.

Le nombre des ponts lancés à l'avant est encore très important. La seule 5^e D.B. met en oeuvre 11 ponts Treadways de classe 40 représentant 1222m. Le Génie de la 2^e D.I.A. rétablit 17 ouvrages d'art, comble ou contourne 12 entonnoirs. Le Génie du 2^e C.A. répare plus de 20 destructions.

Enfin, dans cette phase où les effectifs du Génie menacent d'être insuffisants, un emploi massif de la main d'oeuvre requise permet de faire face à toutes les difficultés.

- 122.- La 4^e D.M.M. une fois le RHIN traversé, se porte par FREUDENSTADT — ROTTWEIL sur le DANUBE de TUTTLINGEN, atteint le 22 la frontière Suisse, bouclant dans la FORET NOIRE la XVII^e Armée Allemande; enfin, continuant sa poussée par PFULLENDORF — FRIEDRICHSHAFEN, parvient, le 3 mai, à BAUMLE à la frontière Austro-Allemande. Cette période a été, comme toutes les autres, extrêmement active pour le Génie. En moins de 20 jours, 142 barrages anti-char sont arrachés, 2 ponts de circonstance établis, 4 immenses brèches comblées, 4 ponts aménagés, sur le DANUBE, 3 ponts Bailey lancés. Elle est, d'autre part, caractérisée par le travail des sapeurs en pleine zone d'insécurité, situation qui avait, jusque là, été l'apanage des Génies des D.B. Enfin, aux travaux guerriers s'ajoutent ceux découlant de la nature du terrain: déneigement de la route du Col de FARLBERG ouverte par endroits, de 4m. de neige, ouverture du tunnel de FARLBERG, qui permettra d'assurer la liaison avec les Unités américaines de la VII^e Armée.

- 123.- Pendant ce temps, précédés du C.C. 3, le 9^e D.I.C. continue à remonter le RHIN. Poursuivant la même manœuvre de raccourcissement des voies de communication, le Génie de l'Armée établit, au fur et à mesure, une série de passages sur le RHIN: passages discontinus à BRISACH le 23, à CHALAMPE et HUNINGUE le 24. Seul, ce dernier sera étudié. Il est précédé d'un dernier franchissement d'assaut d'ESTEIN à HUNINGUE et est suivi par le lancement de 2 nouveaux ponts, l'un à KEMBS achevé le 28, l'autre à BRISACH le 30.

(1) - A noter un barrage presque intact sur le WURN et l'autoroute KARLSRUHE — STUTTGART.

(2) - Notamment, ceux de TUBINGEN et NECKARTALFANGEN sur le NECKAR, DONAUESCHINGEN, GEISINGEN, TUTTLINGEN, SIGMARINGEN, sur le DANUBE.

Franchissement à ISTEEN et à HUNINGUE

124. Le 21 avril, dans la soirée, le Général Gouverneur de STRASBOURG et Commandant les Forces Françaises en ALSACE remet au Général Commandant le Génie une demande visant à fournir les moyens nécessaires pour la traversée du 60^e R.I. et du 3^e R.C.A. (réduit à l'E.H.R., un escadron d'A.M., 1 escadron de chars), en face de l'Île-LOECHLE, en vue de prendre à revers la forteresse d'ISTEEN et faciliter ainsi la marche vers le Sud du C.C. 5 et de la 9^e D.I.C. à ce moment, les premiers éléments de ces forces atteignent VIEUX — BRISACH.

Effectuée le 24 avril à 5 heures du matin, avec d'assez faibles moyens répartis sur un large front, l'opération réussit parfaitement, montrant une fois de plus, que dans la phase d'exploitation, toutes les hardiesses sont permises lorsqu'elles sont raisonnables.

125. Les moyens employés: 36 bateaux M. 2, 8 stern-boats, ainsi que quelques rubberboats, sont répartis sur 3 plages. L'action principale a lieu au départ du Canal d'ALSACE avec débarquement en amont de la pointe de l'Île-LOECHLE. C'est la répétition du coup de main exécuté dans la même région le 17 mars, mais avec un appui de feu bien moindre: un groupe de 9 pièces de 75 au lieu de 4 groupes dont 2 de 155 C.P.F.

Les raisons de ce choix sont doubles: d'une part, le coup de main précédent est connu parfaitement des sapeurs et des fantassins, d'autre part, les casernes les plus proches de la plage de débarquement ont été fortement démolies lors de l'opération précédente. Mais il présente un grave inconvénient: abandon, à priori, de toute idée de surprise. Theure H. est cependant portée à 5 H. au lieu de 3 H. pour que les fantassins du 60^e R.I. qui n'ont pas encore été engagés dans une opération offensive puissent commencer leur progression de jour.

Mais, comme la surprise ne peut ainsi jouer, deux autres franchissements sans appui d'artillerie sont prévus.

Tout d'abord, deux bateaux sont mis à l'eau dans le canal de HUNINGUE. Débouchant à la même heure face au pont de BALE, descendant le RHIN, ils doivent aborder la rive allemande à FRIEDLINGEN.

En outre, un détachement des Commandos partant de l'île sur le RHIN doit débarquer une cinquantaine d'hommes face à ISTEEN.

Une forte maintenance de 16 bateaux M. 2 propulseurs est maintenue en réserve, prête à porter l'effort sur les points où le franchissement aura réussi. L'action sur un grand front pouvait ainsi compenser l'absence de moyens.

126. A 4 H. 45, une préparation par mortiers s'abat sur toutes les casernes pouvant s'opposer à la progression. Elle est renforcée avec 10 minutes de retard, à 4 H. 55, par les feux de l'Artillerie. A 5 H., les tirs sont levés et reportés en encadrement, tandis que 3 autosouteurs du 3^e R.C.A. continuent à appuyer le débouché des bateaux.

Le succès est complet aux trois points de franchissement. Seule, une mitrailleuse installée dans la caserne la plus proche du barrage ouvre un feu rapidement arrêté et ne causant aucune perte à nos embarcations qui profitent, au maximum, de l'angle mort offert par l'ouvrage.

127. Une portière de 10 T. est construite de nuit dans le canal de HUNINGUE et fermée dans le Rhin dès la réussite du franchissement. Lorsque cet événement est connu, le 4, vers 6 h. du matin, décision est prise de dérouter également sur HUNINGUE une portière lourde de 30 T. On pouvait donc compter sur le mouvement simultané des 2 portières vers midi. Malheureusement, d'une part, les moyens de propulsion furent défectueux, et d'autre part, l'accès sur la rive droite donna lieu à une surprise désagréable.

La Compagnie du 211^e B. P. L. avait armé avec elle 2 vedettes: un utility-boat et une vedette allemande récupérée.

Si le 1^{er} moyen donne entière satisfaction, le 2^{ème} se révèle bientôt incapable de remonter un courant dépassant la vitesse de 3 m. au thalweg. Ainsi, est-il inutile dans la descente de la portière, opération qui ne se termine que vers 12 heures, et dérive-t-il de 200 m. dans le lance-

ment de la traîle. La tension de celle-ci se présente par la suite, comme une opération longue et délicate. Elle n'est pas terminée avant 15 H. 30 et le premier passage a lieu à 16 H., après une courte opération de déminage de l'accès sur la rive ennemie.

- 128.- Pour la portière lourde, les reconnaissances faites de la rive gauche ont montré sur la rive droite un perré de 3 m. de hauteur, puis un talus gazonné. La réalité montre que ce n'était qu'une illusion d'optique due à la végétation qui avait envahi la digue: d'où un travail de pétéardement, poursuivi ensuite au bulldozer. On pouvait escompter en venir à bout assez rapidement quand l'engin tomba, lui aussi, en panne. Aussi, la traîle lourde ne fonctionne-t-elle que le 25 à 7 H. du matin.

Le 24, de 16 H. à 20 H., la traîle légère passe un peu moins de la moitié de l'escadron d'E.M., mais les défauts de tension de la cinquennelle donnent lieu à de nombreux incidents. A 20 H., dernier incident, la traîle se détache de la cinquennelle et va, fort heurtement, malgré la vitesse du courant et la faiblesse de la propulsion, aborder sur la rive droite à une vingtaine de mètres d'une épine. Il faut alors attendre qu'un bulldozer soit passé par la traîle lourde pour pouvoir la vider de son contenu. Elle ne sera remise en fonctionnement que le 25 à 14 H. Par contre, la forte vitesse du courant favorisant la manoeuvre, l'acquis obtenu par les sapeurs permet de réduire considérablement la durée de rotation à 30 minutes en moyenne. Le 26, à 1 H. du matin, le 3^e R.C.A. était traversé.

Ce franchissement fait ressortir à nouveau le faible rendement des passages discontinus de véhicules, la majoration des délais qu'il faut toujours escompter dans toute opération de guerre, la nécessité de posséder des moyens de propulsion nombreux et puissants.

- 129.- Le pont de KEMBS a été conçu de longue date. Dès le mois de janvier, l'usine de KEMBS intéresse tout particulièrement le Commandement du Génie qui l'utilise pour effectuer des lancements de mines flottantes contre les passages ennemis. Une des turbines est remise en état de marche, et l'on s'aperçoit que le passage sur l'usine est intact, qu'un simple pont Bailey de 25 m. permet d'accéder à l'île, et que le pont sur le barrage à l'extrémité Sud de l'île n'est qu'imparfaitement détruit. Cinq unités de Bailey sont alors réservées à MULLHOUSE pour assurer, dès que possible, un passage dans ces conditions. Toutefois, au début d'avril, prennent naissance certaines inquiétudes: les Allemands ont effectué des explosions et semblent travailler à achever la destruction de la culée et de la 1^{re} pile en partant de la rive droite. La libération du pont, le 24 avril, montre que ces craintes, heureusement ne sont pas fondées, les destructions complémentaires opérées par l'ennemi portant sur une passerelle de manoeuvre qu'il pouvait craindre de nous voir utiliser.

Commencés le 25, les ponts de KEMBS sont achevés le 28 à 18 heures. C'est le 2^e pont permanent de fort tonnage dont dispose l'Armée Française entre LUDWIGSHAFEN et SALE.

- 130.- Les caractéristiques de la construction du pont de BRISACH sont les suivantes:

- Très fort courant.
- Pénurie de moyens de propulsion et de construction.
- Emploi d'une main d'oeuvre non spécialisée.

Le courant à BRISACH atteint en thalweg 3 m., 60; toutefois, le procédé d'amarrage du matériel Treadway adopté depuis la construction du pont de GERMERSHEIM semble donner entière satisfaction.

Après la construction de BEINHEIM, il fallut rendre aux D.B. engagées toutes deux dans une phase d'exploitation la totalité de leurs moyens.

Le Génie de l'Armée ne dispose plus que de 5 camions de pontage. L'opération de KEMBS, entreprise simultanément, diminue également les moyens de propulsion, et le pont est, en réalité, entièrement construit en faisant mesurer par couples de M. 2. des parties composées d'un seul flotteur. Enfin, ne disposant plus de Génie Blindé, habitué à ce genre de travail, on doit se servir de deux compagnies du 101^e R.G.: les Cies 101/1 et 101/2.

Le matériel utilisé est le reliquat du matériel de GERMERSHEIM et de l'équipage de pont arrivé par voie ferrée.

Sans chercher des records de vitesse, la construction, entreprise le 27 au matin, se termine sans à-coup le 30 à 17 H. 30.: le pont sur le RHIN n'a lui-même que 188 m. de développement, mais la traversée préliminaire du canal a nécessité un ouvrage d'un développement total de 246 m.

Ce pont, situé dans un cadre majestueux offre la communication la plus directe dans l'axe de l'Armée: BRISACH — FRIBOURG — DONAUESCHINGEN — LINDAU.

Remise en état et exploitation des V. F.

- 121.- Notre pénétration au cœur de l'ALLEMAGNE du Sud est devenue si profonde qu'il n'est plus possible de recourir aux lignes de communication par la simple manœuvre du déplacement des points de passage sur le RHIN: il faut alors employer au maximum la voie ferrée pour écossement notre matériel automobile. Le Général Commandant le Génie de l'Armée a, par suite, dès les premiers jours de mai, établi un double programme consistant, d'une part, à exploiter les tronçons de voies ferrées intactes, d'autre part, en conjugaison avec les travaux américains, à rétablir les voies ferrées essentielles.

Dès le 4 mai, le 2^{ème} Bataillon du 101^{er} R.G. est envoyé sur le Lac de CONSTANCE pour exploiter la section de ligne TUTTLINGEN — LINDAU et des affluents vers KEMPTEN et ULM, où ils se raccorderont à la ligne américaine MANNHEIM — STUTTGART — ULM. Pendant ce temps, le Génie de la 4^e D.M. met en exploitation la ligne de FARLBERG.

- 122.- Après que nos Alliés eussent établi avec de puissants moyens des ponts V. F. sur le RHIN à KARLSRUHE et MANNHEIM, nous avons rétabli en matériel français le pont de KEHL réunissant l'ALLEMAGNE du Sud au grand centre ferroviaire français de STRASBOURG. Entrepris dans les premiers jours de mai, cet ouvrage, qui comporte des parties de 60 m., est achevé dès le 2 juillet par le Bataillon de S.C.F. affecté à la 1^{ère} Armée, renforcé par les puissants moyens de battage d'une unité américaine (voir Bulletin de renseignements du Génie de la 1^{ère} Armée).

Restait à relier KEHL à la vallée du DANUBE par la ligne de montagne où tous les ponts sont démolis et les tunnels obstrués. Au fur et à mesure qu'une unité devient disponible, elle est appliquée sur cette ligne. Dès le 7 mai, le Bataillon 1/101 est mis en chantier entre TUTTLINGEN et TRIBERG, ainsi qu'en pour sur le DANUBE, de la ligne TUTTLINGEN-LORRACH. Cette mise en chantier en partant du Sud permet une extension progressive du réseau exploité vers la FORET NOIRE et le RHIN. Au fur et à mesure de l'achèvement de ses travaux sur la diagonale ouestière parallèle STRASBOURG - OFFENBOURG - DONAUESCHINGEN, le 100^{er} Bataillon prolonge vers le Nord l'action du 101^{er} Génie, sur la rocade OFFENBURG - APPENWEIER.

Ce vaste programme est terminé à la date du 25 juillet.

- 123.- Enfin, pour compléter l'équipement ferroviaire, un nouveau programme est mis en train:

- tronçon SPIRE - WORTH, par le 211^{er} B.P.L.
- tronçon TRÈVES - COBLÈNCE par le 101^{er} Rgt. du Génie
- tronçon OFFENBOURG - LORRACH avec raccordement sur CHALAMPE, où la S.N.C.F. doit rétablir le pont, par les 100^{er} et 211^{er} Bataillons.

Il sera achevé en octobre et marquera, pratiquement le terme des travaux de voie ferrée entrepris par le Génie de la 1^{ère} Armée.

CONCLUSION

- 134.- Pendant les campagnes de FRANCE et d'ALLEMAGNE, le Génie de la 1^{re} Armée Française a, dans les conditions les plus variées, rencontré tous les problèmes qui pouvaient se poser à lui dans une guerre moderne. Ses unités ont ainsi :
- opéré un débarquement de plage.
 - attaqué des fortifications
 - relevé plus de 250.000 mines de toutes sortes devant les premiers éléments de la progression, en accompagnant de l'infanterie et des blindés d'attaque.
 - dégagé au contact des éléments de la défense 110 Kms. d'abatis.
 - franchi 1.140 coupures des communications (antennes, fossés anti-chars, destructions à flanc de coteau, poteaux, et grands ouvrages minés).
 - lancé ou construit 21.000 mètres de ponts de tous modèles et de classe supérieure à 30 tonnes.
 - opéré le franchissement de vive force ou par surprise de petites rivières ou de grands fleuves.
 - lancé de grands ponts en courant rapide.
 - construit des pistes et réfectivé des routes.
 - organisé défensivement des positions (barrages anti-chars, champs de mines, travaux de position et dispositifs de destruction).
 - rétabli et mis en exploitation les voies ferrées.
 - construit un camp moderne et aménagé une école militaire.
 - enfin, exploité à fond les ressources locales et, dans une certaine mesure, des industries inadaptées.
- 135.- Mais, ce qui augmente la valeur des enseignements que l'on peut tirer de tous ces travaux, c'est la diversité des conditions dans lesquelles ils furent exécutés. En effet, les opérations qui ont conduit la 1^{re} Armée Française de la MEDITERRANEE en AUTRICHE sont caractérisées par :
- a) - la diversité de nature des théâtres d'opérations :
 - Région Méditerranéenne des premiers quinze jours avec ses cours d'eau à sec.
 - secteur des ALPES avec ses coupures de montagne, ses torrents et le compartimentage du terrain.
 - plaines humides et montagnes boisées de l'Est de la FRANCE.
 - régions variées du sud-Ouest de l'ALLEMAGNE.
 - b) Un cycle complet de saisons, avec périodes de sécheresse, de pluies abondantes, de neiges, de froid intense, de dégel et de printemps.
 - c) - toutes les phases de la bataille :
 - Débarquement de plage et combats sur un front sans arrières.
 - Poursuite d'un ennemi faible et surpris.
 - Préliminaires d'attaque d'un front puissamment organisé.
 - Rapports de fronts fortifiés.
 - Exploitation sur un ennemi forcé aux replis successifs.
 - Arrêts défensifs.
 - Franchissement de vive force d'un grand fleuve.
 - Poursuite en pays ennemi d'un défenseur défait.
 - d) Enfin, divers facteurs caractéristiques d'un emploi particulier du Génie :
 - Grandes Unités de types différents (petits groupements inter-armes, D. I., D. B., D.M., corps de montagne).
 - Secteurs étroits et fronts étendus.
 - Unités Nord-Africaines et Bataillons Français.
 - Rattachement à des dépôts alliés, puis autonomes.
- 136.- Après l'expérience du Génie du C.E.F. en ITALIE, c'est de tous ces travaux exécutés dans les conditions les plus variées que le Génie de la 1^{re} ARMEE FRANCAISE a pu tirer un ensemble d'enseignements cohérents et complets dont une partie est exposée dans la notice REFLEXIONS sur l'ORGANISATION DU GENIE DANS L'ARMEE FUTURE.