

# **AXOR 2**

## **Fusée Expérimentale**

Lancement 5 Septembre 1971 à 14h12  
Au camp militaire du La Courtine (Creuse)

**Rapport d'expérience** 1973 remasterisé 2025

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

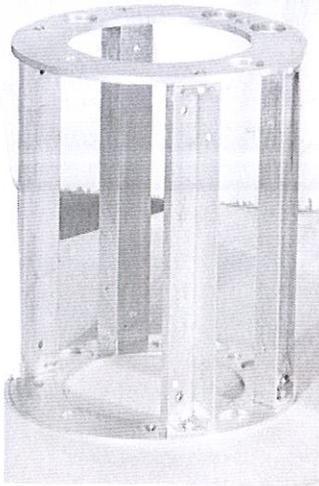
Longueur de la case d'équipement : 1830 mm

Longueur du propulseur : 990 mm

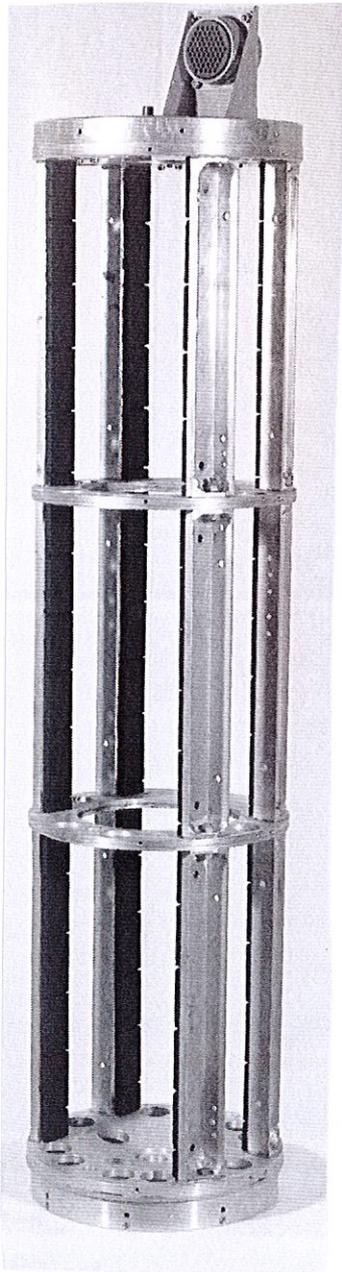
Longueur totale : 2820 mm

Diamètre : 160 mm

Envergure des empennages : 510 mm



ELEMENT DE LA STRUCTURE  
AXOR II



POINTE AXOR II

Antenne 432 MHz

Adaptateur  
d'impédance



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

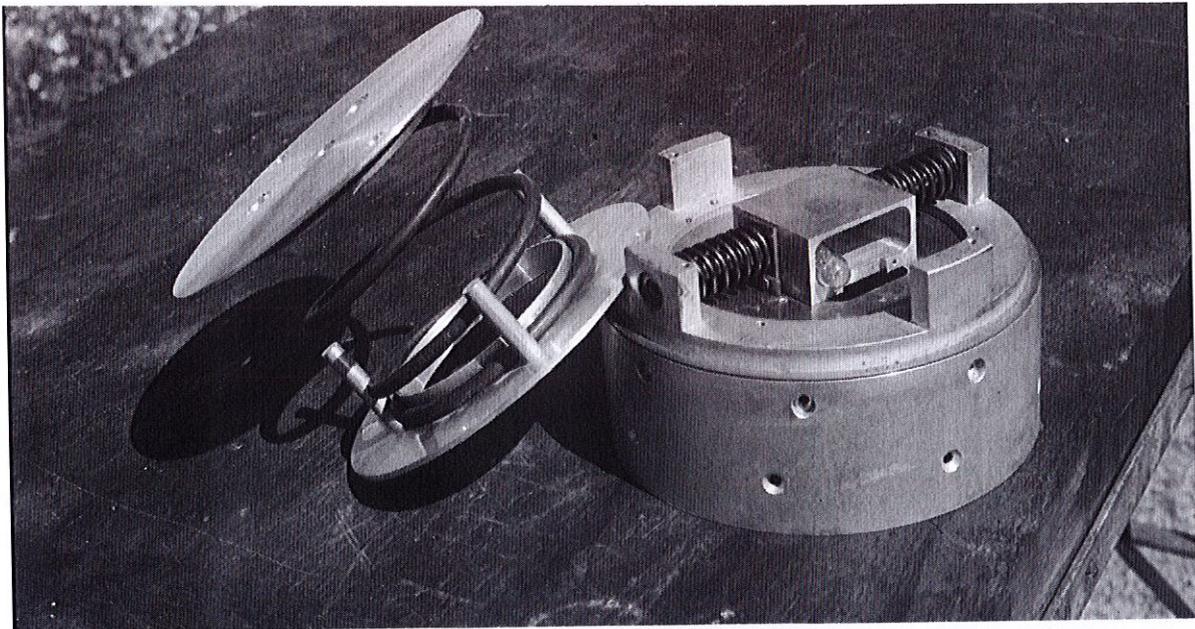
Le container parachute est constitué d'un tube en céloron qui relie le propulseur aux équipements.

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,
- Minuterie électronique 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  $\pm 1$  %.

## 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° 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° 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 photo diodes 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<sup>e</sup> 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 minuterics électroniques sont placées dans le faux-fond, sous les ampoules flash. L'une est armée par un accélero-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 suspenste 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.

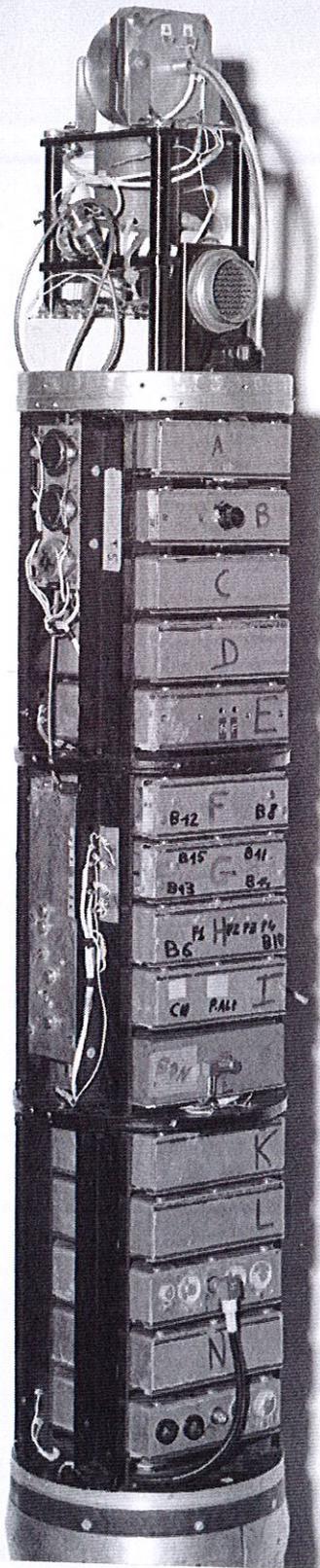
### OSCILLATEURS DE SOUS-PORTEUSES

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.



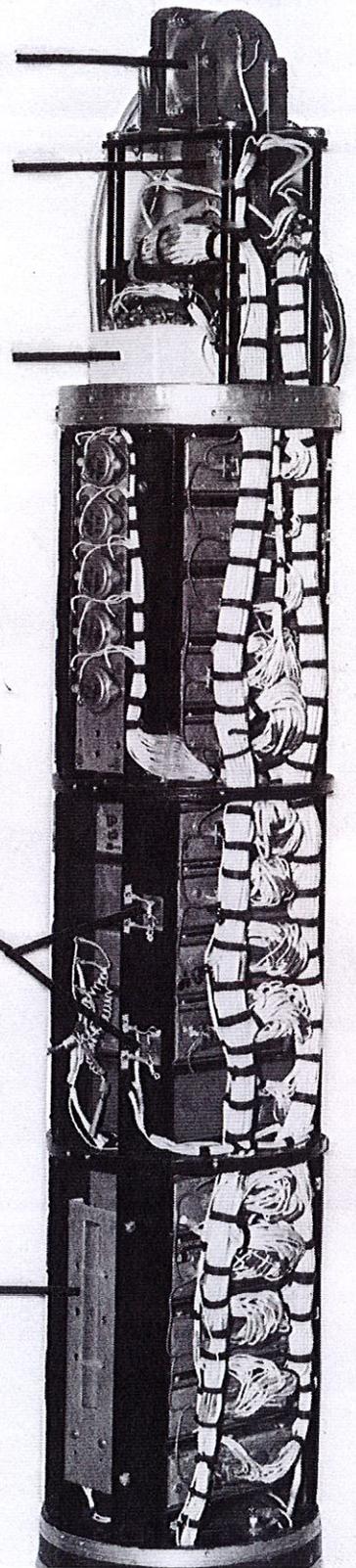
Altimètre

Accéléromètre

Batteries

Jauges

Accéléro-contact  $\pm 3$  g



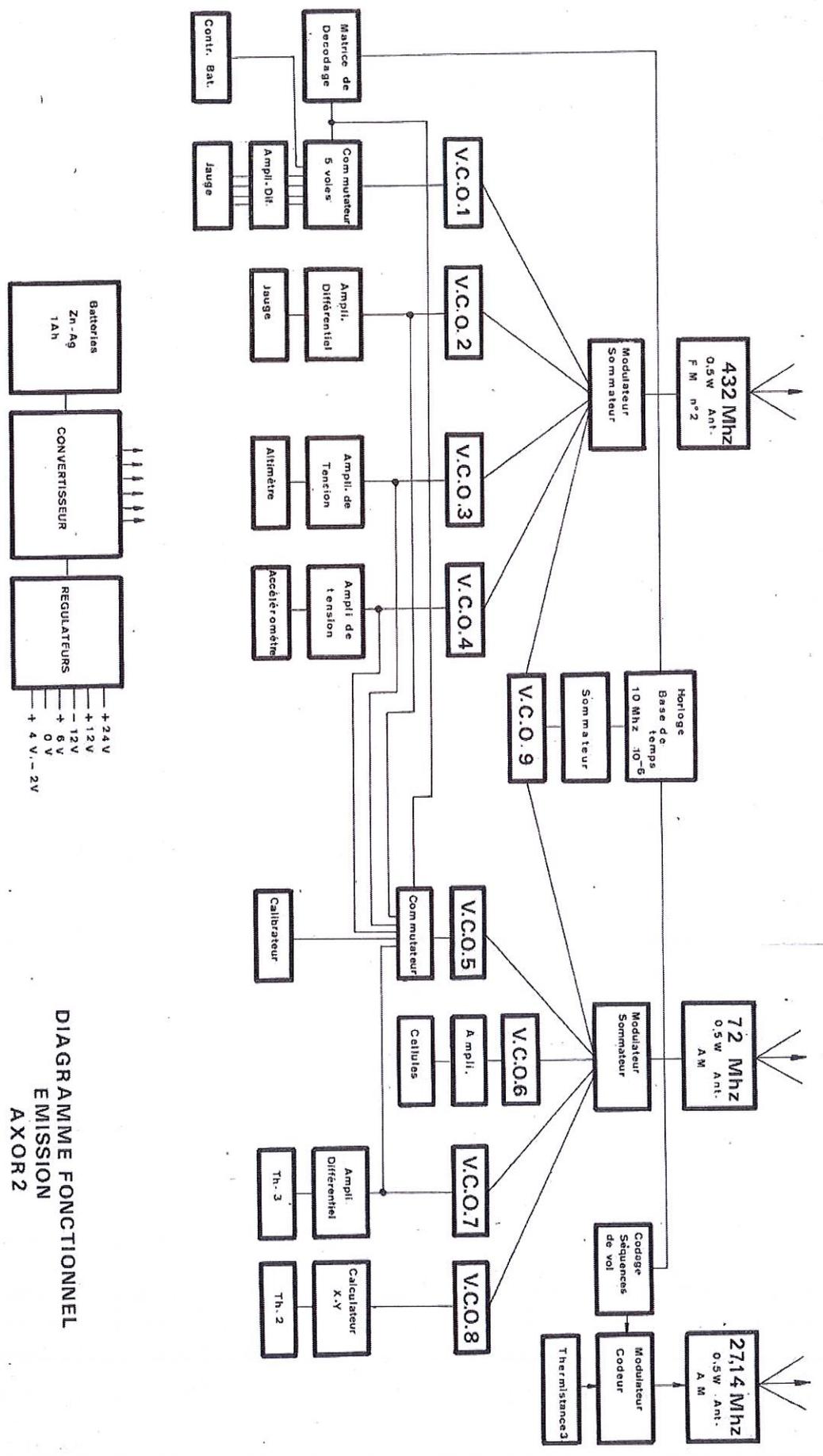


DIAGRAMME FONCTIONNEL  
EMISSION  
AXOR 2

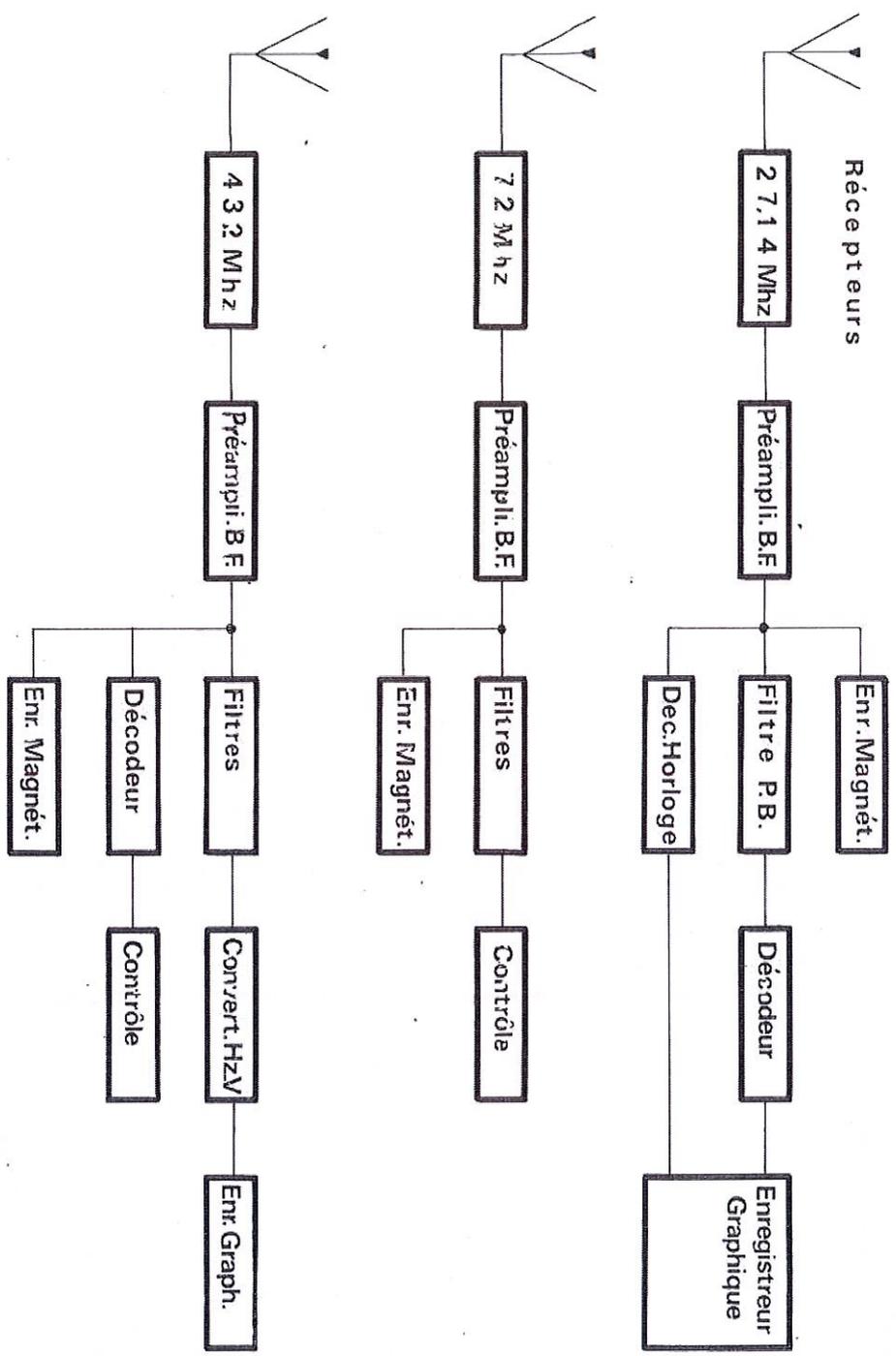


DIAGRAMME FONCTIONNEL RECEPTION  
AXOR 2

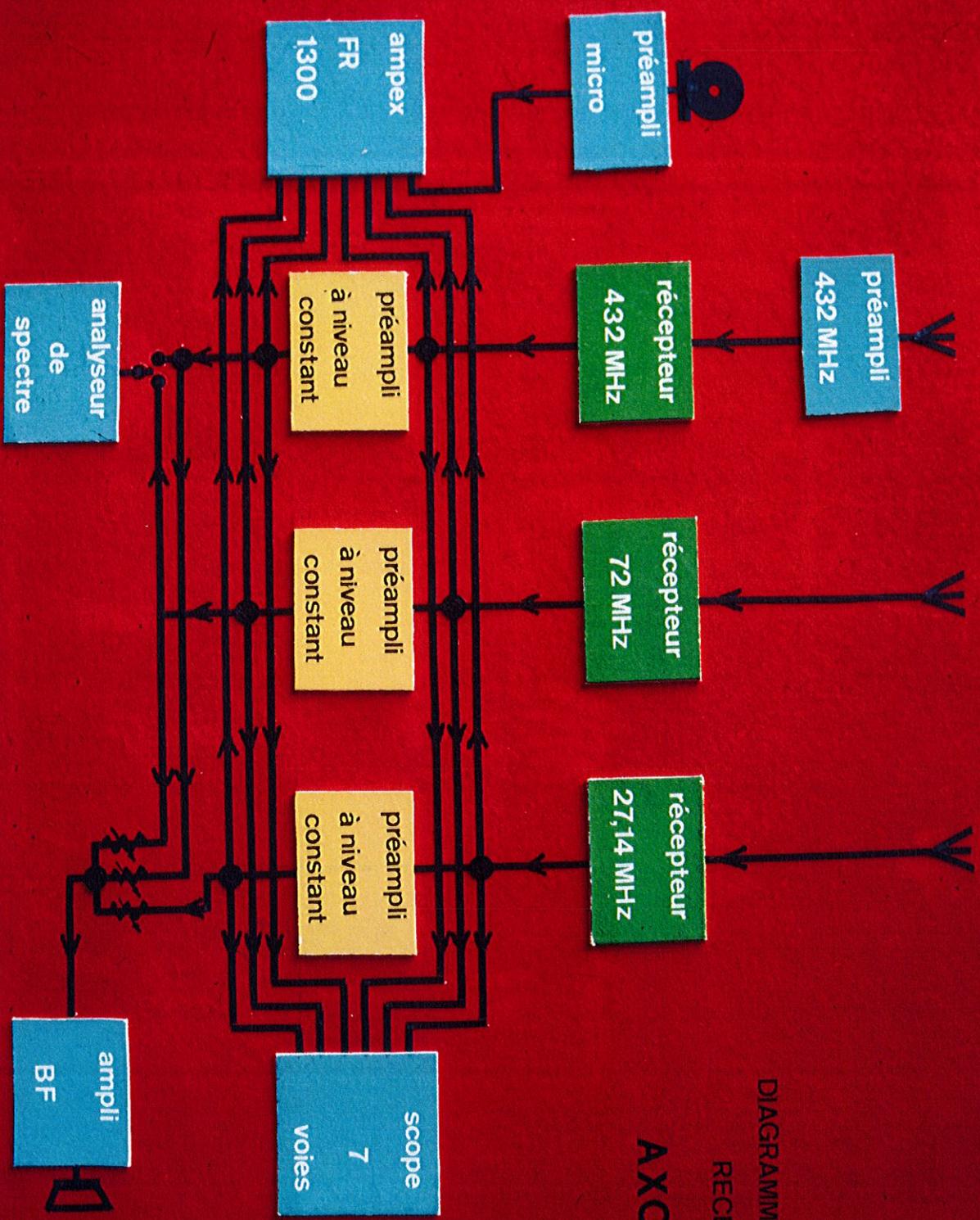
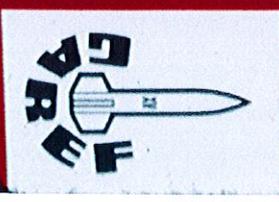
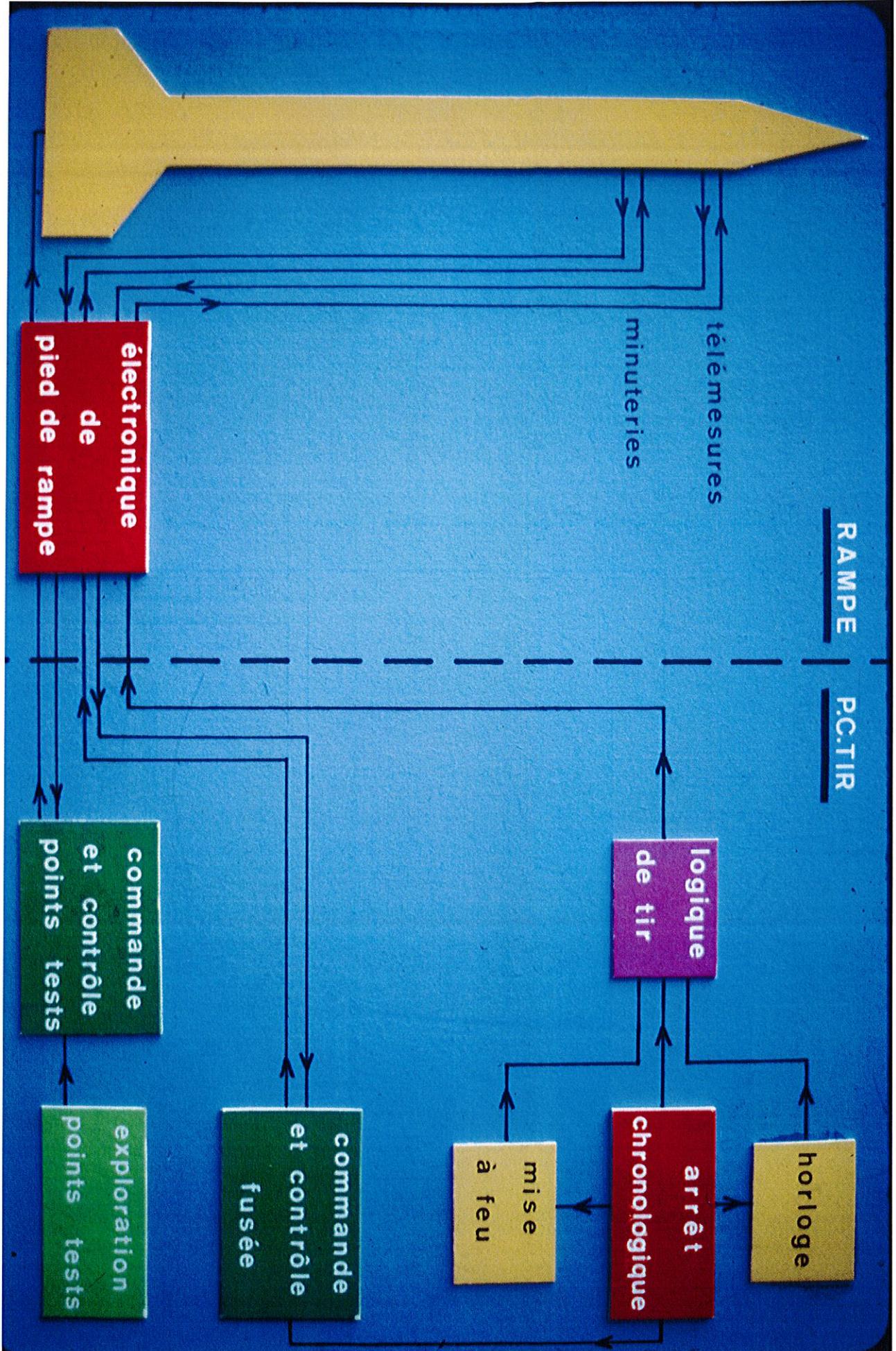


DIAGRAMME FONCTIONNEL  
 RECEPTION  
 AXOR II





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.

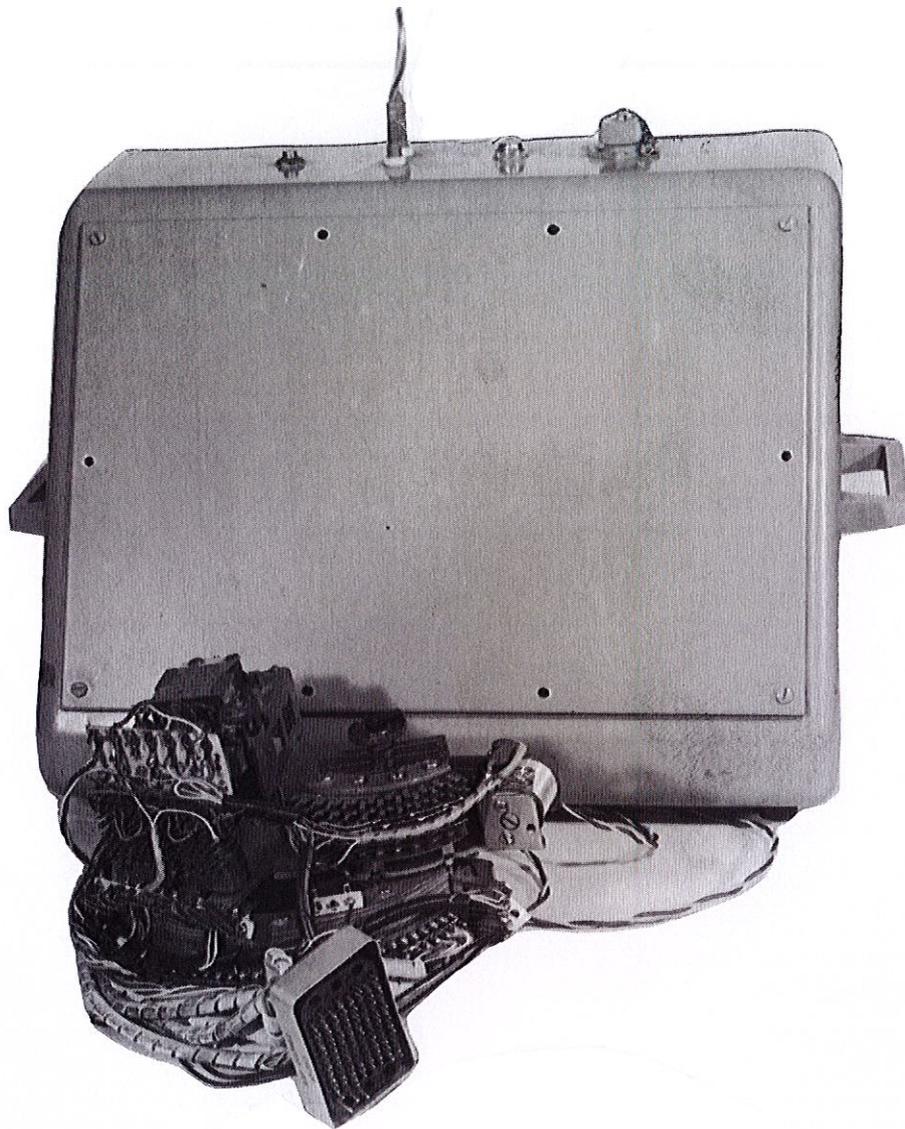
La mise en fonction d'un tel matériel a pour but d'assurer, sur le terrain, la synchronisation des opérations, d'effectuer tous les contrôles et les derniers étalonnages.

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

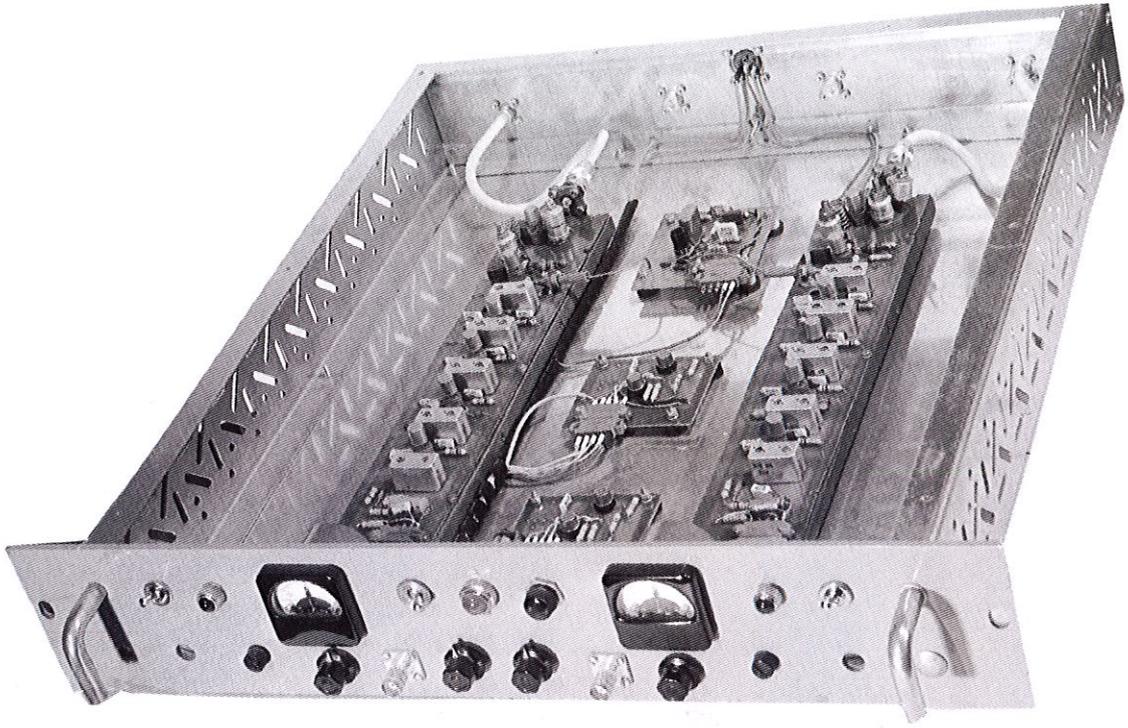
Dans les pages suivantes, nous vous donnons en photos un aperçu de notre matériel au sol.



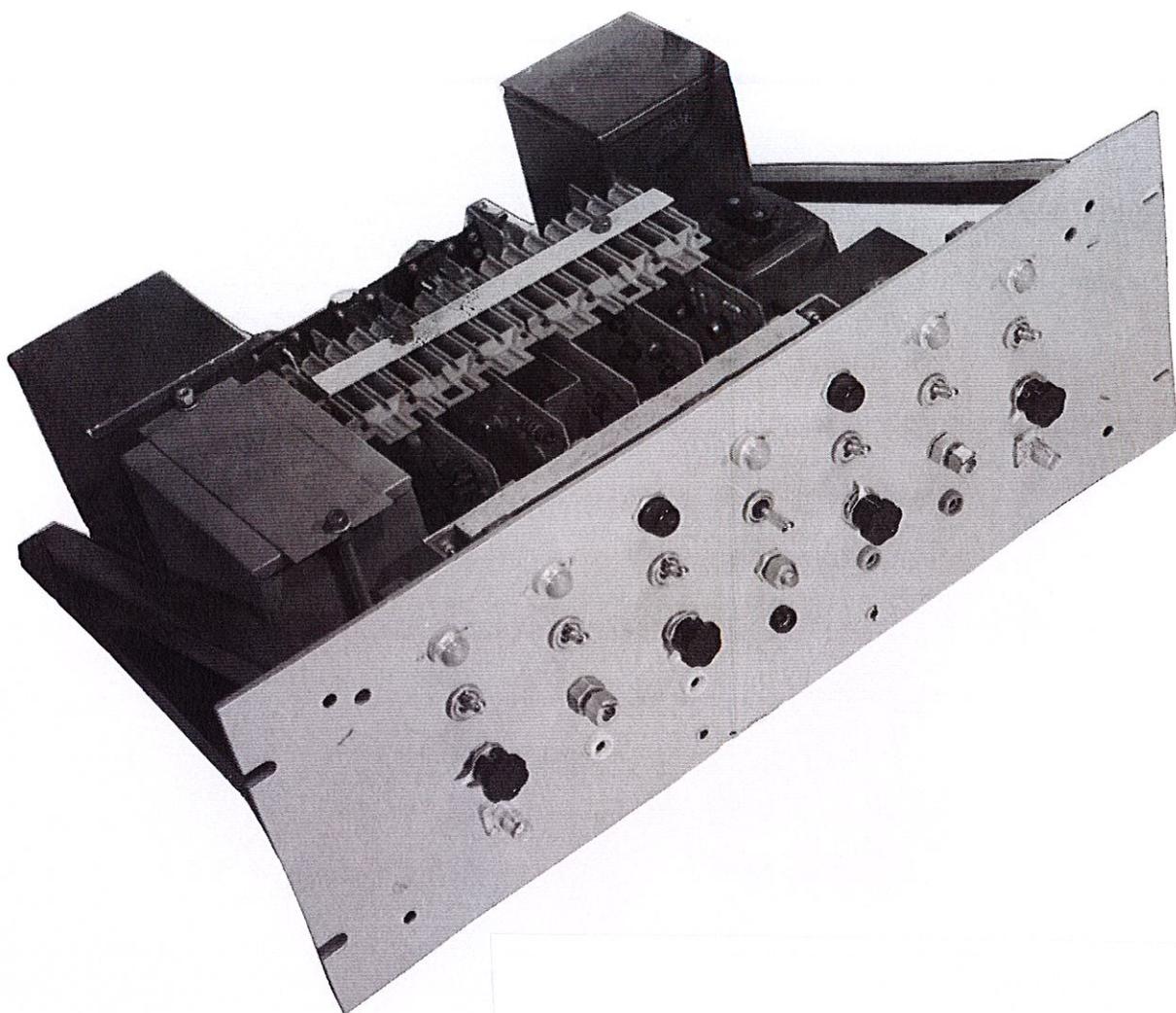
PUPITRE DE CONTROLE ET DE MISE A FEU



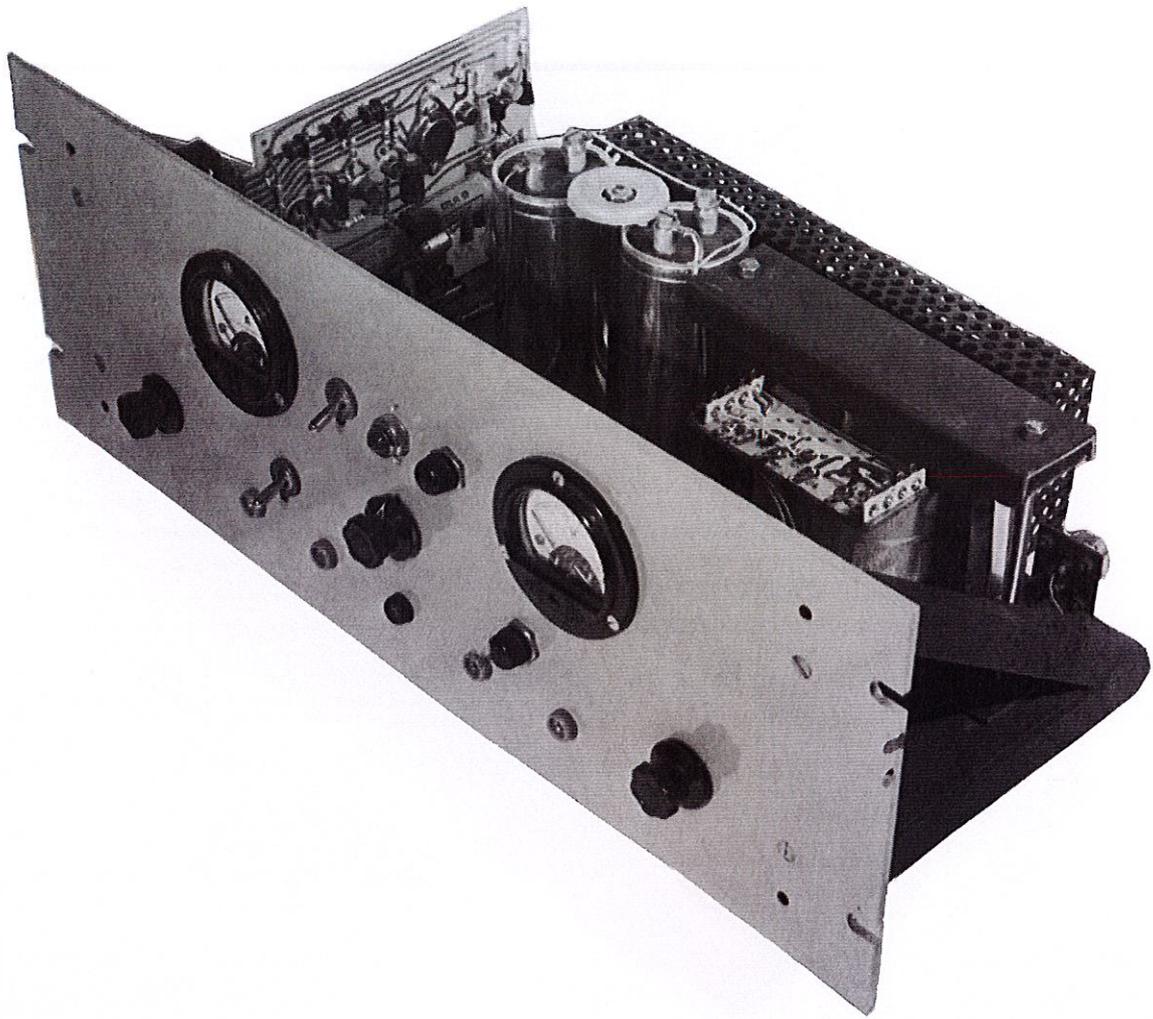
SELECTEUR DES POINTS DE CONTROLE



RECEPTEUR DE TELEMESURE



ASSERVISSEMENT DE L'ENREGISTREUR GRAPHIQUE



ALIMENTATION STABILISEE

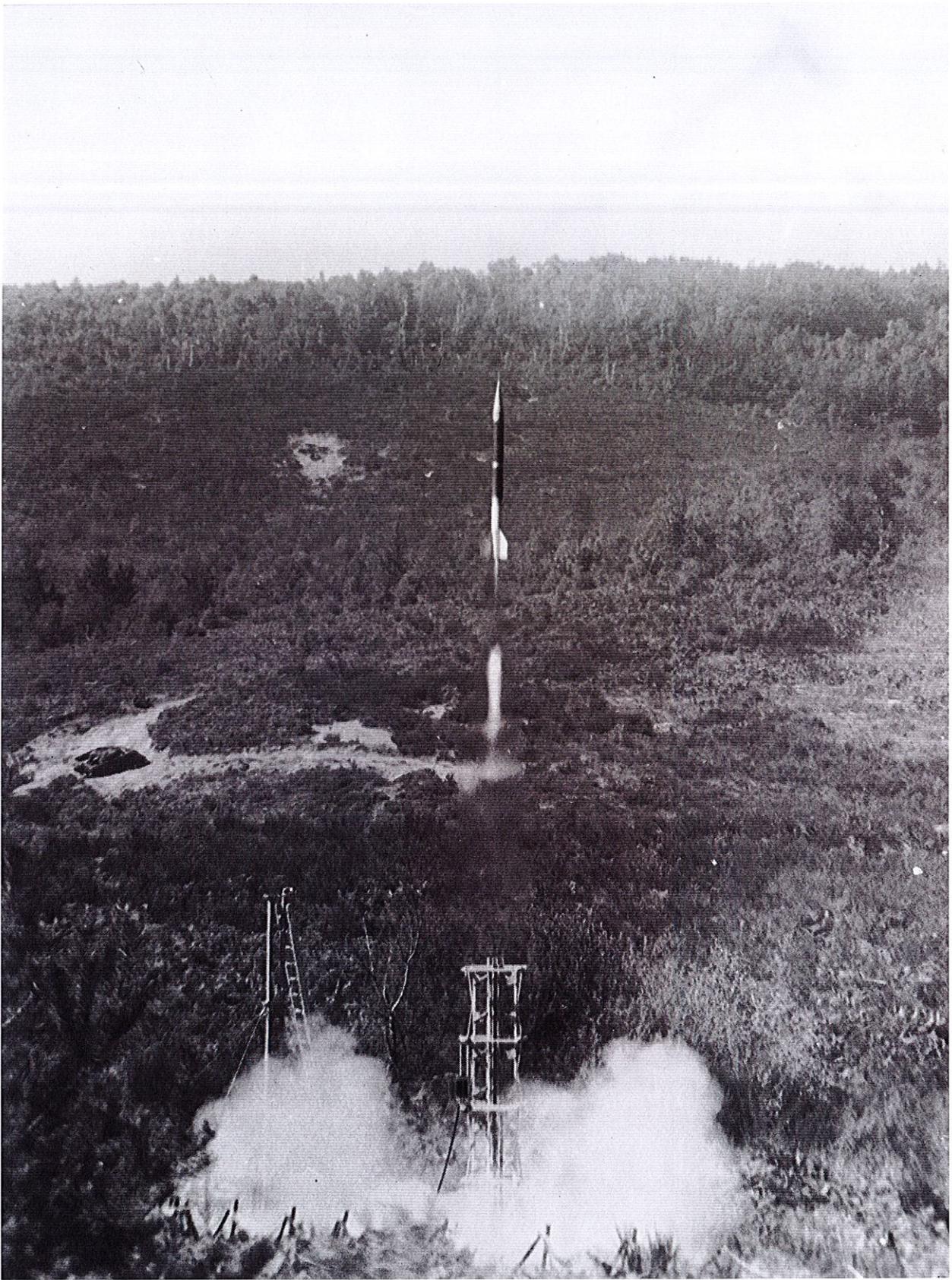


Photo Groupe Saint Georges