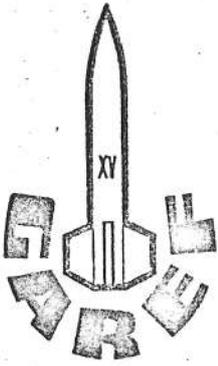


RAPPORT GENERAL

1964 - 1969



RAPPORT GENERAL

1964 - 1969

Groupe Amateur de Réalisations et d'Etudes
de Fusées du XV°

44, rue Cambronne, 44

PARIS (XV°)

Ce Rapport Général du GAREF XV, publié à l'occasion du 28ème Salon de l'Aéronautique et de l'Astronautique du Bourget, se propose de faire le point sur les réalisations du Groupe depuis ses débuts.

Nous tenons à exprimer notre reconnaissance à tous les organismes et à toutes les personnes qui nous ont aidés, de quelque manière que ce soit tout au long de ces 5 années.

Nous leur adressons au nom du Groupe, l'expression de notre plus vive gratitude.

Les Membres Fondateurs du GAREF XVe

P. CLEENEWERCK



A. FOUILLADE



L.P. LESLE



Nous remercions tout particulièrement :

Monsieur René GALY-DEJEAN
Conseiller Municipal de PARIS
Président d'Honneur du GAREF XV°

Monsieur Jacques MARETTE
Député du XV°
Ancien Ministre

Les Ingénieurs et Techniciens du
Centre National d'Etudes des
Télécommunications
(Département E.S.T.)



Nous dédions également ce rapport à Notre regretté ami Jean-Pierre MINAUD qui nous a quitté le 17 Octobre 1968 dans sa 28ème année.

Membre fondateur du GAREF, il fut Vice-Président du Groupe pendant 4 ans.

Sa gaieté et sa clairvoyance ont imprégné profondément notre équipe, et tous ceux qui l'ont connu se souviendront de lui, car comme il aimait le dire :

"Quand on a passé tant de bons moments ensemble, on ne peut s'oublier".

Toute notre sympathie va à sa famille.

SOMMAIRE

	<u>Pages</u>
I - <u>PRESENTATION DU GROUPE</u>	
Création, évolution, qualités des membres, milieu et moyen de travail, moyens financiers	12
II - <u>COMPTE-RENDU DES EXPERIENCES MENEES A TERME</u>	
AXOR 1	25
TOUT AMB AHLON 1	61
ROXA 1	69
TOUT AMB AHLON 2	87
III - <u>EXPERIENCE EN COURS</u>	
AXOR II	101

PRESENTATION

DU GROUPE



L'EQUIPE DES DEBUTS

CINQ ANNEES D'EXPERIENCES

Le club a été fondé en Octobre 1964. C'est dans le cadre des activités du Foyer de Jeunes Travailleurs de l'Association Maurice MAIGNEN qu'a pris naissance le GAREF XV, connu alors sous le nom de Club Spatial LOURMEL.

La diversité des professions et l'esprit même du Foyer, prédisposaient à la création d'un tel club.

La première réunion connaît une grande affluence : 37 personnes. Mais, bien vite, l'idée d'un programme à long terme, fait qu'en Avril 1965, nous nous retrouvons à six. Les premiers mois sont consacrés à la formation du Groupe et à l'étude d'un projet.

Quelques-uns d'entre nous participent à la campagne de la Courtine où sont lancées trois fusées équipées de moteurs ATEF 74. Ils en reviennent avec une moisson d'enseignements pratiques pour l'élaboration d'AXOR 1.

A la suite d'un article dans le journal "PARIS XVe" en Mai 1965, nous recrutons deux membres. C'est cette équipe qui construit AXOR 1.

En Septembre 1965, l'intégration de la fusée est terminée, mais le retard accumulé dans la réalisation du matériel au sol nous oblige à reporter le tir à une date ultérieure.

Cependant, au cours de la campagne du Larzac, l'occasion nous est donnée d'expérimenter en vol une maquette de notre radio-balise sur un engin du Groupe d'Etudes de Télécommunications Spatiales.

Ce premier essai en vol est concluant et nous permet d'espérer les meilleurs résultats de l'expérience AXOR1 dont le lancement pourrait avoir lieu au mois d'Avril 1966.

Afin de tester notre équipement goniométrique nous procédons, dans le courant de Mars 1966, à l'expérimentation du système à l'aide d'un ballon captif au Centre Météorologique de Trappes.

Au cours de la campagne de tir des 2 et 3 AVRIL 1966 :
LANCEMENT D'AXOR1.

De cette expérience, nous avons compris la nécessité d'avoir :

- une bonne préparation,
- un matériel au sol fiable,
- une organisation rationnelle,
- une équipe bien entraînée,

permettant une mise en oeuvre rapide sur le terrain.

EN MAI :

Transfert du local au 44 de la rue Cambronne.

L'extension du Groupe nécessite un local plus vaste. Le GAREF devient autonome et axe son recrutement tout particulièrement sur le 15ème arrondissement.

En SEPTEMBRE :

A la Courtine, nous nous livrons à deux expériences dont les résultats furent très satisfaisants :

Dans une pointe Technologique montée sur un propulseur étudié par le SETS de Ville-d'Avray, nous plaçons une radio-balise en 27,14 MHz. Il s'agissait de déterminer la durée exacte de la trajectoire balistique, et la résistance à une accélération de 13 g de la radio-balise.

D'autre part, "TOUT AMB AHLON 1", expérience météorologique, se fixait pour objectif de tester la portée de notre équipement de Télémessure en 72 MHz.

Le Groupe St-Georges s'était procuré le ballon sonde auprès de la Météorologie Nationale et avait réalisé la minuterie. Quant au système de séparation d'une grande fiabilité, il était mis en oeuvre par l'ORESPA de Clermont-Ferrand.

Un article dans "PARIS XVe" relatant ces expériences aiguise la curiosité de nombreux jeunes de l'arrondissement. Quatorze d'entre-eux manifestent le désir de participer à nos activités.

Le GAREF JUNIOR est une réalité en Novembre 1966. Nous leur confions l'étude et la réalisation du programme ROXA.

Quatre mois leur seront nécessaires pour mener à bien l'étude théorique et les essais de maquettes qui permettront la réalisation du modèle de vol.

L'intégration générale est faite au mois de Mars et ROXA I est lancée le 3 AVRIL 1967 au VALDAHON dans le Doubs.

A cette même campagne, nous avons assuré avec notre matériel, la réception des télémessures de la SECTION AEROSPATIALE DE L'ECOLE DE L'AIR (Salon de Provence).

Les Juniors ayant fait leurs armes, nous les intégrons au programme AXOR II en cours depuis bientôt une année. Désormais, tous les efforts du Groupe sont orientés sur ce programme.

A la Campagne de Mourmelon, en Avril 1968, nous réalisons avec le lancement de TOUT AMB AHLON II une télémessure, en 72 MHz, de bonne qualité sur une distance de 40 km.

Et maintenant, AXOR II ...

LES MEMBRES DU GAREF XV°

Bureau	CLEENEWERCK Pierre	Président - Fondateur
	PINSON Alain	Vice-Président
	ALVERGNAT Christian	Secrétaire
	LECIEUX Alain	Trésorier
Conseil d'Administration	FOUILLADE Alain	Fondateur
	GUILLAUME Jean-Pierre	
	LEONETTI Yves	
	LESLE Louis-Pierre	Fondateur
	ROBBE Michel	

BAGLINIERE Dominique
BOURY Serge
BOYER Francis
CALDIER Philippe
DUREMBERGER Dominique
DHUIEGE Daniel
ESPARRE Bernard
GUYARD Michel
HAAS Olivier
HENRY Patrick
HENNEQUIN Jérôme
JOURNAUD Claude
LEDUL Bernard
LEGER Frédéric
MARTIN Paul-André
RENAC Claude
SEGRETAIN François
STEPOURENKO Georges
VIDEAU Roland

LE GAREF EN 7 QUESTIONS

1°) Pourquoi le recrutement est-il axé surtout sur XV^e arrondissement ?

- Pendant notre séjour au Foyer Maurice Maignen, nous avions l'habitude de "travailler" tous les jours.

Implanté en plein coeur du XV^e, il fallait garder une certaine unité géographique dans le recrutement pour permettre aux membres de venir facilement.

2°) Quel est l'âge moyen du Groupe ?

- Actuellement 20 ans.

De quels milieux sont les membres ?

- Très différents. Actuellement, nous avons des étudiants en électronique, du B.E.I. à la terminale ingénieur, des dessinateurs de bureau d'études, des agents techniques électroniciens déjà dans l'industrie, des analystes, des programmeurs, des chimistes, etc...

3°) Y a-t-il un âge minimum et maximum d'entrée ?

- Pour l'âge minimum, c'est surtout le niveau d'études qui le détermine, 17 ou 18 ans avec une 1^{ère} technique ou mathématique, ou alors une qualification professionnelle suffisante.

- Pour l'âge maximum, nous n'acceptons aucune personne ayant plus de 25 ans, mais un des membres atteignant cet âge après un certain temps n'est évidemment pas exclu.

4°) Comment "travaillez"-vous ?

- Nous avons quatre sections : Electronique, Mécanique (Réalisations, Etudes, Dessins), Calcul, Relations Extérieures.

Les affinités de chacun les font choisir l'une ou l'autre de ces sections. Mais le fait d'être affecté à une section n'ôte en aucun cas le droit de "travailler" dans une autre. D'ailleurs chaque membre du Groupe est appelé à donner son avis sur un problème, d'apporter ses idées dans tous les domaines.

5°) Pour ces activités, il vous faut de l'argent. Quelles sont vos ressources ?

- Elles sont variables.

Les cotisations, 5 F par membre et par mois, fournissent de 800 à 1.000 F par an.

En 1965, nous avons reçu de la Ville de Paris une subvention exceptionnelle de 2.000 F pour la construction d'AXOR 1.

Cette année, nous avons reçu une autre subvention de la Ville de Paris de 1.500 F répartie en 500 F de matériel et 1.000 F de frais de campagne.

Sur le plan "fourniture de matériel", il est certain que nous avons une aide très importante de la part de plusieurs organismes.

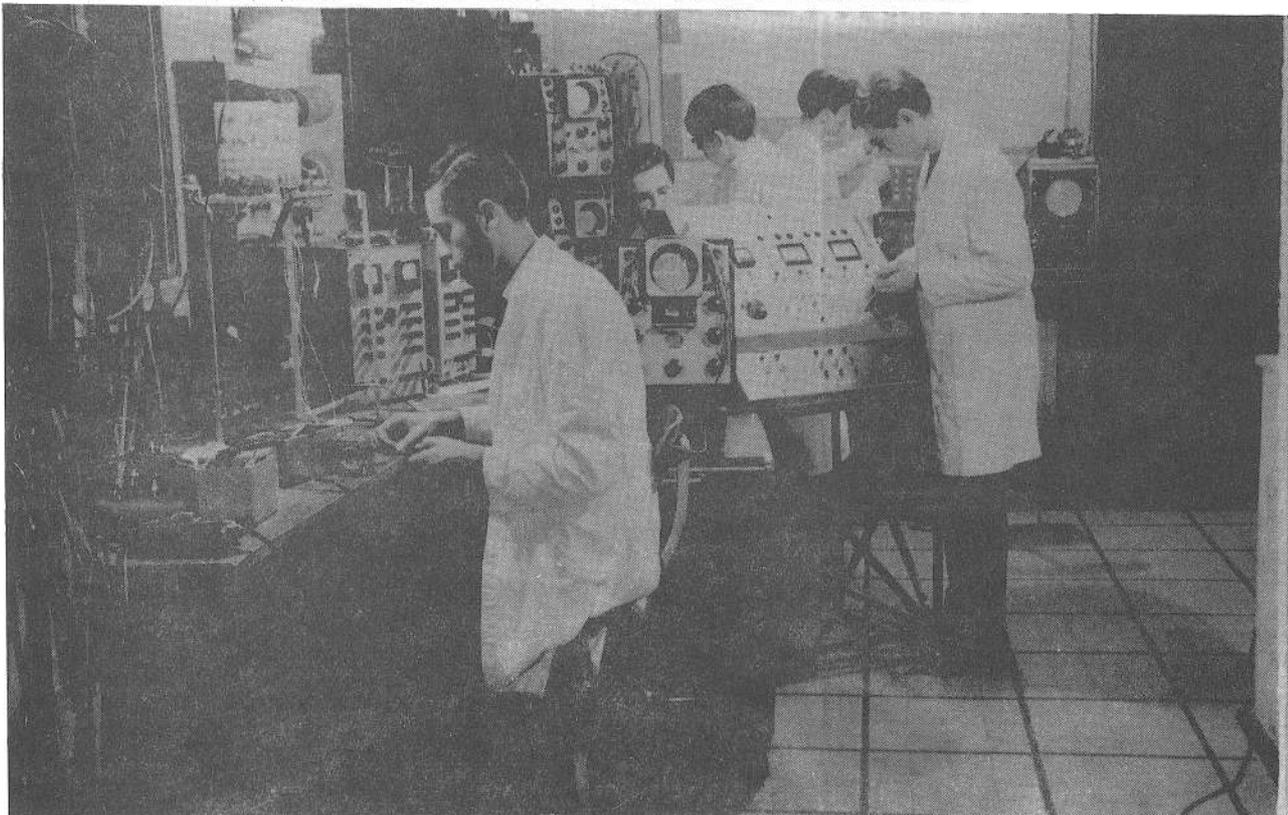
6°) Actuellement, vous "travaillez" sur le programme AXOR II. Quand voyez-vous son accomplissement ?

Initialement, le tir était prévu pour le mois de Juillet de cette année. Mais des difficultés financières se sont présentées pour l'achat de certaines pièces indispensables. Et aujourd'hui, il nous est difficile de préciser si le tir pourra se dérouler au mois de Juillet.

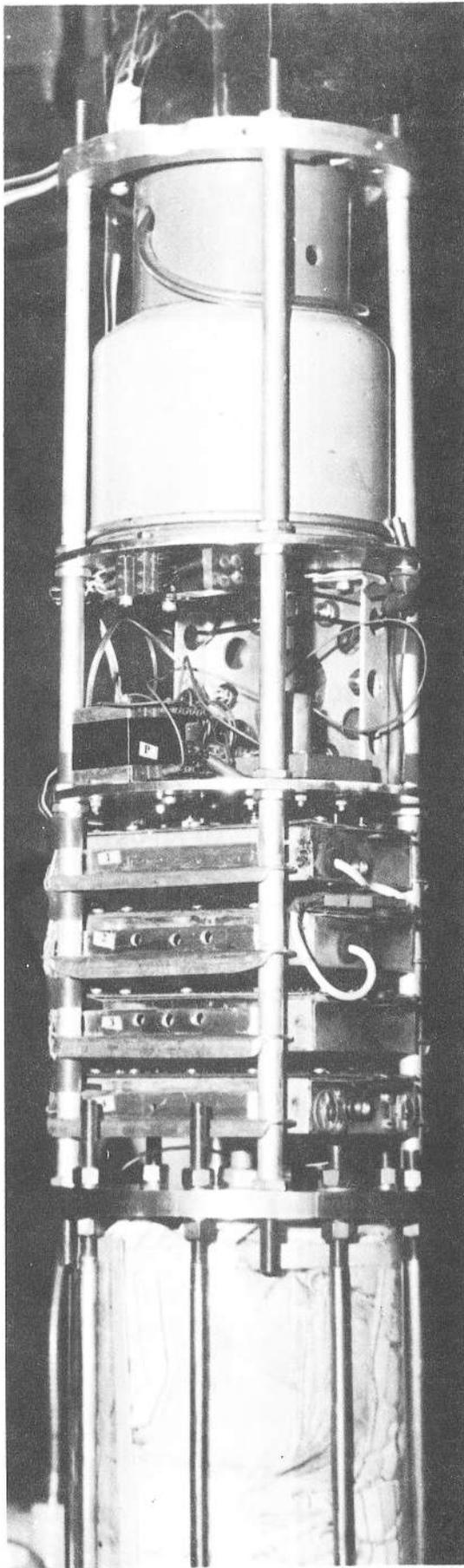
D'autre part, nous pourrions avoir à faire face à de très lourdes charges sur le local.

7°) Comment voit-on l'avenir au GAREF ?

Hormis le problème financier toujours présent, nous prévoyons de reformer un groupe Junior, tout en continuant un programme plus évolué au'AXOR II, peut-être en coopération avec d'autres clubs.



COMPTE-RENDU DES
EXPERIENCES
MENEES A TERME



CHARGE UTILE

AXOR I

PRESENTATION GENERALE

La Campagne de tir devait permettre d'étudier :

- le comportement de l'engin en vol
- le repérage
- la récupération de la charge utile.

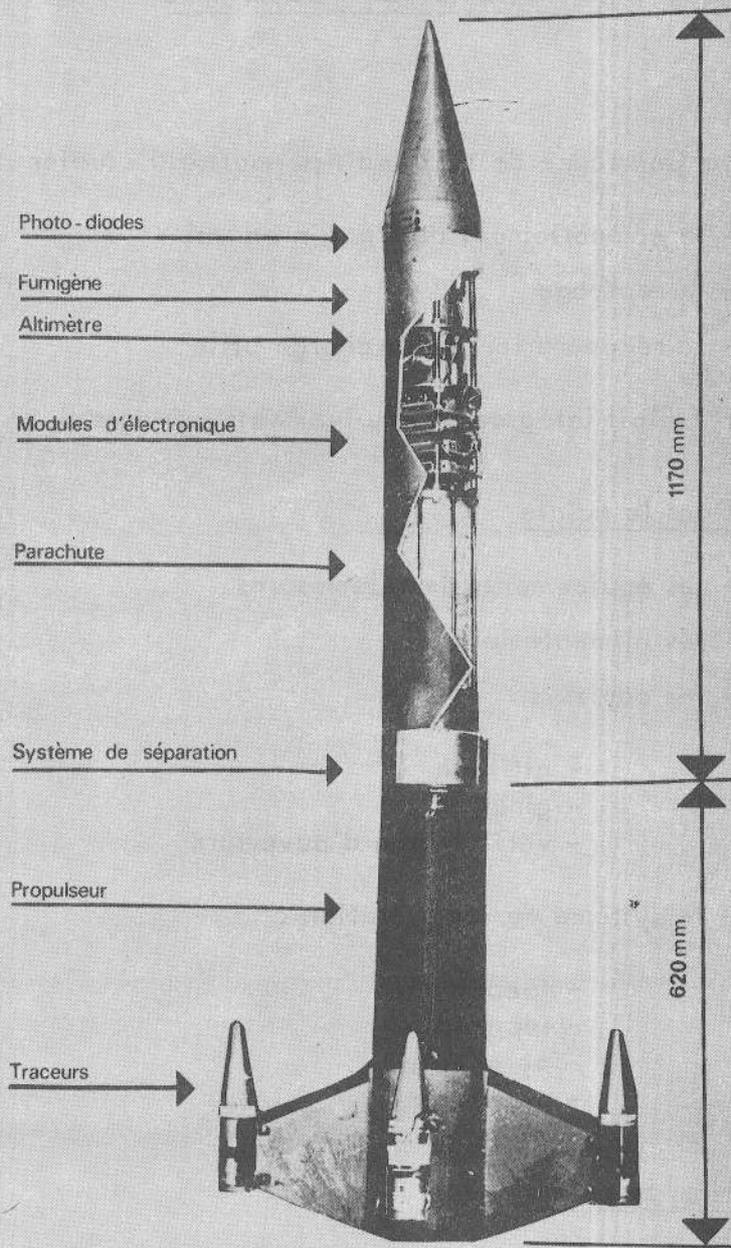
Il fallait intégrer les équipements suivants :

Dans la pointe

- les équipements de télémétries
- les alimentations
- les capteurs :
 - altitude
 - giration
 - vérification d'ouverture
- le système de récupération :
 - localisation
 - séparation
 - parachute
 - minuteries

Hors la pointe

- traceurs
- antennes
- prise de pression



FUSEE EXPERIMENTALE
AXOR 1

CARACTERISTIQUES DE LA FUSEE

Type de l'engin : ATEF 74

Numéro du propulseur : 27

Nombre d'étage : 1

Couleur de l'engin : peau externe rouge
ogive aluminium

Masse de la charge utile : 16 kg

Masse du propulseur : 20 kg

Masse totale sur rampe : 39 kg

Longueur de la case d'équipement : 1170 mm

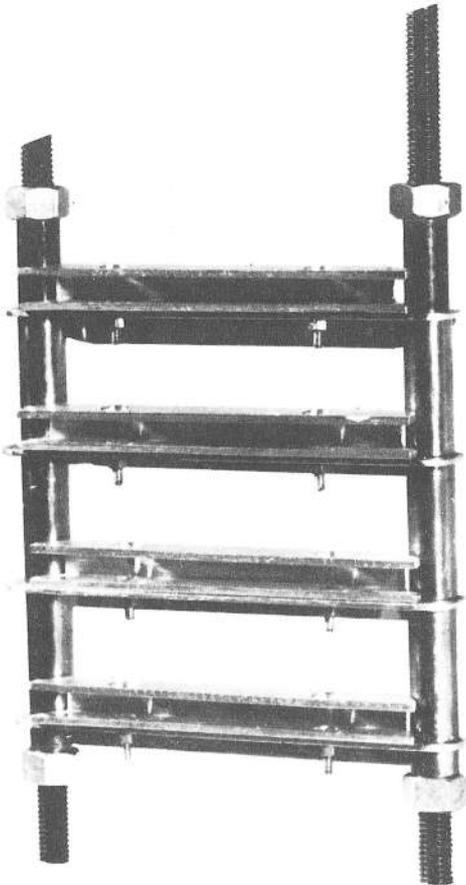
Longueur du propulseur : 650 mm

Longueur totale : 1820 mm

Diamètre : 160 mm



PARACHUTE DE RECUPERATION



RACKS DES MODULES
ELECTRONIQUES

STRUCTURE MECANIQUE

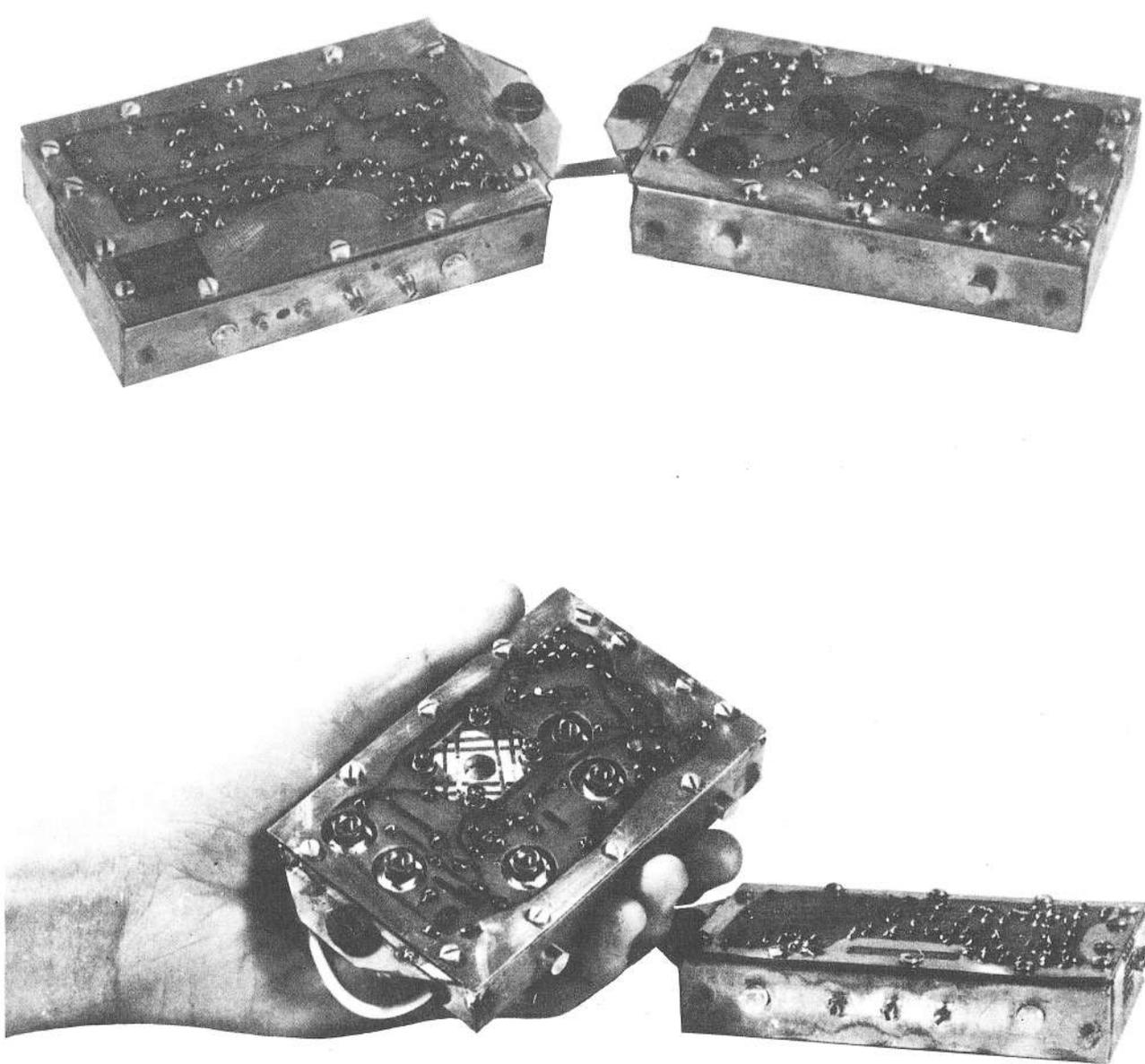
La structure est essentiellement en AU4G. Seules les tiges filetées sont en acier pour une question de résistance.

Les différents plateaux sont maintenus sur les tiges et serrés entre deux écrous. Le positionnement est donné par des entretoises en aluminium, ce qui permet un montage-démontage aisé et rapide. Chaque plateau peut recevoir son appareillage propre et être monté ensuite.

Une séparation très nette existe entre le système séparation-récupération et la partie comprenant les équipements. Les deux parties ne sont reliées que dans le montage final.

La peau en plastique (AFCODUR) est ensuite enfilée sur l'ensemble et maintenue en position par l'ogive qui vient coiffer le tout. Cette ogive en AU4G roulé-brasé est fixée par vis sur le plateau supérieur de la structure, supprimant ainsi toute contrainte de la peau.

L'emplacement des appareillages a été établi de manière à ce que le centre de gravité réel général soit le plus près possible du C.G. théorique tout en ayant les liaisons électroniques les plus courtes entre capteurs et émetteurs.



MODULES ELECTRONIQUES

EQUIPEMENTS DE BASE DE TELEMESURES

Ils comportent :

- un émetteur
- un modulateur.

1°) EMETTEUR

a) Caractéristiques générales

Piloté par quartz, alimenté sous 15 volts, il délivre une puissance antenne de 400 milliwatts et permet une liaison de 10 km à vue.

Il est réparti en 3 étages :

- pilote
- séparateur
- amplificateur de puissance (A.P.)

b) Description

Le pilote est un oscillateur pierce à quartz 72 MHz (partiel 5) précision 10^{-6} , qui est pourvu d'une gaine en téflon protectrice des chocs et vibrations.

Le séparateur, couplé au pilote par capacité, est un montage base commune.

Le A.P. est une cathode follower reliée au séparateur par couplage inductif.

Le C.O. est un filtre en "pi" permettant une adaptation aisée de l'étage de sortie à l'antenne.

L'ensemble comporte quatre points de réglage accessibles par la face supérieure du module 1.

2°) MODULATEUR

a) Caractéristiques générales

Puissance 500 milliwatts

Alimentation 13,5 Volts

Modulation collecteur (énergique et linéaire)

b) Description

Il comporte un push-pull (classe A.B.) précédé d'un driver (classe A) qui suit un atténuateur à résistances de 100 K Ω et 1,5 K Ω , à part la voie 5 (39 K Ω).

Tous les circuits électroniques sont montés en 4 modules de 115 x 75 x 22, moulés, dont la face supérieure supporte les circuits imprimés.

Ils sont suspendus en toutes directions par passe-fils et bouchons en caoutchouc maintenus dans des glissières supportées par 4 tiges filetées. L'interchangeabilité est donc immédiate et rapide. Ce ne sont pas les fonctions qui ont régi la mise en place, mais une répartition homogène.

De haut en bas nous avons :

- émetteur de télémètres (Poids 215 gr)
- modulateur mélangeur (Poids 220 gr)
- alimentation altimètre, cathode follower, 3 multivibrateurs astables (Poids 245 gr)
- localisation balise, minuterie fumigène (Poids 220 gr).

Certains réglages sont accessibles par les faces latérales, d'autres par les faces arrières.

Le câblage réalisé en épi avec des éléments semi-professionnels n'a subi aucune contrainte au moulage du fait du \varnothing des fils suffisamment rigides.

ALIMENTATIONS

La recherche du poids, de l'encombrement minimum et de la stabilité a fait adopter les piles au mercure et alcalino-manganèse à forte capacité (Mallory-Batteries).

Les piles au mercure alimentent les oscillateurs des sous porteuses et le convertisseur de tension de l'altimètre.

Les piles alcalino-manganèse alimentent les autres circuits.

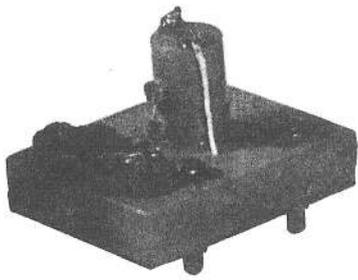
Toutes les fonctions électroniques de l'engin sont alimentées séparément (voir "Tableau d'alimentation").

Tous les négatifs des batteries sont communs. Pour la mise sous tension, des interrupteurs de sécurité et des relais commutent le négatif à la masse.

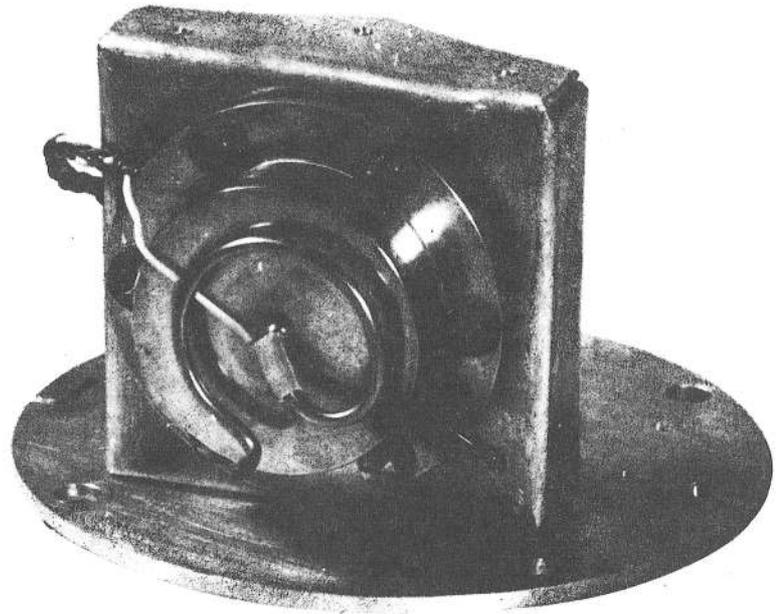
En position repos, une diode intercalée entre les poles positifs des piles et la fonction à alimenter, empêche les piles de débiter. Celles-ci sont moulées dans de l'araldite et fixées par étriers dans l'ogive. La masse totale du bloc est de 1000 grammes.

Les piles ayant une autonomie de fonctionnement de 10 heures, il était inutile de prévoir une alimentation extérieure pour l'engin sur rampe, à condition qu'elles ne soient moulées que quelques semaines avant le tir.

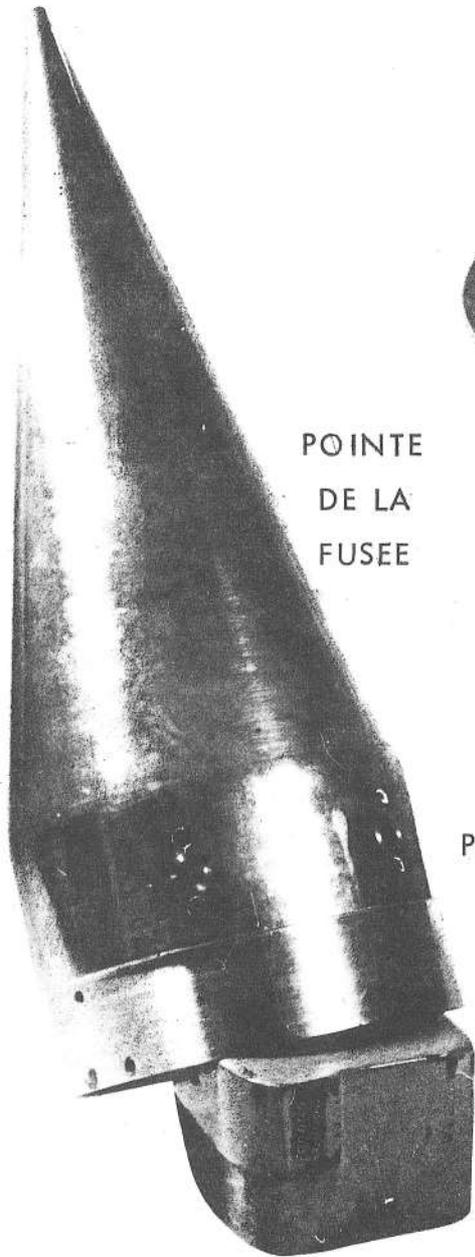
Par ailleurs, elles nous ont donné entière satisfaction et nous ont dispensé d'utiliser le second bloc, identique au premier, prévu en secours.



CAPTEUR DE POSITION



ALTIMETRE



POINTE
DE LA
FUSEE

PHOTO-DIODES

BLOC D'ALIMENTATION

LES CAPTEURS - LES MESURES

1 - GIRATION

A la base de l'ogive sont fixés 3 senseurs solaires, constitués par des cellules photodiodes type OAP 12. Deux de ces cellules sont montées en opposition, la troisième étant à 30° de l'une d'elle, ce qui permet de mesurer le sens et la vitesse de giration de la fusée.

Ces cellules sont suivies d'un amplificateur à courant continu à deux transistors. Il est possible de faire un réglage en fonction de la luminosité ambiante. Cet amplificateur est suivi d'un transistor monté en commutateur dont la charge dans le collecteur est un multivibrateur astable fournissant un signal B.F.

Il est nécessaire de prévoir une C.A.S. pour l'amplificateur continu : la luminosité pouvant varier dans de grandes proportions ce qui rend la mesure déficiente.

2 - VERIFICATION D'OUVERTURE (photo ci-contre)

Dix grammes de mercure sont maintenus dans un tube étanche comportant quatre électrodes en nickel qui permettent d'obtenir 4 contacts différents.

Un multivibrateur astable à fréquence donnée est commuté suivant les électrodes court-circuitées.

La quantité de mercure a été prévue pour ne pouvoir mettre en court-circuit que 2 électrodes à la fois : deux positions horizontales permettant de connaître à quel instant a lieu l'ouverture du parachute et dans quelle position.

3 - ALTITUDE

Le capteur est constitué par une base de temps à gaz dont la fréquence varie linéairement avec l'altitude. Il doit être alimenté sous une centaine de volts et être suivi d'un étage séparateur.

Cette alimentation est formée d'un oscillateur blocking suivi d'un doubleur greinacher lui-même suivi d'un circuit R.C. déterminant la fréquence de la base de temps.

Le séparateur est une cathode follower dont l'impédance de sortie est de $1\text{ K}\Omega$ avec une tension de sortie de 2,5 Volts. La fréquence de repos sous pression au sol est réglée par variation de tensions aux bornes de la base de temps ($F = 700\text{ Hz}$, $U = 4,5\text{ volts}$, $I = 100\text{ mA}$).

Tous les essais ont été effectués dans les laboratoires de la Société d'Appareillages Aéronautiques BADIN avec les matériels appropriés.

RESULTATS

Pour une altitude de 5000 mètres, on obtient une variation de fréquence de 200 Hz.

De nombreux essais effectués aux Etablissements S.C.A.E.M. ont permis de déterminer empiriquement le mélange gazeux ainsi que la pression donnant un fonctionnement correct et stable (Mélange Néon-Argon à 50 %, Pression 15 à 20 mb).

RECUPERATION

1°) LA LOCALISATION

a) La balise

Fréquence d'émission 27,14 MHz

Puissance absorbée 500 mW

Fréquence de modulation 1000 Hz.

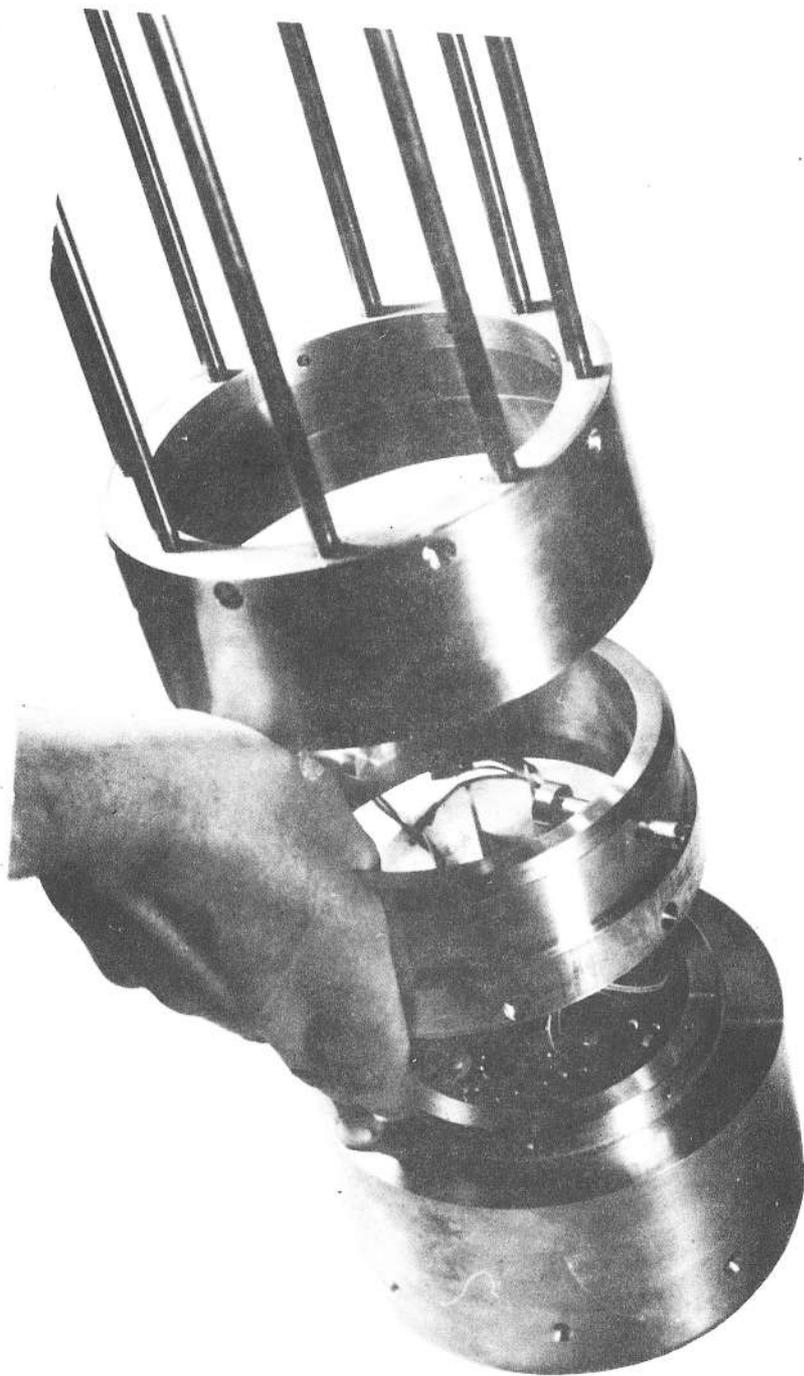
L'étage oscillateur est du type "Pierce" avec taux de couplage réglable par prise médiane capacitive. Le second étage est un amplificateur de tension à base commune.

Le P.A. est un cathode follower neutrodyne par self. La charge de sortie est un filtre en "pi", les réglages se font sur la face supérieure du tiroir en positionnant les noyaux de ferrite des bobinages.

Essais de balise :

La Météorologie nationale nous a permis de tester la balise dans des conditions proches de la réalité. Maintenu à une altitude de 500 mètres par un ballon captif, la radio-goniométrie a été expérimentée avec succès à l'aide d'un récepteur situé à 5 km de l'émetteur : l'écart angulaire a été de 5°.

La veille du tir un nouvel essai a été effectué vers 18 heures afin de familiariser les opérateurs.



SYSTEME DE SEPARATION POUR LA RECUPERATION

Le parachute de charge, d'un diamètre de 5 mètres (système de suspentes à l'air), est fixé sur un plateau maintenu par 8 tiges formant "cage container" et permettant un réglage de la compression de ce parachute. C'est à ce niveau que s'effectue la liaison avec le reste de la structure.

3°) LES MINUTERIES

Principe : Commutation d'un thyristor à l'aide d'une unijonction.

La constante de temps est réalisée par un circuit RC ; réglage de 20 à 35 secondes. Pour une variation de la tension d'alimentation de 25 %, on obtient une erreur de 1,4 %, et pour une variation de 20° C à 55° C une erreur de 3 %. La charge des thyristors est constituée par les ampoules "flash". Par sécurité, ces minuteries sont couplées. La première est mise en fonctionnement par relais à partir du pupitre de commande, la seconde est déclenchée par accéléro-contacts. Temps de déclenchement : 23 secondes. Ces minuteries ont donné entière satisfaction tant pendant les essais que lors du vol.

Résultats du tir :

La fusée sur rampe, le signal fut reçu dans les meilleures conditions, bien que l'antenne fut pliée dans le parachute. Il en fut de même pendant l'ascension, et lors de la descente en parachute, le niveau s'accrut du fait du déploiement de l'antenne.

b) Le fumigène

Pour permettre un repérage optique par lâcher de tétrachlorure de titane contenu dans un réservoir sous pression et libéré par une micro-valve débouchée par minuterie électronique. Ce système n'a pu être expérimenté par suite des difficultés rencontrées au remplissage, le $TiCl_4$ étant d'un emploi particulièrement délicat.

2°) LA SEPARATION

La séparation de la pointe et du propulseur est commandée par minuterie électronique moulées dans la pièce assurant la liaison de ces deux parties. Le système est fondé sur le retrait de deux goupilles diamétralement opposées, soumises à l'action de deux ressorts et maintenues en position par quatre ampoules "flash" type PF 1, entourées de ruban adhésif toilé. L'éclatement d'une seule ampoule suffit à provoquer le retrait des deux goupilles qui assurent la liaison entre deux cylindres d'ajustement "glissant libre rodé".

Sur un plateau protégeant le tout, est fixé un ressort assurant la séparation en une quelconque position de l'engin. C'est ce ressort qui sort le parachute extracteur du parachute de charge.

Ce dispositif monté sur la partie propulseur est entièrement indépendant du reste de la charge.

HORS LA POINTE

1°) TRACEURS

Quatre traceurs équipent les empennages. Deux allumés au départ éclairent pendant 25 secondes, et servent au repérage optique de la phase ascensionnelle, les deux autres, retardés de 30 secondes par minuteriers électroniques commandés par accéléro-contacts et moulés dans les ogives équipant ces traceurs, servent au repérage optique du propulseur pendant sa chute.

Une fausse manoeuvre sur rampe a provoqué un déclenchement prématuré de l'un des traceurs.

2°) ANTENNE 72 MHz

Constituée par un brin souple isolé, tendu le long de la paroi extérieure, elle fonctionne en 1/4 d'onde en liaison directe avec l'émetteur.

3°) ANTENNE 27,14 MHz

Egalement constituée par un brin souple, elle est logée à l'intérieur d'une suspente du parachute. Comme la précédente, elle fonctionne en 1/4 d'onde et est en liaison directe avec l'émetteur.

LIAISONS - RELAIS - CONNECTEURS - CONTACTEURS

CABLAGE DE LA POINTE

- Quatre contacteurs interjet sont fixés verticalement sur les plateaux et servent au verrouillage de l'engin sur rampe :
 - deux pour les minuterics,
 - deux pour les télémcsures et localisation (couplage par sécurité). Ils sont commutés par l'équipe de tir.

- Quatre relais commutés à partir du poste de commande de tir mettent en circuit les télémcsures, la balise, les minuterics et permettent un éventuel arrêt de la chronologie.

- L'alimentation et la sortie de la chaîne de détection sont effectuées par connecteurs "SOURIAU".

- La sortie HF est faite sur prise "OTTAWA" 50 ohms, réf. 533.

- Câblage de la pointe : voir plan et liste.

MOYENS AU SOL

L'appareillage au sol doit permettre la réception et l'exploitation des renseignements fournis par la fusée. Il ne comprend que les éléments essentiels au bon déroulement de l'expérience.

1 - ALIMENTATION

La tension de 110 volts est fournie par deux groupes électrogènes mis à la disposition des clubs par les armées. Ceux-ci étant en rôdage, la tension fut trop faible pour assurer une bonne régulation du courant, sans parler des fréquentes coupures.

Un pupitre comportant disjoncteurs, fusibles et interrupteurs, assure la répartition du courant entre les différents appareils, l'éclairage se faisant à partir des groupes.

2 - APPAREILS DE CONTROLE

Les télémessures sont enregistrées sur un magnétophone Philips, type EL 3524 double pistes. Un second, Grundig type TK 17L, enregistre la tension de C.A.S. du récepteur, un troisième étant prévu en secours.

Un compteur à affichage numérique type Rochar, permet la lecture directe de l'altitude de l'engin, connaissant la courbe d'étalonnage (il sert aussi en doublage du pupitre de commande de mise à feu).

Trois oscilloscopes, dont deux bicourbes, du type Cossor, permettent de suivre le bon fonctionnement des appareils embarqués. Le troisième du type CRC, permet en particulier de visualiser les signaux TBF de la mesure de rotation.

Tous le matériel servant au dépannage éventuel des appareils de réception a été amené sur place. Cependant, le manque de générateur HF s'est fait fortement sentir.

3 - ANTENNES

D'une hauteur de 8 mètres, deux antennes, composées d'éléments de mâts triangulaires de 3 mètres, servent à la réception des télémessures.

L'une du type "Ground Plane", capte le champ magnétique au moyen d'un demi trombone en laiton de 1,04 mètre de long, soit en quart d'onde. Un croisillon en laiton de 1,04 mètre de côté, atténuant très fortement l'effet de sol, l'isole de la réaction du pylone métallique.

L'autre "omni-directionnelle", composée de deux dipôles de 2,08 m formant un croisillon, capte le champ électrique. La remise en phase du signal de l'un des dipôles est réalisé à l'aide d'un brin adaptateur en $1/4$ d'onde.

La liaison antenne - récepteur se fait par coaxial de 75 ohms.

Des essais préalables ont permis de déterminer le taux d'onde stationnaire de 1,13 et la plage de réception couvrant 5 MHz entre 69 et 74 MHz.

4 - RECEPTEURS

Les récepteurs en modulation d'amplitude, au nombre de trois, comprenaient chacun 5 étages en MF accordés sur 10,7 MHz. Tous les transistors sont du type PNP AF 114 montés en base commune.

Les transformateurs FI du type Infra 102 et 84, sont précédés d'un transformateur, non accordé, adaptateur d'impédance : antenne - entrée ampli HF.

L'amplificateur HF équipé d'un AF 114 est monté en émetteur commun, la charge du collecteur étant constituée par un circuit bouchon accordé sur 72 MHz.

Une capacité de 3,3 pf assure la liaison avec l'étage changeur qui sert d'oscillateur local, dont une diode varicap contrôle la dérive en tension et en température.

Chaque récepteur est enfermé dans son propre blindage, dont la partie arrière est percée de façon à laisser passer et verrouiller les fiches.

Un oscillateur piloté quartz était prévu en secours. La veille de la campagne, la sensibilité était de 10 microvolts pour une bande passante de 350 KHz à 1 db. Le transport et les mauvaises conditions atmosphériques déplacèrent les réglages et aucune retouche ne put être faite par manque de générateur HF.

5 - ENREGISTREUR

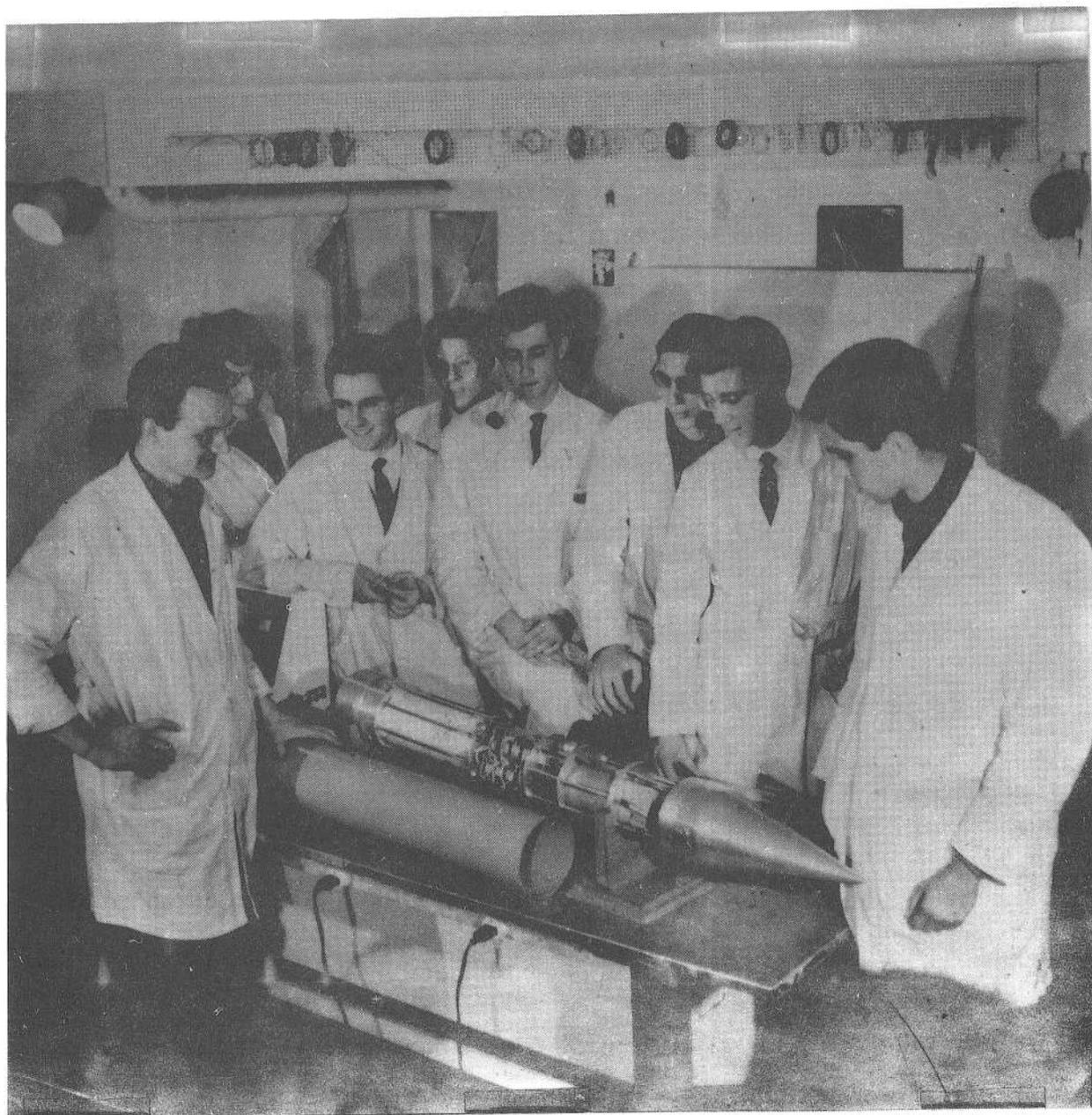
L'enregistreur graphique à déroulement lent sert au contrôle de la mesure de giration. Il ne comporte qu'un canal.

6 - RADIO-GONIOMETRIE

Le cadre de réception est constitué d'un fil téflonné d'un diamètre de 10/10 de mm dont la circonférence est de 1/8 d'onde. Il est maintenu dans un tube de cuivre circulaire en deux parties, distantes de 5 cm au sommet, et qui lui sert de blindage. Celui-ci est monté sur un mât isolant permettant son orientation en toutes directions. Un index solidaire du mât et perpendiculaire au cadre, permet de déterminer la direction de l'engin et son azimut grâce à une table graduée.

Le récepteur est un talkie-walkie du CNES calé sur 27,14 MHz dont la VCA n'est ni déconnectable, ni réglable, ce qui nécessite une certaine distance entre émetteur et récepteur dans le but d'éviter la saturation.

Pour obtenir deux positions d'audition nulle du signal, il faut régler l'atténuateur de bruit.



AVANT LE DEPART EN CAMPAGNE DE TIR

DEROULEMENT DU TIR



H = 60 mm

PRESENTATION AVANT LE LANCEMENT

COMPTE-RENDU

Le 2 Avril, en début d'après-midi, les membres des différents clubs conduits par les autorités militaires, prenaient place avec leur matériel dans la zone qui leur était attribuée. Ce fut aussitôt l'installation des équipements, des appareils et des véhicules. Nos jeunes amis du G.A.R.E.F. XV° installaient aussitôt deux grandes antennes de 8 m le matériel au sol nécessaire à la réception des télémessures et procédaient aux premiers réglages et vérifications.

A 21 heures, le compte à rebours commençait : le tir était prévu pour le lendemain 9 heures. Personne cette nuit-là ne pensa à dormir et les organisateurs du C.N.E.S. et de l'A.N.C.S., véritables maîtres d'oeuvre du lancement ne quittèrent guère les lieux.

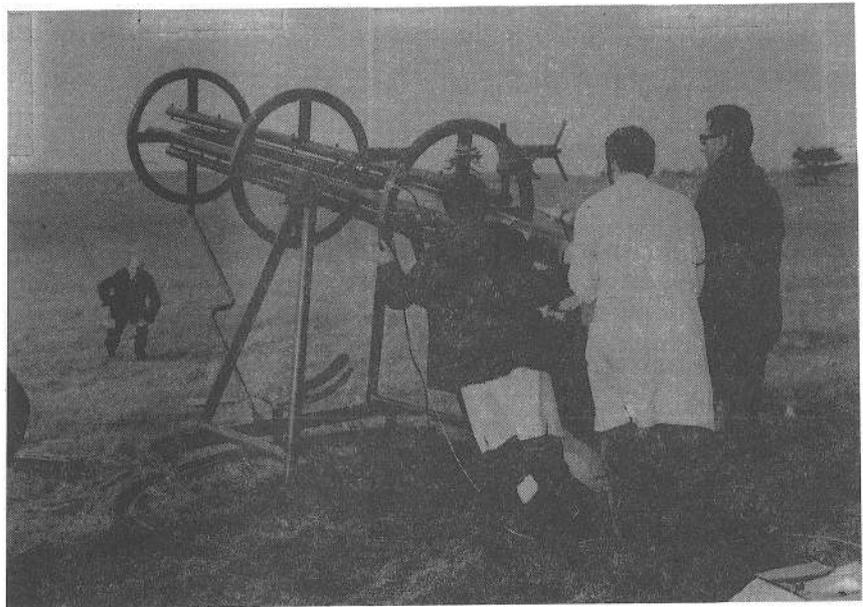
Et ce fut le jour J, une journée contenant tous nos espoirs, mais aussi toutes nos craintes. Les ennuis commençaient, la chronologie d'AXOR 1 ayant été interrompue par les mauvaises conditions atmosphériques de la nuit et les fantaisies d'un groupe électrogène en rodage. Tout cela empêcha les électroniciens du groupe de mettre la dernière main à leur ouvrage. Le tir était donc reporté à l'après-midi, vers 17 heures.

Entretemps, nous recevons la visite, combien réconfortante, de notre président d'honneur, M. GALY-DEJEAN, qui put s'entretenir avec les ingénieurs et techniciens du Centre national d'études des télécommunications venus nous assister avec leur bienveillance et leur sympathie habituelles.

Et ce fut le premier grand instant : AXOR 1, fin prête, allait recevoir son propulseur, élément tant attendu qui allait dans quelques minutes emporter nos espérances, ainsi que le fruit d'un travail de plus d'une année.



H - 45 mm - DESCENTE A LA RAMPE

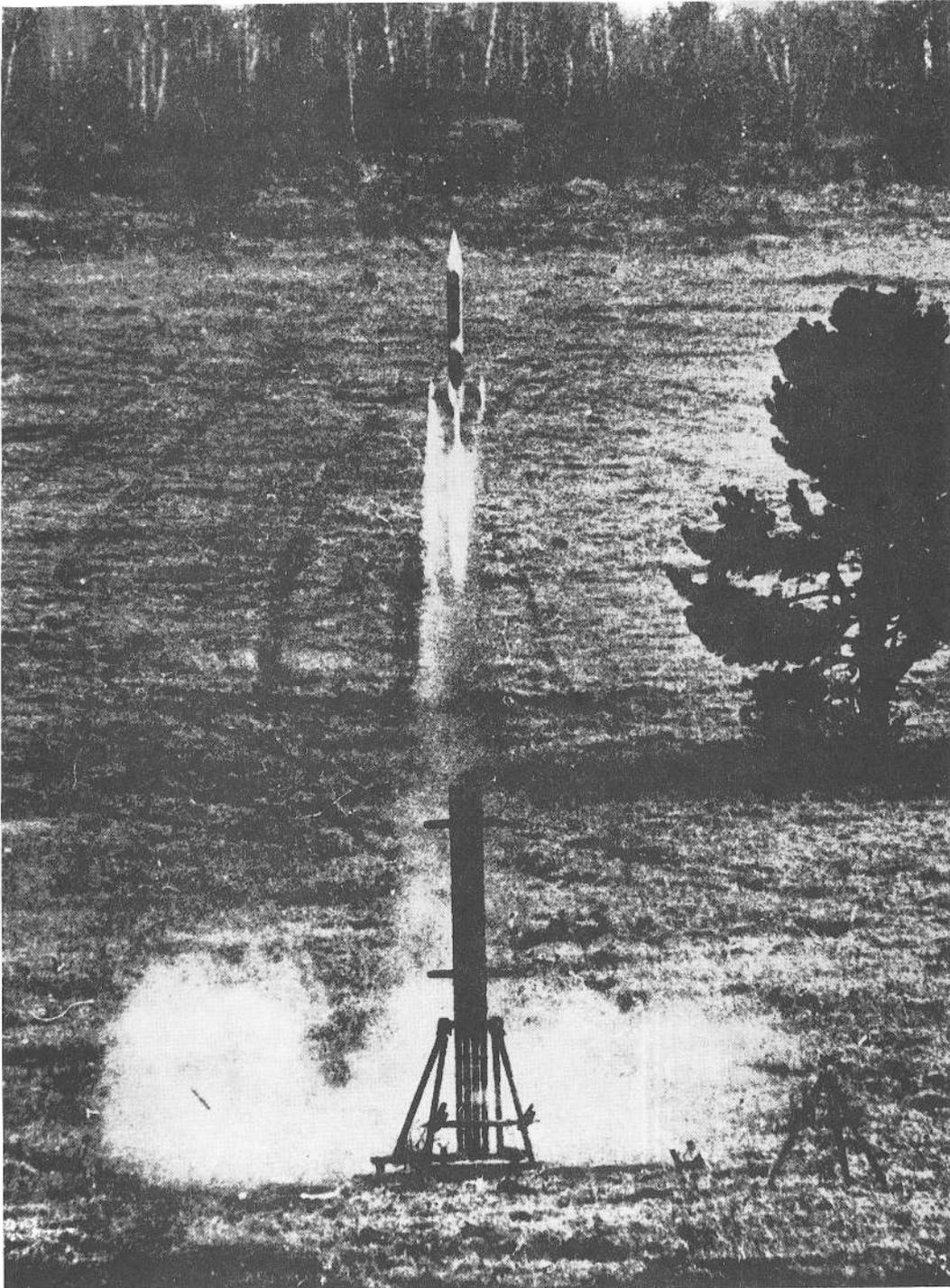


H = 30 mm
MISE SUR RAMPE

Cette opération effectuée, ce fut la descente à la rampe de lancement et la mise en position de l'engin. Derniers contrôles, et déjà il fallait remonter au poste de commandement de tir où le compte à rebours touchait à sa fin.

A 17 h 47, les ultimes vérifications terminées, AXOR 1 s'élançait dans une trouée de ciel bleu. Après une courte attente pour certains, interminable pour d'autres, les récepteurs captaient toujours les signaux de la fusée. Il n'y avait plus de doute, c'était la réussite et là-haut, la fusée redescendait, comme prévu, suspendue à son parachute.

Avec ses 39 kilos, AXOR 1 était montée à 2 800 mètres. Elle fut retrouvée en parfait état à 5 km, dans la zone qui avait été déterminée par les calculs. Le cameraman ayant filmé cet instant mémorable, elle fut ramenée au P.C. de tir où elle s'inscrivait comme troisième fusée récupérée en trois ans. Le G.A.R.E.F. XV° devenait le premier groupe amateur à connaître le succès à son premier lancement.



H = 0

2 - ELEMENTS DE TIR

Type de la rampe : ATEF 48

Coordonnées de la rampe :

$$x = 698\ 75$$

$$y = 887\ 00$$

Pointage de la rampe :

$$\text{site} = 86^\circ$$

$$\text{azimut} = 360^\circ$$

Altitude de culmination : 2800 mètres

Coordonnées du point de chute de la charge utile :

$$x = 730\ 50$$

$$y = 912\ 20$$

Coordonnées du point de chute du propulseur :

$$x = 694\ 40$$

$$y = 902\ 272$$

3 - RADIO-GONIOMETRIE

Le repérage radio-goniométrique s'est effectué à partir de trois postes répartis sur le terrain en fonction des calculs de trajectoire.

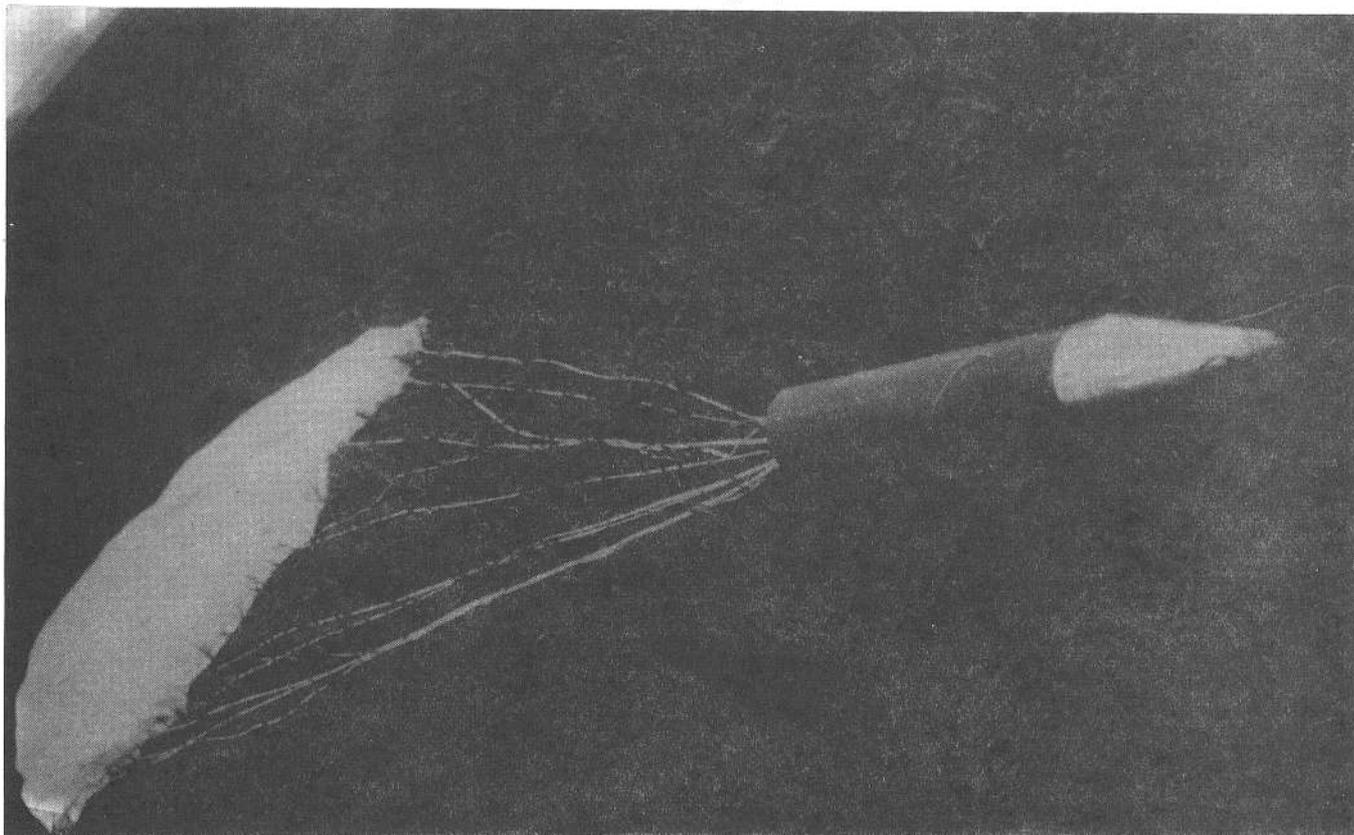
Seul le poste du PC de tir a pu fournir des indications intéressantes, les deux autres étant saturés par la proximité de l'émetteur.

Les coordonnées du point de chute, données par le radar, sont venues préciser et confirmer ces premières indications.

Il n'a fallu que peu de temps pour retrouver l'engin qui s'était posé en parfait état à environ 3750 mètres de la rampe de lancement.

4 - TRAJECTOGRAPHIE

Nous n'avons pas jugé utile de reporter ici le détail des calculs qui nous ont permis de déterminer le temps de culmination avec 2 secondes d'erreur et un écart de 400 mètres sur l'aire d'atterrissage prévue.



CONCLUSIONS

Cette première expérience, dont il faut reconnaître que quelques points ont laissé à désirer, tant à cause des difficultés techniques que par l'inexpérience des conditions de tir, nous a été d'un très grand profit.

Si nous dressons le bilan global de l'expérience, nous obtenons ceci :

- Système de récupération : fonctionnement 100 %
- Comportement en vol de la structure mécanique et des modules électroniques : excellent
- Fonctionnement de la radio-balise 27,14 MHz : réception 5/5
- Emetteur de téléméasures : fonctionnement incertain pendant le vol dû à la défectuosité de la réception. Ces mêmes modules nous ont permis de réaliser une liaison à vue d'environ 30 Km.
- Capteurs : la défectuosité de la liaison n'a pas permis le contrôle de la validité des mesures en vol
- Fumigène : n'a pu être utilisé du fait de la corrosion des raccords, des robinets et de la valve lors du remplissage du container, malgré la pellicule de silicone protectrice.
- Récepteurs de téléméasures : tête HF des récepteurs défectueuses, sans doute à l'origine de la mauvaise liaison.

Les récepteurs de rechange non adaptés aux autres éléments n'ont donné aucun résultat.



APRES RECUPERATION

TOUT AMB AHLON 1

TOUT AMB AHLON 1

Le lacher a eu lieu le dimanche 11 Septembre, à 14 h, sur le terrain militaire de LA COURTINE.

DESCRIPTION

- Ballon
- Mire Radar
- Charge utile Système de séparation - récupération
 Emetteur de 72 MHz et son modulateur

1°) Ballon

5 m³ d'hydrogène

Vitesse d'ascension : 2,5 à 3 m/s.

2°) Mire Radar

Formée par une pyramide en papier d'aluminium, elle a permis au radar de suivre les évolutions du ballon, le reste des équipements ne formant pas un écran suffisant à la poursuite. La mire est placée sous le ballon.

3°) Système séparation - récupération

Un fil de nylon relie le ballon au parachute qui supporte la minuterie et l'émetteur. Ce fil traverse un sachet de poudre dans lequel sont plongées deux amorces Gévelot, reliées à la minuterie.



DERNIERS PREPARATIFS AVANT LE LANCEMENT

4°) Parachute

D'un diamètre de 80 cm, il est maintenu déplié et tendu entre le système de séparation et la charge utile.

5°) Minuterie

La minuterie est placée sous le parachute, dans une petite nacelle en polystyrène expansé, avec son ensemble de piles. Son principe est basé sur la charge de quatre condensateurs qui déclenchent un thyristor par l'intermédiaire d'une unijonction, au bout d'une heure.

6°) Emetteur 72 MHz

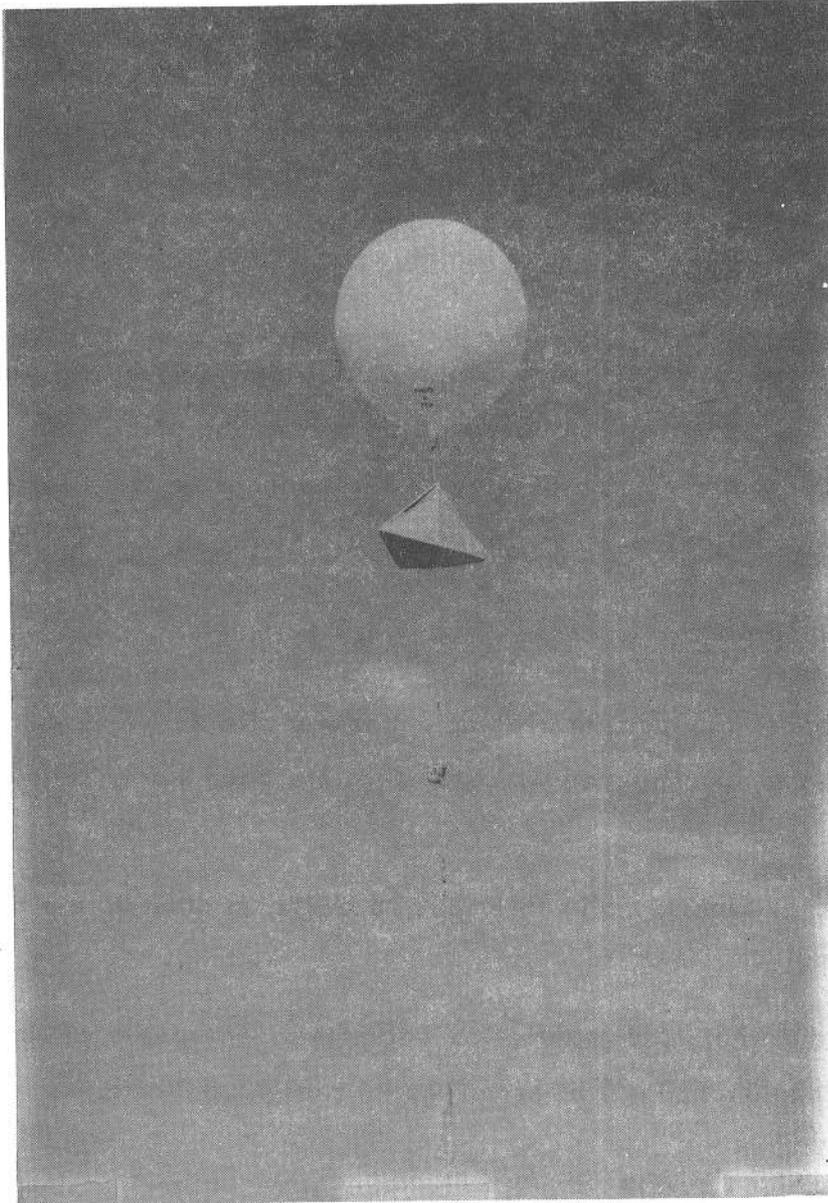
- Placé avec son alimentation dans une nacelle du même modèle que la précédente, mais éloignée de cette dernière pour éviter les effets de la minuterie.
- Piloté par Quartz, alimenté sous 15 Volts, il délivre une puissance de 400 mW.
- Le modulateur, par modulation collecteur (énergique et linéaire), a une puissance de 500 mW et est alimenté sous 13,5 Volts.

7°) Un récepteur 72 MHz

En modulation d'amplitude, il comprend 5 étages en MF accordés sur 10,7 MHz.

RESULTATS

- Altitude atteinte au moment de la séparation : 8 000 m.
- Séparation signalée par les Astronomes qui assuraient la poursuite au télescope.
- Distance droite : 13 Km.



DEPART DE TOUT AMB AHLON 1

- Temps d'ascension : 37 minutes.
- Température en altitude - 40°C.
- Temps de descente : 1 h 25.
- Distance parcourue en ligne droite : de l'ordre de 30 Km.

Les émissions ont été parfaitement reçues pendant les 2 heures qu'a duré l'expérience. La bande enregistrée témoigne du brusque arrêt au bout de ce temps, ce qui doit correspondre à l'atterrissage.

L'ensemble a été retrouvé le 23 Septembre 1966, sur le territoire de la Commune de Néoux, soit à 30 Km du point de départ et expédié au siège de l'A.N.C.S. par la Gendarmerie de Crocq. Le matériel récupéré est en excellent état.

CONCLUSION

La minuterie, qui n'était pas protégée thermiquement, a déclenché plus tôt que prévu, en raison de la très basse température à l'altitude atteinte.

L'émetteur et son modulateur, qui eux étaient protégés, ont parfaitement fonctionné. Il en a été de même du système de séparation.

Le dépouillement de la bande a permis d'obtenir des renseignements valables sur la stabilité des éléments électroniques.

Dans les lancers futurs, il serait souhaitable d'installer une mire radar sur l'ensemble à récupérer.

Cette première expérience permet d'envisager que des mesures valables et d'un grand intérêt peuvent prochainement être effectuées par un Club de Météorologie et pour les Clubs d'Astronautique, d'expérimenter le matériel à embarquer sur les fusées.

ROXA 1

Modules
d'électronique

Photodiodes

Émetteur 27,14 MHz

Modulateur

Giration

VCO

Régulation

Minuterie

Sécurités

Système de séparation

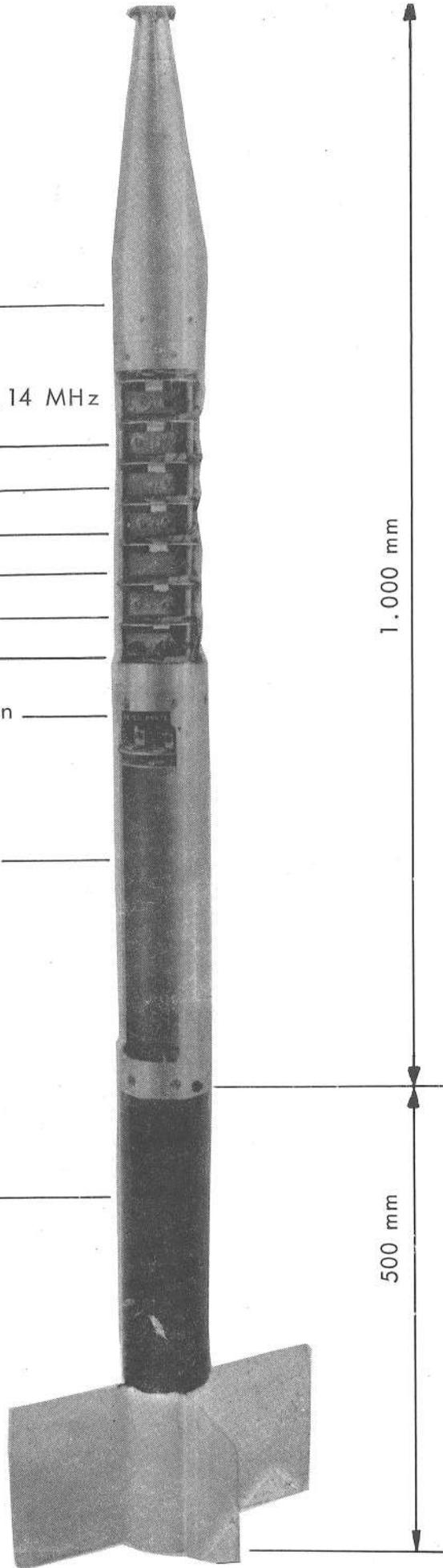
Container parachute

Propulseur

1.000 mm

500 mm

ROXA 1



PRESENTATION GENERALE

Buts de l'expérience :

- étude des phases du vol
- étude de la giration autour de l'axe principal
- récupération de l'ensemble de la fusée.

Équipements de la pointe :

- télémétrie et antenne
- alimentation
- capteurs :
 - giration
 - vérification des phases du vol
- système de récupération :
 - minuterie
 - ensemble mécanique
 - parachute.

CARACTERISTIQUES DE LA FUSEE

Type du propulseur : SETS 1000

Numéro du propulseur : 26

Nombre d'étage : 1

Couleur de l'engin : aluminium
peau grise

Masse de la charge utile : 5 kg

Masse du propulseur : 4,500 kg

Masse de la fusée : 9,500 kg

Poussée : 960 N

Longueur de la charge d'équipement : 1 m

Longueur du propulseur : 0,500 m

Longueur totale : 1,500 m

Diamètre : 90 mm

STRUCTURE MECANIQUE GENERALE

D'un diamètre extérieur de 90 mm, la structure mécanique est composée de trois parties distinctes, reliées par des couronnes.

La loge du parachute, fixée au faux fond, reçoit le propulseur. De 400 mm de hauteur, elle est constituée d'un cylindre d'aluminium de 4 mm d'épaisseur dans lequel est découpée une ouverture de la valeur d'un arc d'angle de 135°.

Cette ouverture qui a pour but de permettre l'extraction du parachute de récupération de l'engin est fermée par une "porte" dont le rayon de courbure permet de reconstituer le cylindre initial.

Le système de verrouillage est assuré dans la partie supérieure de cet ensemble qui a été choisi pour sa résistance particulière au choc produit lors de l'ouverture du parachute. On évite ainsi de "casser" l'engin par son milieu.

Les racks des modules électroniques sont composés de plateaux d'aluminium circulaires espacés par 5 entretoises et maintenus par des tiges filetées de 5 mm.

L'ogive, tournée en AU4G, est maintenue à la case électronique par une couronne.

EQUIPEMENT DE TELEMESURE

1°) EMETTEUR (27,14 MHz)

Piloté par Quartz, alimenté sous 15 Volts, d'une puissance d'antenne de 0,5 W, il est composé de 3 étages :

- pilote
- préampli
- étage de puissance.

Réalisé sur un circuit imprimé, format 45 x 65, ses réglages sont accessibles par trois faces latérales.

2°) MODULATEUR - OSCILLATEUR

L'oscillateur du type "pont de Wien" suivi par un séparateur, émetteur suiveur, puis du modulateur d'une puissance de 100 mA sous 14 V et de fréquence comprise entre 1000 et 3000 Hz.

ALIMENTATION

L'énergie de bord est fournie par 14 piles de 1,5 Volts, moulées dans le cône.

Une alimentation stabilisée ramène à 15 V la tension qui alimente l'ensemble de la chaîne de télémessure.

Les minuteriers possèdent une alimentation séparée de 6 piles de 1,5 Volts débitant 3 A en pointe, moulées dans la couronne de liaison "loge de parachute - équipements électroniques".

Il a été observé que les piles ont perdu rapidement de leur capacité.

LES CAPTEURS - LES MESURES

1 - GIRATION

Cette fonction est assurée par trois cellules photodiodes du type 33F2, logées dans la couronne au-dessous du cône.

Pour connaître le sens et la vitesse de rotation, deux sont fixées diamétralement opposées, l'autre à 30°.

Une quatrième photodiode du même type est logée à la pointe du cône et permet une correction automatique de la sensibilité du système en fonction de la luminosité ambiante.

2 - PHASES DE VOL

La mise en court-circuit de deux condensateurs permet de contrôler la rupture des fils résistants par un changement de modulation.

Une autre capacité court-circuitée à l'aide d'un microrupteur indique, par un changement de modulation, l'ouverture effective de la porte libérant le parachute.

Enfin, un nouveau microrupteur situé sur la sangle du parachute permet, lors de la tension de celle-ci, d'obtenir un palier de fréquence différent qui indique le déploiement du parachute.

LES MODULES

- Les modules sont constitués par des coffrets en laiton de dimensions 45 x 60 x 20. Les éléments électroniques sont moulés à l'écofoam.
- Les prises type "Souriau" sont fixées à la partie inférieure du boîtier.
- La masse des circuits est soudée au boîtier.
- Le branchement des modules s'effectue après leur mise en place dans les racks.
- Chaque module est réalisé en deux exemplaires. L'interchangeabilité en cas de fonctionnement défectueux est immédiate.
- La suspension est assurée en toute direction par des rubans de mousse de caoutchouc collés sur les modules.
- Disposition des modules en partant du haut.
 - 1) Emetteur de télémétre.
 - 2) Modulateur - Oscillateur.
 - 3) V.C.O. - Giration.
 - 4) Ampli continu - Giration.
 - 5) Alimentation stabilisée.
 - 6) Deux minuteriers.
 - 7) Boîtier de commutation et sécurités.

RECUPERATION

- La fusée est récupérée avec son propulseur.
- La porte latérale en alliage d'aluminium est maintenue par un ergot plat dans sa partie basse. Elle est verrouillée dans sa partie haute par un fil de nylon tendu par un chariot mobile sur une vis micrométrique accessible de l'extérieur.
- Sur ce nylon sont enroulés deux fils résistants. Ceux-ci sont instantanément portés au rouge après le déclenchement des minuteriers.
- Sous l'action de deux ressorts, la porte est éjectée et libère le parachute.
- Ce système tout à fait nouveau permet d'éviter une fois encore les moyens pyrotechniques, assurant ainsi une sécurité absolue lors des essais et une grande fiabilité.

LES MINUTERIES

Principe : Commutation d'un thyristor à l'aide d'un relaxateur à transistor unijonction.

La constante de temps est réalisée par un circuit RC pouvant varier de 14 à 20s. Réglé à 19 secondes, il fut déclenché cinq secondes avant la mise à feu.

La charge des thyristors est constituée par des résistances chauffantes. Par sécurité, ces minuteriers sont couplées.

ANTENNE

Elle est constituée d'un fil de cuivre souple. Elle fonctionne en quart d'onde en liaison directe avec l'émetteur.

RELAIS ET CONNECTEURS

Un module de commutation est prévu dans la partie électronique.

Celui-ci se compose de la manière suivante :

- 1 interrupteur pour la télémesure.
- 1 interrupteur pour les minuterics en série avec un relais commandé du P.C. de tir.

Les relais du type miniature tiennent 10 G en vibrations entretenues de 50 à 2000 Hz :

- 2 fusibles de sécurité utilisés pour les essais ; remplacés par des pièces de laiton lors du tir.
- 2 prises test pour une ultime vérification de la tension des piles des minuterics.

LES MOYENS AU SOL

Alimentés par un groupe électrogène, les "moyens au sol" comprennent tous les appareils ayant un rapport direct avec l'expérience :

- Le pupitre de mise à feu :

Identique à celui d'AXOR 1, il a été modifié pour obtenir une plus grande précision du compte à rebours.

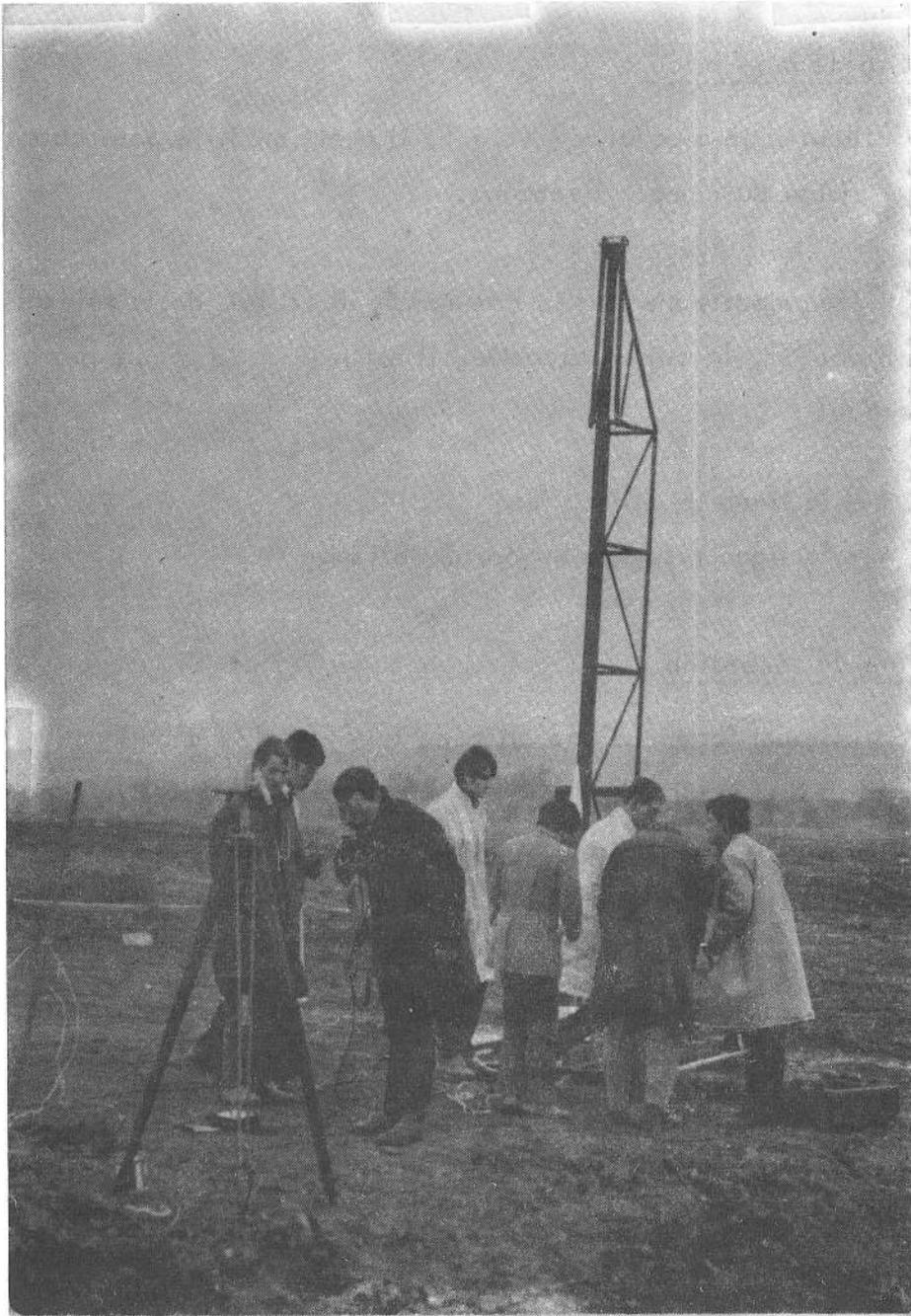
Il comporte en plus la commande des relais de la télémessure et des minuteries embarquées, la clé de sécurité. Il est relié à la rampe par un double circuit comprenant :

- la ligne de mise à feu,
- la ligne réservée aux commutations.

- La chaîne de réception :

Elle est formée d'une antenne fouet en $1/4$ d'onde au sommet d'un mât de 10 m, d'un récepteur 27,14 MHz d'une sensibilité 0,003 mV qui fournit directement les signaux sur deux enregistreurs magnétiques de vitesse 19 cm/s et deux oscilloscopes pour le contrôle optique.

Ces appareils sensibles aux fluctuations du réseau ont été protégés par un régulateur de tension.



MISE SUR RAMPE DE ROXA 1

DEROULEMENT DE LA CAMPAGNE DE TIR

Cette campagne de tirs organisée par le Centre National d'Etudes Spatiales et l'Association Nationale des Clubs Scientifiques, se déroule sur le terrain militaire du Valdahon dans le Doubs.

Une salle de travail que nous installons, nous permet de procéder aux divers essais de fonctionnement de la fusée avant de prendre position sur le terrain.

Pendant les quatre premiers jours, diverses fusées construites par d'autres clubs, sont présentées au cours de réunions générales. Des explications nous sont données quant aux buts recherchés et aux procédés utilisés, ce qui permet des discussions intéressantes.

La seconde partie de la Campagne, concernant à proprement parler les lancements de fusées, se déroule sur le terrain où sont installés les matériels au sol et la rampe de lancement.

DEROULEMENT DU TIR :

Le 31 Mars, nous installons notre matériel dans la tente laboratoire proche de l'aire de lancement. L'installation de la chaîne de réception et les derniers préparatifs commencent.

Le tir est prévu pour le 3 AVRIL à 15 HEURES.

A 10 heures, commence le début du compte à rebours, mais une alimentation défectueuse et des difficultés techniques imprévues lors du montage des résistances chauffantes interdisent par mesure de prudence, de tenter le lancement ; le tir est reporté.

12 h. La fusée est fin prête.

16 h. Fixation du propulseur et descente à la rampe.

16 h 15. Attente sur rampe, mise en marche des télémémoires. Les émissions sont parfaitement reçues du poste d'écoute et l'enregistrement commence.

16.h 45. Mise à feu de ROXA 1.

La trajectoire est parfaite mais le plafond nuageux étant bas, on perd rapidement de vue la fusée.

Après 14 secondes, un changement de modulation indique que l'éjection de la porte latérale s'est effectuée normalement. Puis, un autre changement de modulation assure que le parachute a été extrait de son container et commence à se déployer.

Finalement, la fusée touche le sol et est récupérée très rapidement grâce à une équipe qui se trouvait tout près du point de retombée.

De retour au Poste de tir, on constate que tout continue à fonctionner parfaitement, bien que la pointe de l'ogive ait été émoussée au moment de l'impact au sol.

CONCLUSION

Cette expérience a permis aux éléments les plus jeunes du Groupe de s'initier aux difficultés et aux problèmes que posent l'étude et la réalisation d'une fusée.

Le système de récupération est d'une grande sûreté de fonctionnement mais reste malaisé à monter. Une étude plus sérieuse permettrait d'aplanir de nombreuses difficultés.

Le parachute prévu ne nous ayant pas été fourni, nous avons dû emprunter celui d'un club. Trop petit, il n'a pu freiner suffisamment l'engin, ce qui explique la faible durée de la trajectoire.

La tenue mécanique a été parfaite. La structure s'est avérée très résistante. Malgré le choc de l'atterrissage, elle n'a subi qu'une légère déformation.

Le système de modules moulés et blindés a été une totale réussite.

L'ensemble de l'équipement de télémessure a donné pleine satisfaction tant celui de la fusée à l'émission que celui au sol pour la réception.

TOUT AMB AHLON II



CHARGE UTILE DE TOUT AMB ÂLHON 2

BUT DE L'EXPERIENCE :

Lors de l'expérience TOUT ÂMB AHLON à La Courtine, nous avons réalisé une liaison HF de 30 km en 72 MHz.

Cette seconde expérience se propose de réaliser une télémessure à longue distance. Le paramètre choisi est la température avec une précision relative de 1 %.

Pour nous, c'est également l'occasion de tester le matériel de notre station de réception devant servir au cours de l'expérience AXOR II.

DESCRIPTION DU VECTEUR ET DE L'EQUIPEMENT

Le vecteur est un ballon semblable à ceux utilisés pour le programme Eole : diamètre 2 m, gaz Hélium.

Tout l'équipement, soit 3.870 g, est suspendu au manchon de gonflage. Une tare supplémentaire a dû y être ajoutée afin de le faire plafonner à 4.500 m.

DESCRIPTION ET ANALYSE DE L'EQUIPEMENT ELECTRONIQUE

A - CHAINE DE DETECTION

Capteur : thermistance du type CTN

valeur ohmique : $1,5 \text{ K}\Omega$ à 25°C

Constitue l'élément variable d'un oscillateur à relaxation réalisé avec un transistor unijonction.

B - ETAGE DE BF DE PUISSANCE

Commutation en tout ou rien (montage Darlington).

C - EMETTEUR DE TELEMESURE

Puissance antenne : 0,5 W modulé

Rendement global : 30 %

Tension d'alimentation : 18 V

Débit : environ 150 mA.

D - ANTENNE D'EMISSION

Omnidirectionnelle (doublet).

Polarisation verticale.

Diagramme de rayonnement : cardioïde de révolution, d'où nécessité d'éloigner le point de réception de celui du lancement dans le cas d'une ascension verticale, comme ce fut le cas pour Tout Amb Ahlon 1 à La Courtine.

MATERIEL AU SOL

A - ANTENNE DE RECEPTION

Du type "Ground Plane" identique à celles d'AXOR, mais ayant subi des améliorations mécaniques notables.

B - NORMALISATION DES COFFRETS METALLIQUES

En vue de la mise en place des divers éléments de la chaîne de réception en armoire de racks, nous avons opté pour des éléments dont l'unité est de 44,1 mm de haut.

C - RECEPTEUR DE TELEMESURE

Fréquence de réception : 72 MHz piloté quartz

Bande passante Récepteur 1 : 50 KHz

Bande passante Récepteur 2 : 200 KHz

Sensibilité Récepteur 1 : 0,14 μ V

Sensibilité Récepteur 2 : 1 μ V

Rapport signal/bruit : 6 dB

Détection : A.M

Contrôle par un mesureur de champ.

D - CHASSIS D'ALIMENTATION

2 alimentations indépendantes par châssis.

Tension : 0 - 15 V, 1,5 A
0 - 25 V, 1,5 A.

Disjoncteur électronique à réarmement automatique.

E - ENREGISTREUR MAGNETIQUE

Type grand public.

Alimentation batterie incorporée.

Bande passante : 10 KHz.

Autonomie : 2 heures.

F - CIRCUITS DE CONTROLE ET DE DECODAGE

Contrôle auditif : amplificateur de puissance

Contrôle visuel : sur oscilloscope

Contrôle numérique : sur fréquencemètre type ROCHAR.

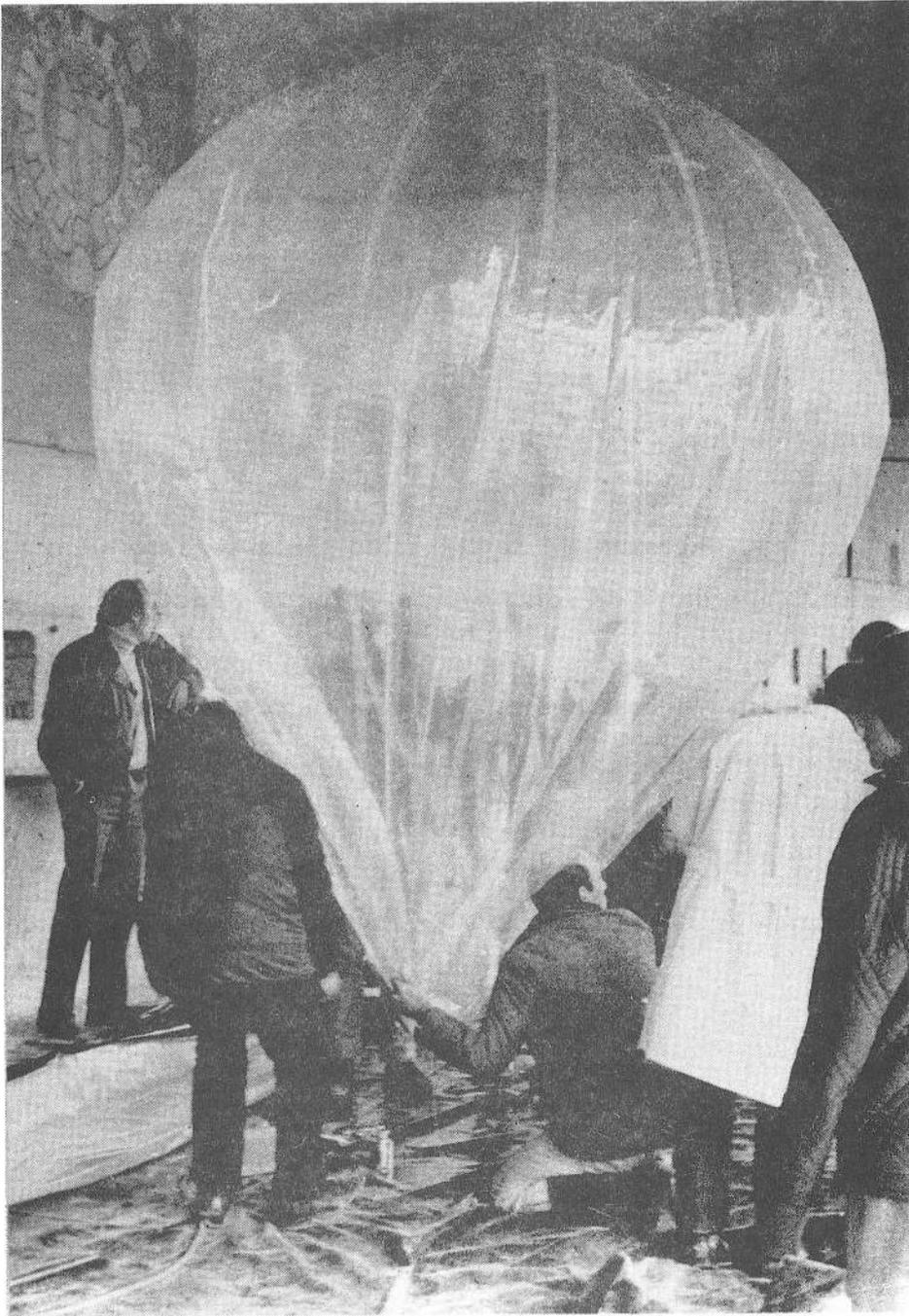
ESSAIS PRELIMINAIRES - ETALONNAGES

Tous les essais de l'équipement ont été réalisés au CNET en enceinte climatique de $- 40^{\circ} \text{C}$ à $+ 50^{\circ} \text{C}$.

Un thermomètre de précision placé dans l'enceinte de mesure nous donne la température au voisinage de la thermistance.

Un fréquencemètre ROCHAR mesure la fréquence BF détectée à la sortie de l'émetteur, chargé par une antenne fictive.

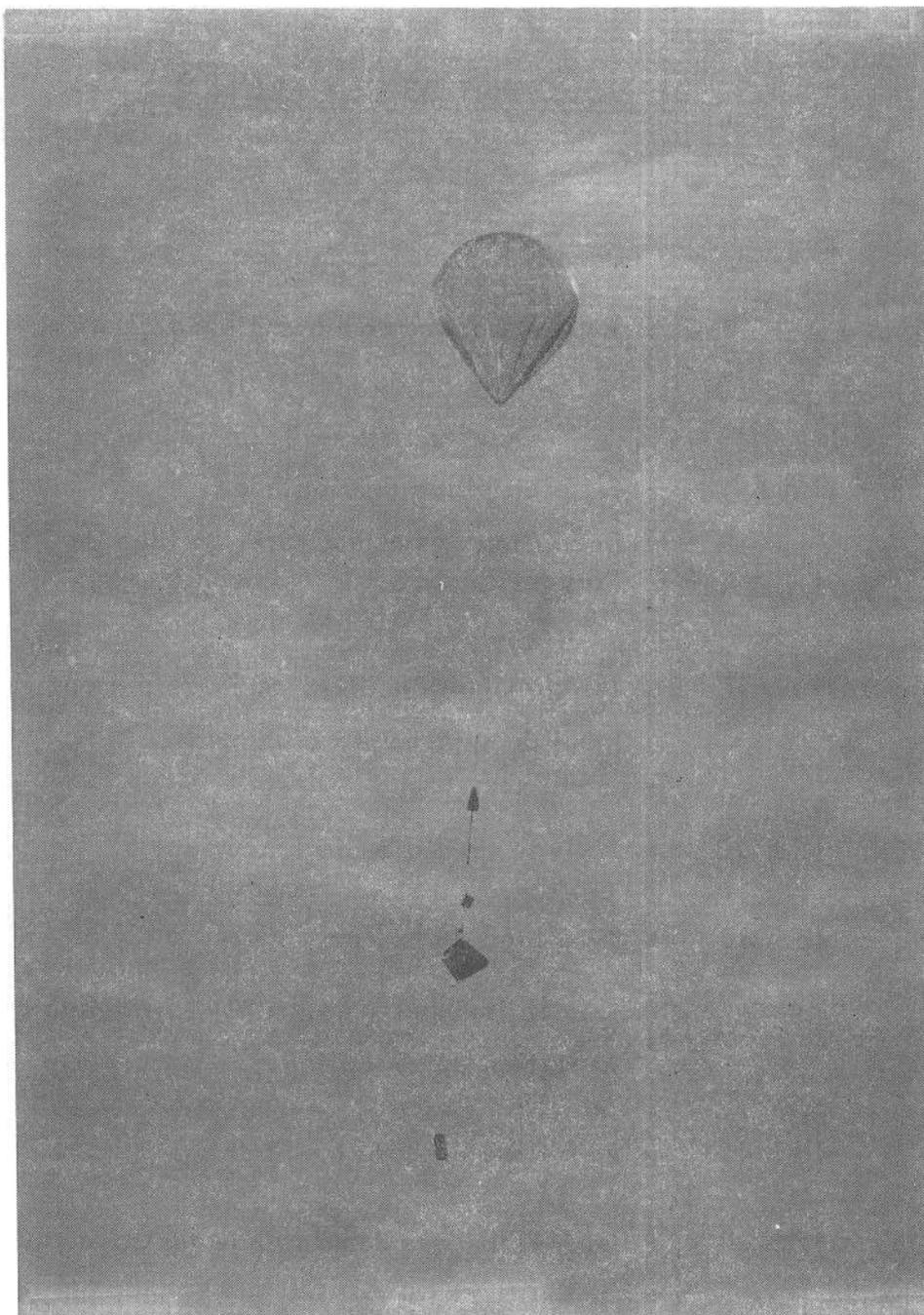
La courbe d'étalonnage représente une fonction linéaire avec une progression moyenne de 40 Hz par $^{\circ} \text{C}$ avec une thermistance de 900Ω à 28°C .



GONFLAGE DU BALLON (TOUT AMB ÁHLON)

DEROULEMENT DE L'EXPERIENCE

- Jeudi 4 Avril 1968 : Arrivée sur le terrain militaire de MOURMELON et installation du matériel.
- Vendredi 5 Avril : Mise en place de l'antenne.
Réception des télémesures du club de Salon de Provence.
- Samedi 6 Avril : Intégration définitive de l'équipement du ballon sonde.
Essai du système de séparation.
- 16 h 00 : Arrivée sur l'aire de lancement.
- 16 h 30 : Gonflage du ballon.
Une liaison permanente est entretenue par radio avec la station de réception.
- 16 h 45 : Le ballon est taré à 4,440 kg.
- 17 h 00 : La Météo nous communique les conditions au sol :
- température : 8°
- Vent 5 m/s avec rafales à 10 m/s.
- 17 h 10 : Prêt pour le lancement.
- 17 h 15 : Le lâcher a lieu dans des conditions quelque peu périlleuses à cause des rafales, mais sans incident.
Une minute plus tard, le radar nous communique l'acquisition de la sonde. A la station de réception, tout est O.K.



LANCEMENT DE TOUT AMB ÂHLON 2

Pendant 1 h 45 mn, l'enregistreur met en mémoire les informations de la sonde.

Le niveau reçu à l'antenne est très satisfaisant (en moyenne $10 \mu V$) Nous constatons des fluctuations de niveau à période lente dues au balancement de l'équipement sous l'influence du vent (variation de polarisation de l'antenne d'émission). L'ascension du ballon s'effectue durant 40 mn et la lecture au fréquencesmètre nous indique une diminution progressive de la température.

Au top H + 45 mn, la perte radar est occasionnée par le dépassement de sa portée 18.200 yards.

La sonde plafonne alors à 4.300 yards. La mesure de la température nous le confirme par des variations de $\pm 1^\circ C$ autour de $- 13^\circ C$.

Au bout de 1 h 30 mn de vol, la progression régulière de la température nous confirme la séparation. Le parachute ralentit convenablement la descente à une vitesse inférieure à 10 m par seconde.

Le rapport signal/bruit de la réception diminue. Bientôt, le signal est complètement noyé dans le bruit.

L'expérience est terminée.

Le Mardi 9, la sonde était de retour au GAREF à Paris. Elle avait été récupérée à CHARDENY par MACHAULT dans les Ardennes, soit à 40 km du point de lâcher dans le Nord-Est.

RESULTATS :

t. en s.	Fréquence en Hz	Température en °C
10 s	2169	+ 9° , 6° C
20 s	2158	+ 9° , 4° C
30 s	2134	+ 9° , 2° C
11 '	1793	+ 2° C
12 '	1763	+ 1,6° C
13 '	1698	+ 0,6° C
14 ' 16 "	1633	- 0,2° C
15 '	1575	- 1° C
22 ' 30 "	1395	- 3,4° C
23 '	1343	- 4,4° C
24 '	1262	- 7,8° C
25 '	1254	- 7,9° C
26 '	1262	- 7,8° C
26 ' 30 "	1246	- 8° C

.../...

t. en s.	Fréquence en Hz	Température en ° C
27' 30"	1200	- 8,8° C
28'	1222	- 8,4° C
36'	966	- 13° C
38'	967	- 13° C

NOTA : La distance radar point de lancement était de 3.352 m.

CONCLUSIONS

Cette expérience météorologique nous permet d'opter pour ce type d'émetteur à embarquer sur AXOR 2. Cependant, les thermistances à utiliser devront avoir un temps de réponse plus bref.

AXOR II

La conception d'ensemble de la fusée a été réalisé dans le but de tester des équipements électroniques capables d'assurer des mesures qualitatives.

CARACTERISTIQUES DE LA FUSEE

Type de l'engin : GAZELLE

Nombre d'étage : 1

Couleur de l'engin : Peau externe : orange vif
 propulseur : rouge

Masse de la charge utile : \simeq 15 kg

Masse du propulseur : 26 kg

Masse totale sur rampe : \simeq 41 kg

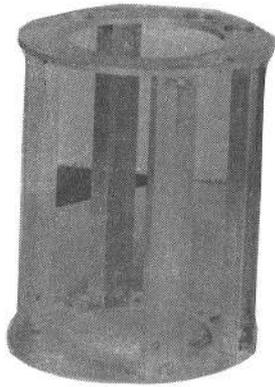
Longueur de la case d'équipement : 1830 mm

Longueur du propulseur : 990 mm

Longueur totale : 2820 mm

Diamètre : 160 mm

Envergure des empennages : 510 mm



ELEMENT DE LA STRUCTURE
AXOR II

Antenne 432 MHz

Adaptateur
d'impédance



POINTE AXOR II

Prise
ombilicale

STRUCTURE

CARACTERISTIQUES GENERALES

La structure générale de la fusée est déterminée en fonction des caractéristiques du propulseur, et de l'équipement électronique proprement dit.

On conçoit aisément que le poids et l'encombrement sont très limités. D'autre part, la fusée subit une très forte accélération, de l'ordre de 25 g suivant l'axe de poussée.

Plus dangereuses encore sont les vibrations provoquées par la combustion ; l'ensemble de la fusée est soumis à un régime très sévère. La structure est conçue pour minimiser la transmission de ces vibrations aux équipements.

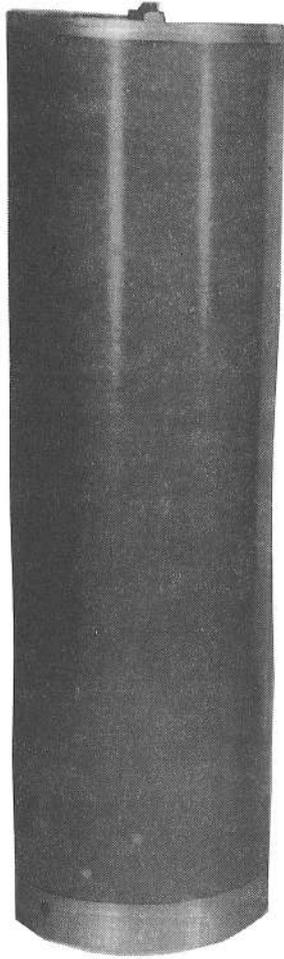
Enfin s'ajoute la nécessité d'un accès ou d'un démontage facile pour le remplacement éventuel d'un élément défectueux.

STRUCTURE FIXE

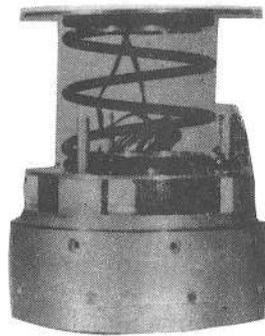
Le container parachute est constitué d'un tube en céloron qui relie le propulseur aux équipements.

Trois compartiments superposés contiennent les modules électroniques, à raison de cinq modules par unité.

L'originalité de ces compartiments réside dans le fait qu'ils sont collés-vissés.



CONTAINER DU PARACHUTE



SYSTEME DE SEPARATION

Le filtrage des vibrations est réalisé par des bandes en caoutchouc collées à même les montants ; celles-ci assurent la suspension des modules.

La partie inférieure est liée mécaniquement au plateau supportant l'émerillon du parachute.

La partie supérieure supporte, logés dans la pointe, les batteries, la prise de peau et les capteurs.

LA PEAU DE LA FUSEE

Deux demi-coquilles en AU4G vissées au niveau des plateaux inter-compartiments facilitent l'accès des modules.

ADAPTATION AU PROPULSEUR - SYSTEME DE RECUPERATION

La charge utile est reliée par le faux fond au propulseur.

Le système de séparation est situé dans cette partie.

Le principe de base est identique à celui d'AXOR 1 : liaison "charge utile - propulseur" assurée par deux goupilles munies de ressorts. Elles pressent, maintenues dans une chambre, quatre ampoules flash qui s'écrasent après passage de l'impulsion électrique déclenchée à partir de minuteries électroniques.

Un ressort puissant (40 kg) assure la séparation du propulseur de la charge utile.

PARACHUTES - CONTAINER

Les parachutes sont du type supentes à l'air et sont munis chacun d'un extracteur.

Le parachute de la charge utile assure une descente à la vitesse de 8 m/seconde environ, celui du propulseur à 12 m/seconde.

ELECTRONIQUE

La fusée AXOR II comporte quinze modules répartis sur une longueur de 540 mm.

Elle a pour but :

- de reprendre les expériences effectuées sur AXOR I, mais avec des améliorations importantes dues notamment aux essais en ballons sonde,
- d'expérimenter une troisième chaîne de télémessure en modulation de fréquence à 432 MHz.

L'étude porte notamment sur l'emploi de transducteurs nouveaux.

- Réalisation d'un altimètre,
- Mesure des séquences de vol,
- Amplificateur à faible dérive,
- Commutateur électronique,
- Codage par système FM IRIG,
- Base de temps, horloge $5 \cdot 10^{-5}$,
- Alimentation stabilisée, convertisseur de tension,
- Minuterics électroniques de précision et fiables.

ALIMENTATION

Sur rampe, l'énergie est fournie par des batteries extérieures, par l'intermédiaire du cordon ombilical.

Dix minutes avant le lancement, on commute sur l'alimentation interne.

Celle-ci est constituée de 18 batteries Argent - Zinc de 1,5 Volt chacune et d'une capacité de 1 Ah.

L'énergie totale consommée est de l'ordre de 20 W.

La diversité des tensions nous a conduit à réaliser un convertisseur statique d'un rendement de 85 %.

Ces différentes tensions sont régulées à ± 1 %.

MESURES ET CAPTEURS

TELEMESURE 432 MHz

Transmission sur 5 voies simultanées dont l'une est précédée d'un commutateur en anneau effectuant 5 mesures pas à pas.

Mesure	Capteurs	Précision escomptée
Température	Thermistance rapide	1 %
Altitude (pr. statique)	Jauge de pression sonique	5 %
Extensométrie	5 jauges de contraintes	3 %
Calibration	(tension de référence)	1 %
Synchronisation	Horloge à Quartz	$5 \cdot 10^{-5}$

TELEMESURE 72 MHz

4 voies simultanées et commutateur en anneau à 5 positions sur l'une des voies.

Mesure	Capteurs	Précision recherchée
Synchronisation	Horloge à Quartz	$5 \cdot 10^{-5}$
Giration	Cellules photo diodes	$\pm \pi$ sur n tours
Accélération axiale	Accélération potentiométrique	1 %
Température	Thermistance rapide associée à un calculateur	5 %

BALISE 27,14 MHz : 3 informations

Mesure	Capteurs	Précision
Séquences de vol	5	100 ms
Température ogive	Thermistance rapide	1 %
Synchro	Horloge à Quartz	$5 \cdot 10^{-5}$

PRECISION DES MESURES

Les moyens employés tant au sol qu'à bord de la fusée permettent une précision globale comprise entre 2 et 5 %.

Les équipements de la fusée pouvant fonctionner dans une gamme de température comprise entre -30 et $+30^{\circ}\text{C}$, chaque circuit électronique a fait l'objet d'une compensation en température et d'essais en enceinte climatique. Un soin particulier est porté à l'établissement des courbes d'étalonnages des différentes mesures.

TEMPERATURE

Le principe de la mesure est identique à celui de TOUT AMB
AHLON II.

La gamme de température varie de -40°C à $+40^{\circ}\text{C}$.

Une sonde mesure la température ambiante, une autre celle de l'ogive.

ALTITUDE

La mesure est basée sur la variation de l'intensité sonore en fonction de la densité de l'air.

Le capteur est constitué d'un émetteur d'onde acoustique et de son récepteur.

EXTENSOMETRIE

Le but de l'expérience est de connaître exactement les efforts subis par la charge utile au cours du vol.: élongation, résonnances, déformations.

A cet effet, 5 jauges de contraintes sont appliquées aux endroits suivants :

- couronne de liaison fixant le parachute,
- peau en céloron,
- deux montants de la structure,
- peau métallique.

Elles sont constituées d'une trame de fils métalliques disposés sur un substrat en mylar.

ACCELERATION

Un capteur à masse sismique traduit en un signal analogique, l'accélération de l'engin (+ 23 g et - 6 g).

GIRATION

Trois cellules photodiodes mesurent le sens et la vitesse de rotation de la fusée.

HORLOGE

Le décodage des télémessures nécessite une synchronisation sur chaque voie pour plusieurs raisons :

- Instant zéro sur les trois voies d'émission.
- Traduction des paramètres en fonction du temps (engin).
- Constante de temps entre ordre et exécution de la séparation.
- Pilotage du commutateur électronique.
- Dépouillement synchrone des télémessures.

CALIBRATION

Cette voie sert à contrôler en permanence la tension d'alimentation des circuits électroniques, et synchroniser le dépouillement des signaux.

SEQUENCES DE VOL

Tous les 1/10^e de seconde, une impulsion en provenance de l'horloge déclenche un signal dont la durée est fonction de la séquence.

- déclenchement de la minuterie,
- séparation "propulseur - charge utile",
- sortie du parachute,
- ...

TEMPORISATEURS

Deux minuteries électroniques sont placées dans le faux-fond, sous les ampoules flash. L'une est armée par un accéléro-contact au moment du départ, l'autre par commande électrique, depuis le PC de tir, 15 secondes avant la mise à feu.

EMISSION ET CODAGES DES INFORMATIONS

EMETTEURS

27,14 MHz (A.M)

Identique à celui de ROXA I.

Un circuit de test permet de mesurer l'amplitude du signal de sortie. La puissance émise est de 0,5 W.

72 MHz (A.M)

Modèle semblable à celui de TOUT AMB AHLON II.

Puissance émise : 0,5 W efficace.

432 MHz

La transmission en modulation de fréquence permet une liaison avec un meilleur rapport signal/bruit et une élimination des parasites éventuels.

ANTENNES

27,14 MHz

L'antenne est logée dans la suspente du parachute.

72 MHz

Placée le long de la fusée, sur un tube isolant, elle fonctionne en quart d'onde.

432 MHz

Antenne de pointe argentée, elle fonctionne en quart d'onde.

MODULATEURS

27,14 MHz

Modulée en tout ou rien par les informations.

72 MHz

Modulée en amplitude par les signaux issus des oscillateurs de sous-porteuses - Amplificateur avec une puissance efficace de 1 W.

432 MHz

Modulée en fréquence par la tension analogique correspondant au mélange des cinq voies.

OSCILLATEURS DE SOUS-PORTEUSES

Le codage des signaux analogiques est effectué suivant le système américain IRIG, d'où la possibilité de décodage sur un équipement professionnel standard avec la même précision.

COMMUTATEURS ELECTRONIQUES

Au nombre de deux, ils permettent la commutation en anneau de 5 informations à raison de 10 points par seconde.

La commande et la synchronisation sont assurées par l'horloge de bord.

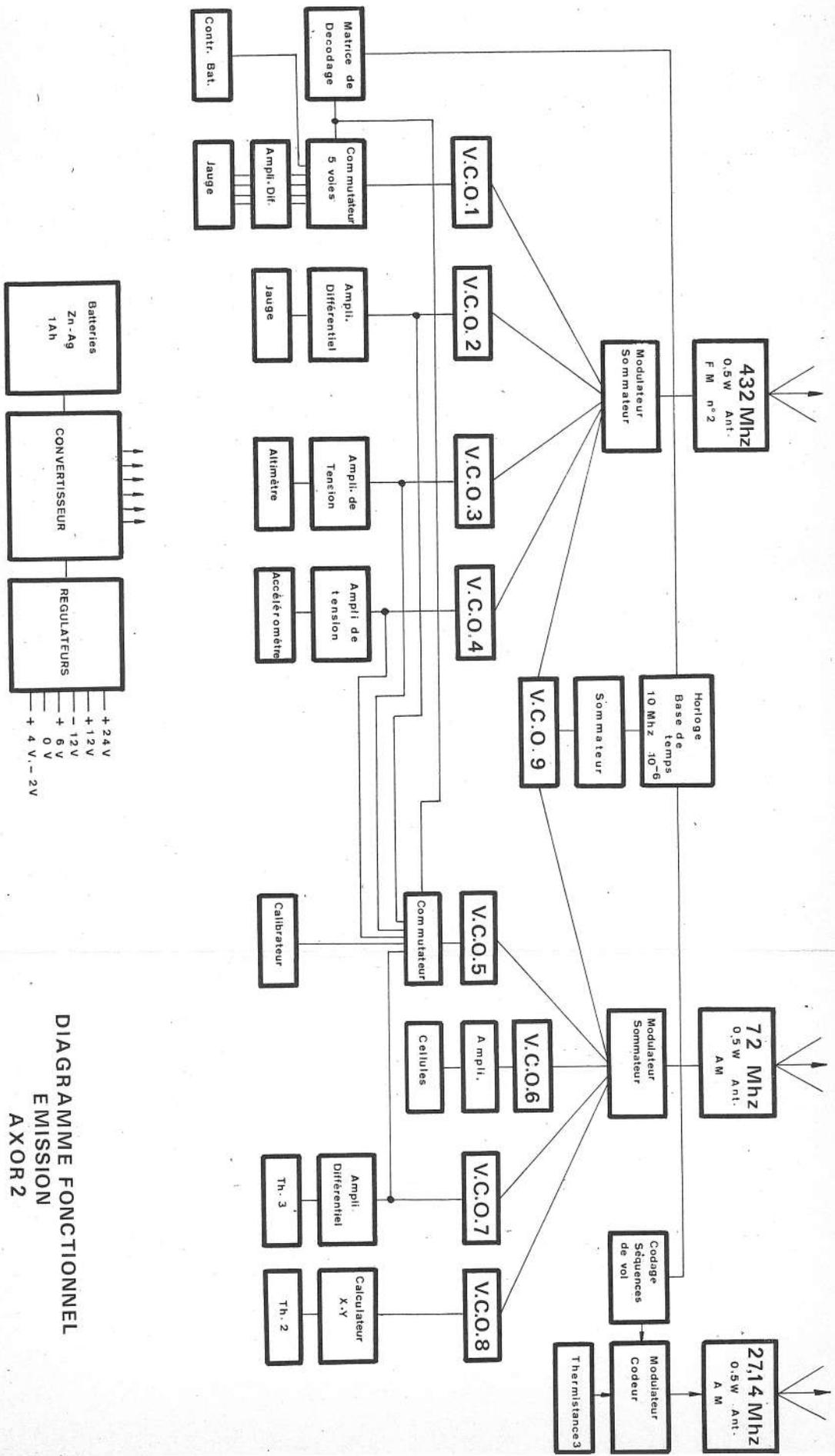


DIAGRAMME FONCTIONNEL
EMISSION
AXOR 2

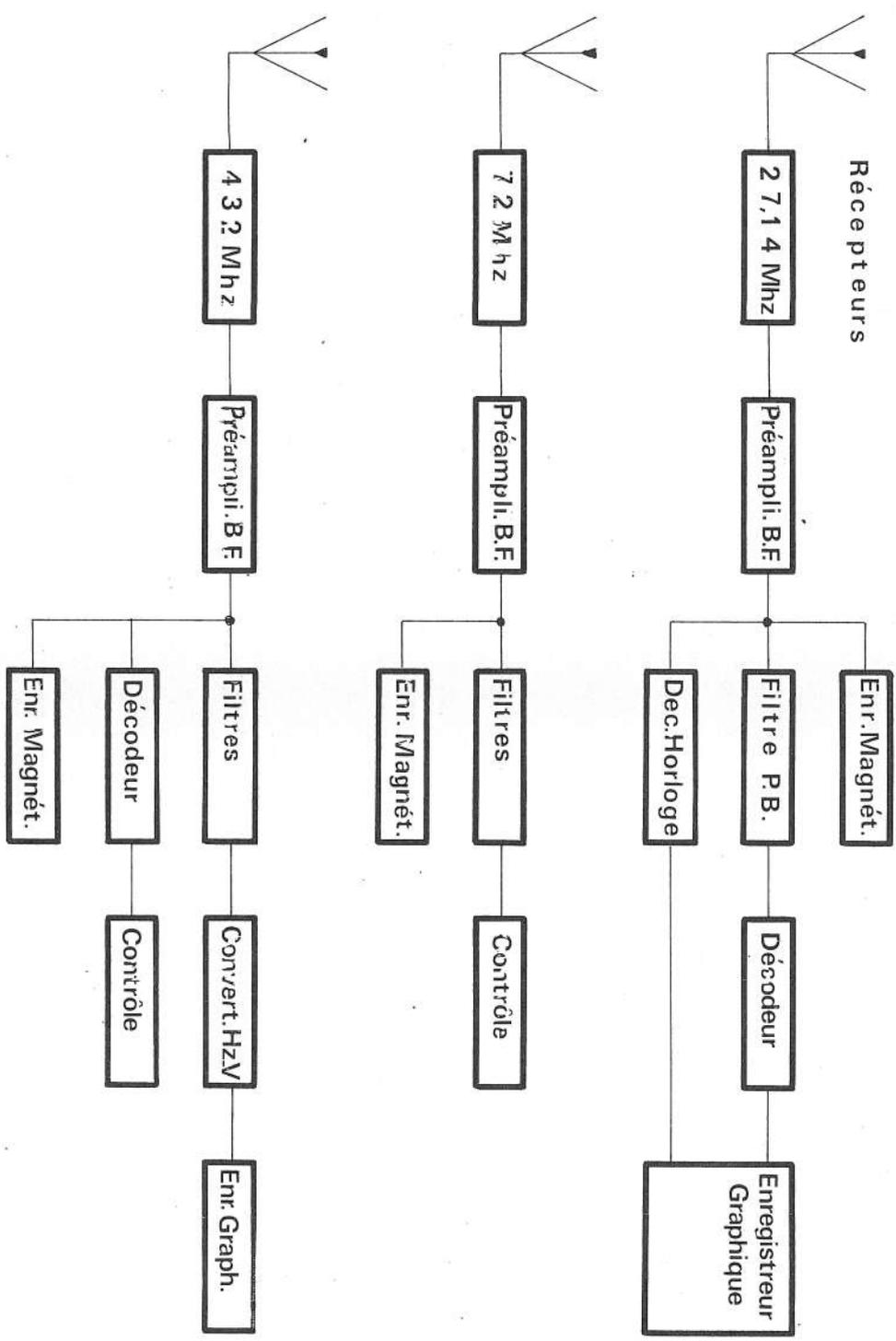


DIAGRAMME FONCTIONNEL RECEPTION
 AXOR 2

ESSAIS SUR LA
CASE D'EQUIPEMENT

I - ESSAIS MECANIQUES

L'ensemble de la structure a été soumis à des essais de vibrations et de tractions.

Le système de séparation a fait l'objet d'essais supplémentaires :

- coefficient de frottement,
- temps de réponse du système,
- essais de qualification des lampes flash,
- séquences de sortie des parachutes.

Lors de l'implantation des éléments, nous avons tenu compte de l'emplacement du centre de gravité.

II - ESSAIS ELECTRONIQUES

L'équipement électronique a été testé en vibrations, en accélération et en enceinte climatique.

Les différents capteurs ont en outre été étalonnés suivant leurs fonctions.

INSTALLATIONS AU SOL

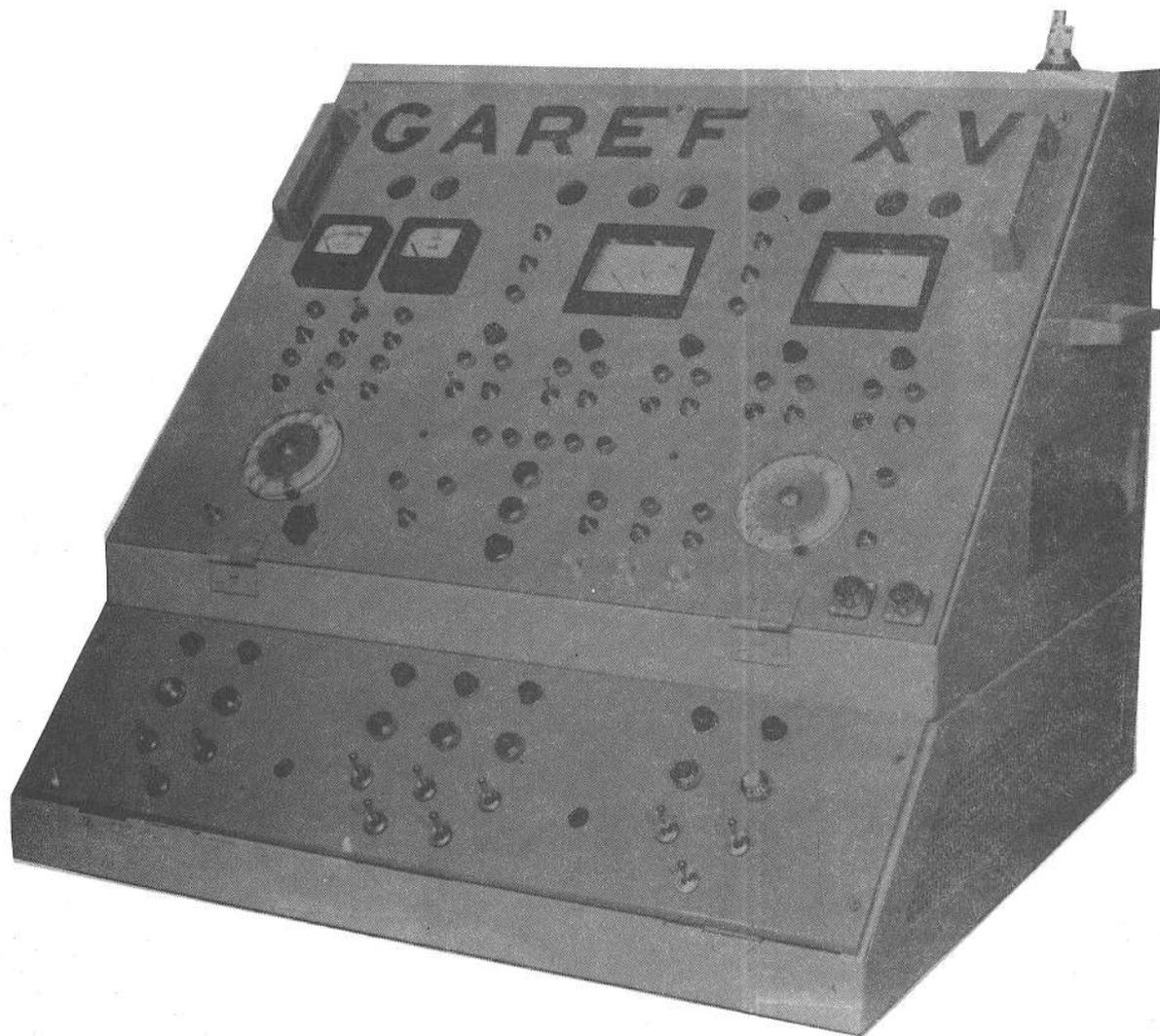
Pendant plus d'une année, nous avons travaillé à la réalisation d'un matériel très important :

- pupitre de contrôle et de commande de tir
- interrogateur de la fusée,
- horloge - base de temps,
- baies de réception,
- enregistreurs,
- décodeurs,
- antennes,
- matériels de laboratoires.

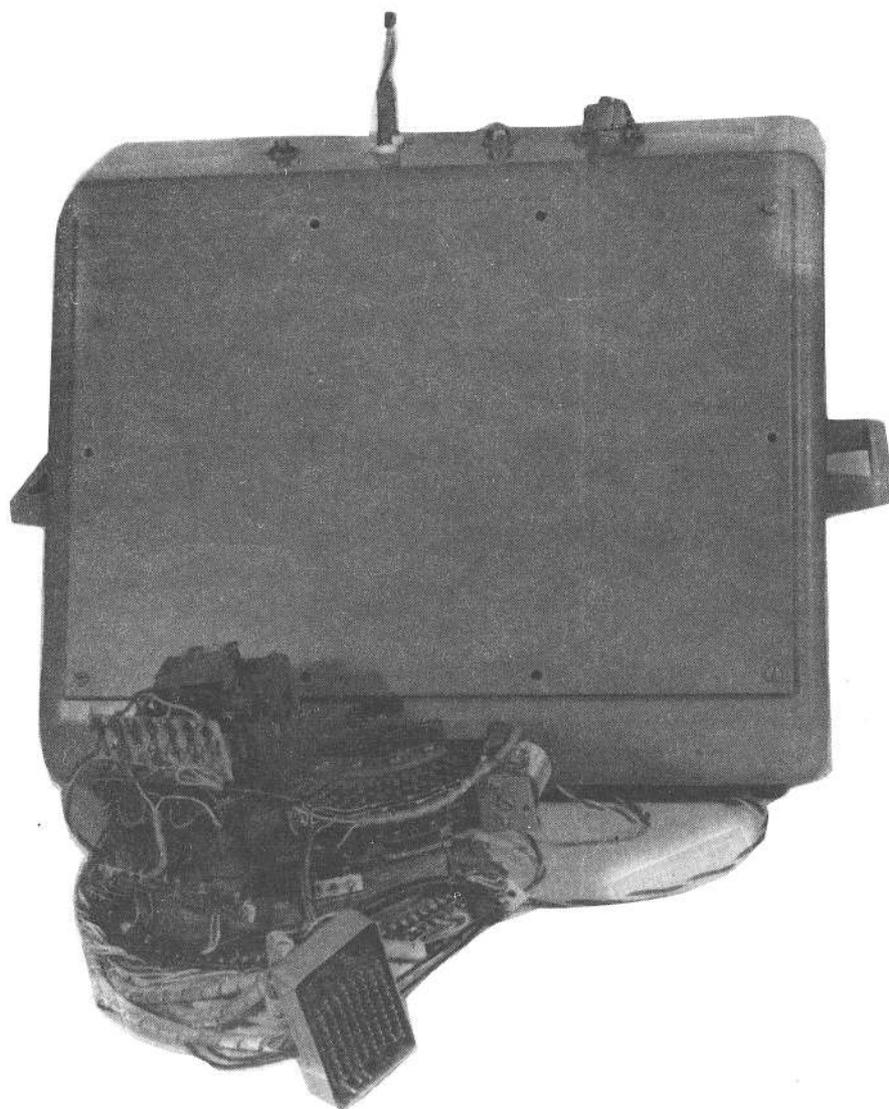
La mise en fonction d'un tel matériel a pour but d'assurer, sur le terrain, la synchronisation des opérations, d'effectuer tous les contrôles et les derniers étalonnages.

Le centre de réception sera situé au moins à 4 km du PC de tir.

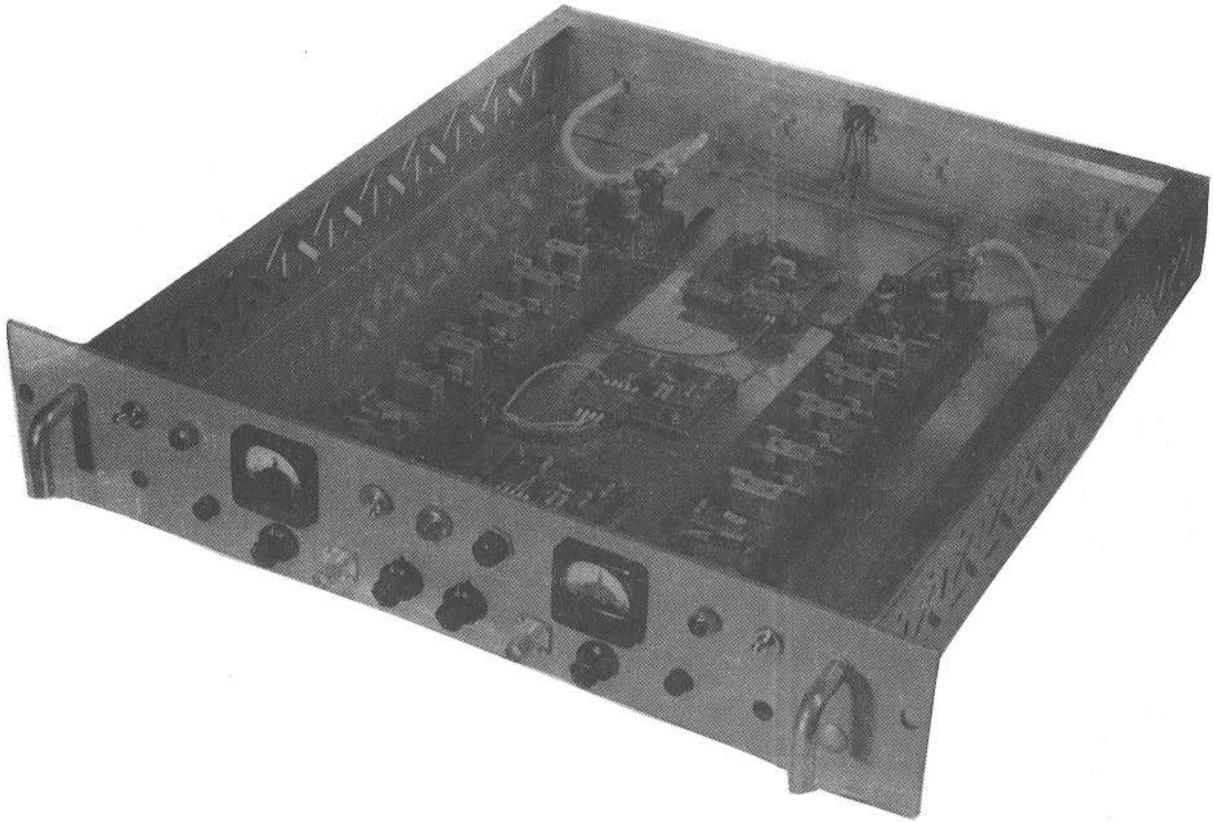
Dans les pages suivantes, nous vous donnons en photos un aperçu de notre matériel au sol.



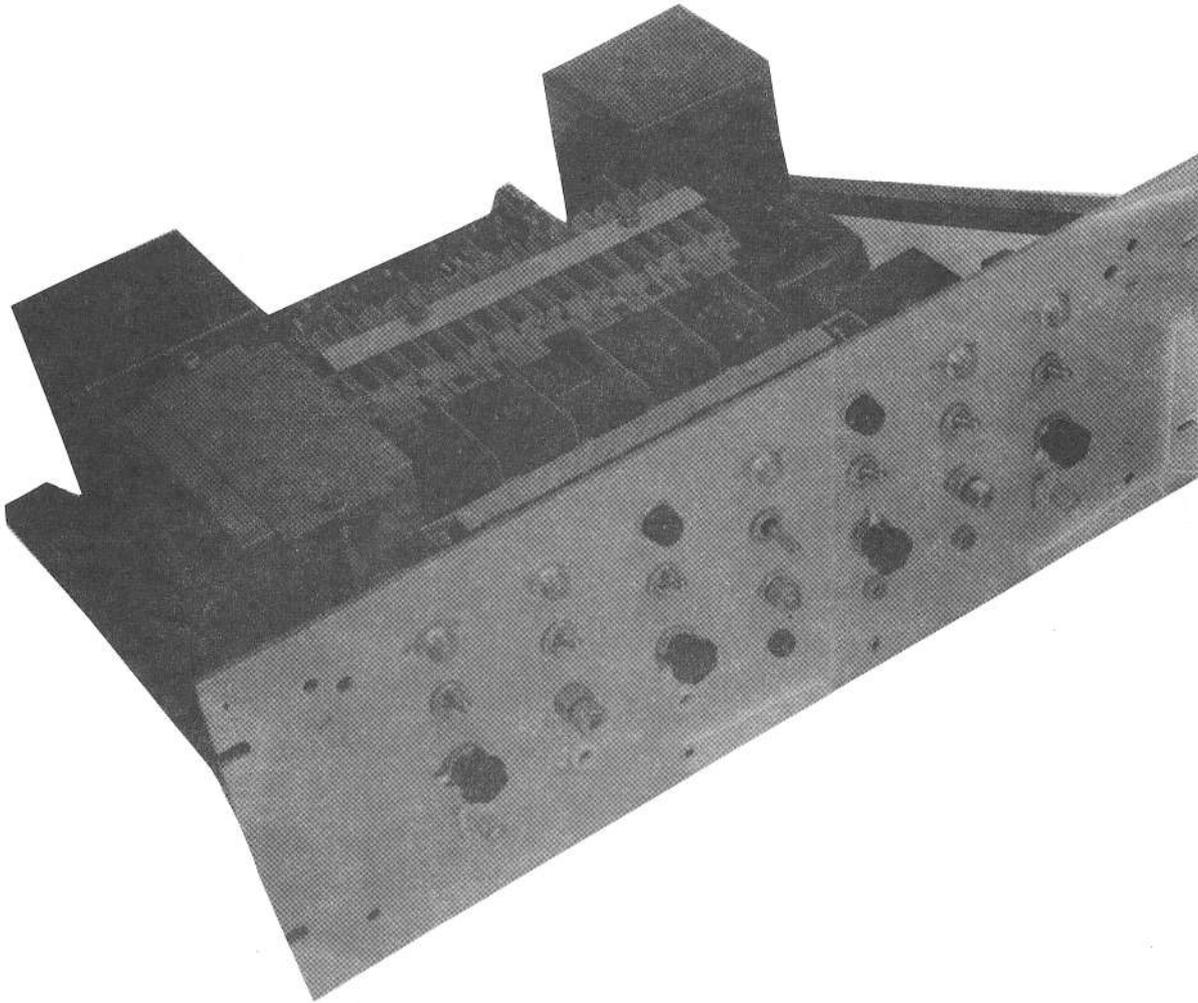
PUPITRE DE CONTROLE ET DE MISE A FEU



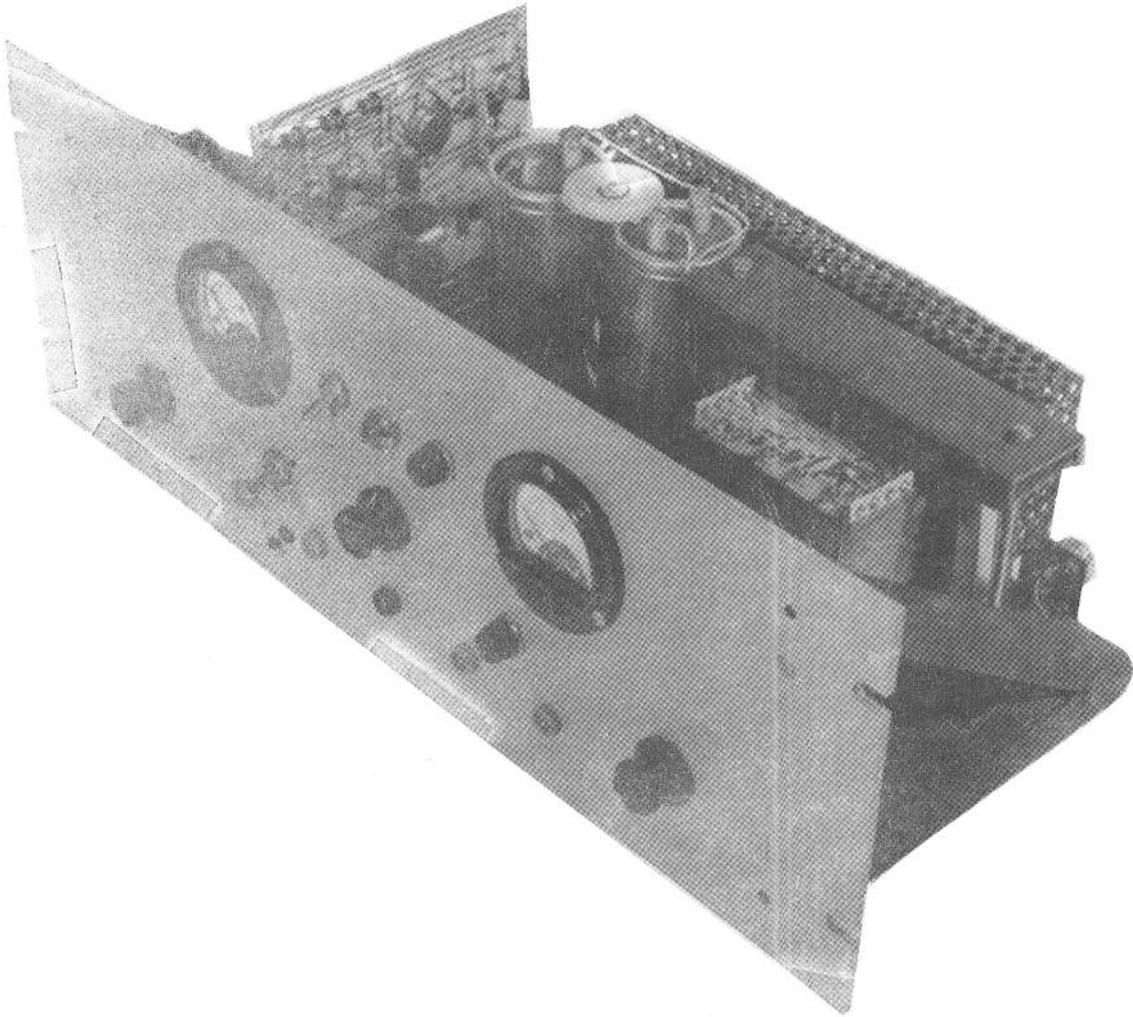
SELECTEUR DES POINTS DE CONTROLE



RECEPTEUR DE TELEMESURE



ASSERVISSEMENT DE L'ENREGISTREUR GRAPHIQUE



ALIMENTATION STABILISEE

