



GAREF PARIS

CLUB SCIENTIFIQUE DE JEUNES

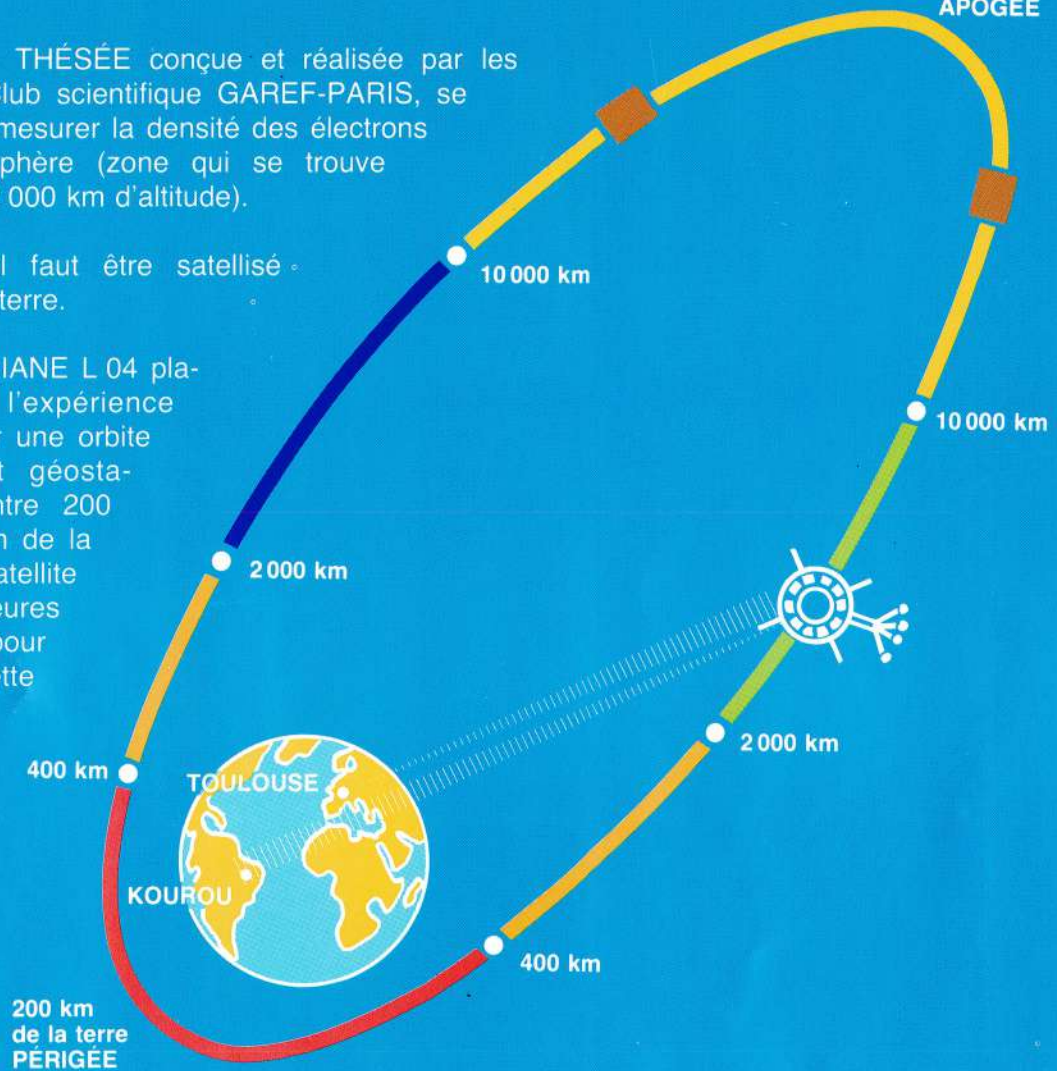
THÉSÉE: EXPÉRIENCE SATELLISABLE

36 000 km
de la terre
APOGÉE

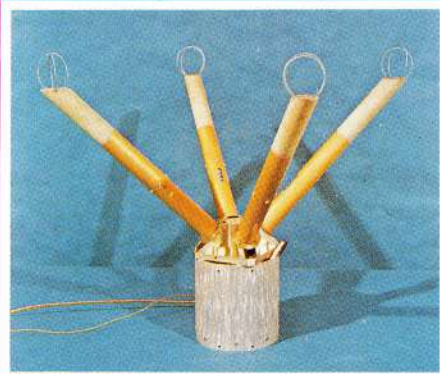
L'expérience THÉSÉE conçue et réalisée par les jeunes du Club scientifique GAREF-PARIS, se propose de mesurer la densité des électrons dans l'ionosphère (zone qui se trouve entre 60 et 2 000 km d'altitude).

Pour cela il faut être satellisé autour de la terre.

La fusée ARIANE L 04 placera donc l'expérience THÉSÉE sur une orbite de transfert géostationnaire (entre 200 et 36 000 km de la terre). Ce satellite mettra 10 heures 30 environ pour parcourir cette orbite.



- 10 000 à 2 000 km de la terre :** La station de Kourou, ou de Toulouse, envoie au satellite des ordres de télécommande qui mettent en marche le calculateur de bord. Celui-ci accuse réception des ordres et initialise une temporisation.
- 2 000 à 400 km de la terre :** La temporisation est terminée. La première séquence de mesure commence. Le calculateur de bord emmagasine dans sa mémoire les résultats.
- 400 à 200 et 200 à 400 km de la terre :** Une deuxième séquence de mesure plus rapide commence car la zone demande une analyse plus fine.
- 2 000 à 10 000 km de la terre :** On attend que le satellite soit en visibilité de Kourou, ou de Toulouse, pour lui envoyer, d'une de ces stations, un ordre de télécommande. En 180 secondes il transmet alors tout le contenu de sa mémoire (500 000 éléments binaires). Sur terre, un autre calculateur enregistre et traite les résultats immédiatement.
- 10 000 à 36 000 à 10 000 km de la terre :** Le satellite est en veille pour économiser ses batteries, dans l'attente de nouveaux ordres pour recommencer une série de mesures. Sur terre, on analyse les résultats de l'orbite précédente.
- Dans cette zone, on télécommande la mise en marche de l'émetteur de télémessure, afin de localiser précisément le satellite sur son orbite.

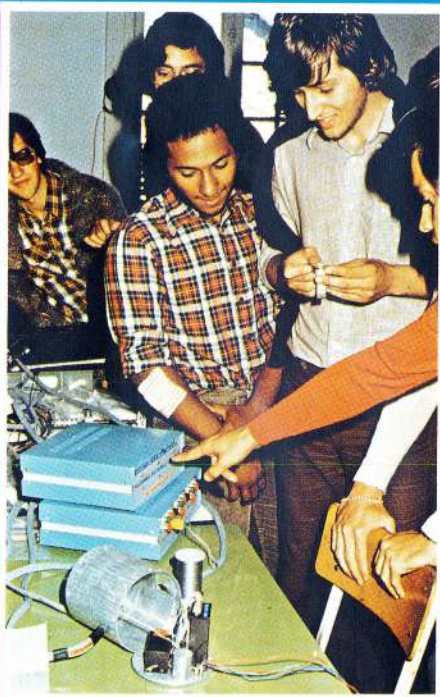


Sonde THÉSÉE

Les délais pour réaliser l'expérience sont très courts. Les réalisations commencent aussitôt. On voit ici le modèle de qualification de la sonde THÉSÉE. Il est constitué de 4 bras :

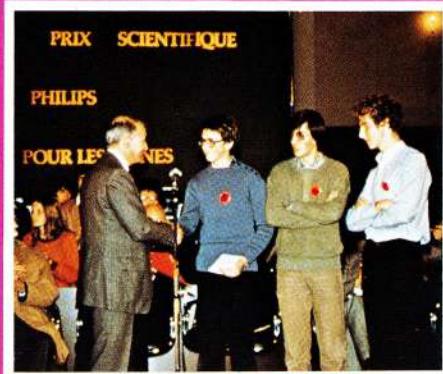
- 2 bras émetteurs,
- et 2 bras récepteurs,

qui contiennent des amplificateurs à très hautes impédances d'entrée.



Quelques jeunes du GAREF PARIS autour d'un boîtier de test

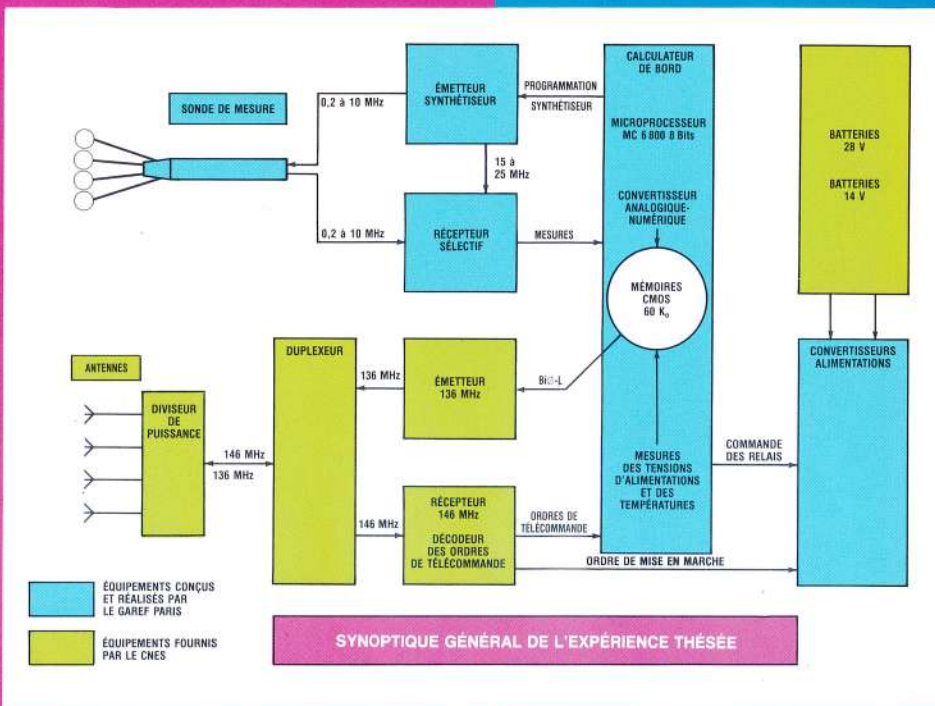
De très nombreux tests fonctionnels sont nécessaires pour s'assurer du bon fonctionnement de l'expérience et ces tests entraînent la construction de boîtiers plus ou moins importants et l'utilisation d'un ordinateur qui vieillit 24 h sur 24 certains modèles.



Hubert CURIEN, Président du CNES remet le premier prix technique du concours ARIANE 80 aux membres du GAREF-PARIS

C'est fin 1978 que le GAREF-PARIS a remporté le 1^{er} prix technique du concours ARIANE 80, pour son projet THÉSÉE de mesure de densité électronique du plasma ionosphérique.

Ce concours organisé par le CNES au plan national, offrait la possibilité à l'équipe gagnante de voir embarquer, lors d'un vol d'essai ARIANE, puis satelliser, l'expérience proposée.



Caractéristiques techniques

Émetteur de mesure

0,2 à 10 MHz programmable (11 bits), tension de sortie 1,5 V câc / 50 ohms.

Récepteur sélectif de mesure

0,2 à 10 MHz, fréquence intermédiaire 15 MHz, dynamique 60 dB, bande de mesure 60 KHz, sensibilité - 100 dBm.

Calculateur

Construit autour d'un microprocesseur MC 6800 8 bits, 60 Koctets de mémoire vive, 16 entrées analogiques.

Télémesure

136 MHz, 0,5 W, train MIC BIØ L 2.500 bits par sec.

Récepteur de télécommande

146 MHz, sensibilité - 110 dBm.

Décodeur de télécommande

72 ordres possibles, 17 utilisés.

Alimentations

Fournies +12, -12, +5, +15, -15 Volts, rendement 35 % global.

Batteries

28 V 12 Ah, 14 V 12 Ah.

Autonomie

16 jours.

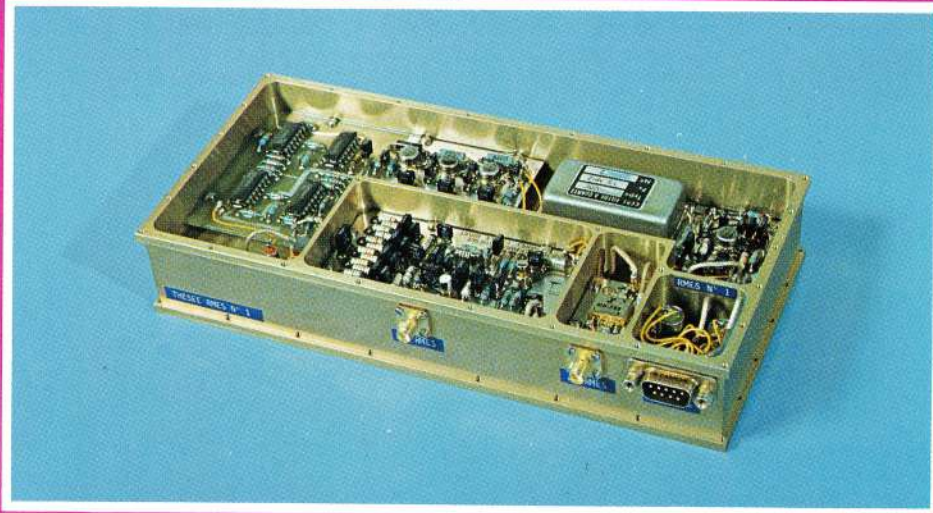
Masse totale

39 kg dont 21 kg pour les batteries.



Essai en caisson à vide au CNES TOULOUSE

De nombreux essais simulant l'environnement spatial sont nécessaires pour qualifier les équipements THÉSÉE. Dans ce caisson à vide très poussé permet d'analyser la pollution produite par le matériel. Un panneau thermique chauffe puis refroidit les équipements pour simuler les températures présentes dans l'espace.



Récepteur de mesure

La principale difficulté dans une expérience satellisable consiste à réaliser des boîtiers électroniques fiables qui fonctionnent entre -30 et $+60^{\circ}\text{C}$, légers, résistants aux vibrations, et, bien sûr, consommant le moins possible (pour économiser les batteries).

Le récepteur reçoit des signaux très faibles qu'il convient de filtrer, puis d'amplifier logarithmiquement pour être numérisés par le calculateur.



Essai avec la boîte de test du calculateur de bord

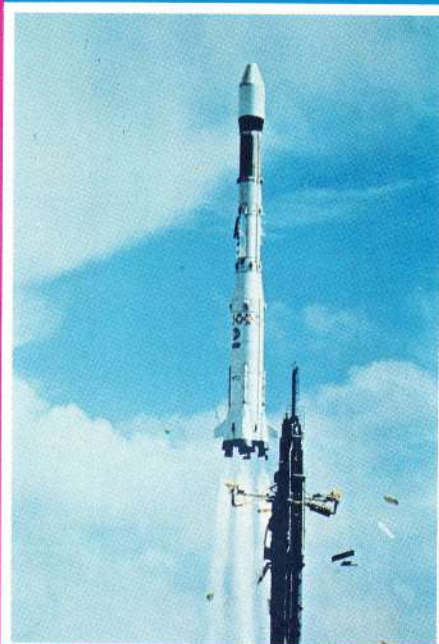
Le calculateur de bord entièrement conçu et réalisé par les jeunes du GAREF-PARIS, est le module le plus complexe. Il comprend 7 cartes électroniques, totalisant plus de 3000 soudures (qui doivent toutes être bonnes !), et 11 connecteurs représentant plus de 700 contacts.

Ce sera le premier calculateur à microprocesseur embarqué sur un satellite français.



Premier essai de l'expérience THÉSÉE sur la Capsule Ariane Technologique

On peut voir sur la photo à gauche le bras supportant la sonde à impédance mutuelle. Les équipements THÉSÉE sont implantés au centre de la C.A.T., sur un plateau en alliage aéronautique, qui a subi des études particulières afin d'éviter les phénomènes "peau de tambour". Au fond les baies de contrôle C.A.T. et THÉSÉE.



La fusée ARIANE, construite pour placer en orbite de transfert géostationnaire, des charges utiles allant jusqu'à 1700 kg, est financée par dix pays européens, dont la France plus de 60 %.

Elle comprend 3 étages, et c'est au-dessus du dernier étage que prennent place les satellites protégés par une coiffe (blanche sur la photo).

L'expérience THÉSÉE sera satellisée par ARIANE lors de son quatrième vol d'essai.



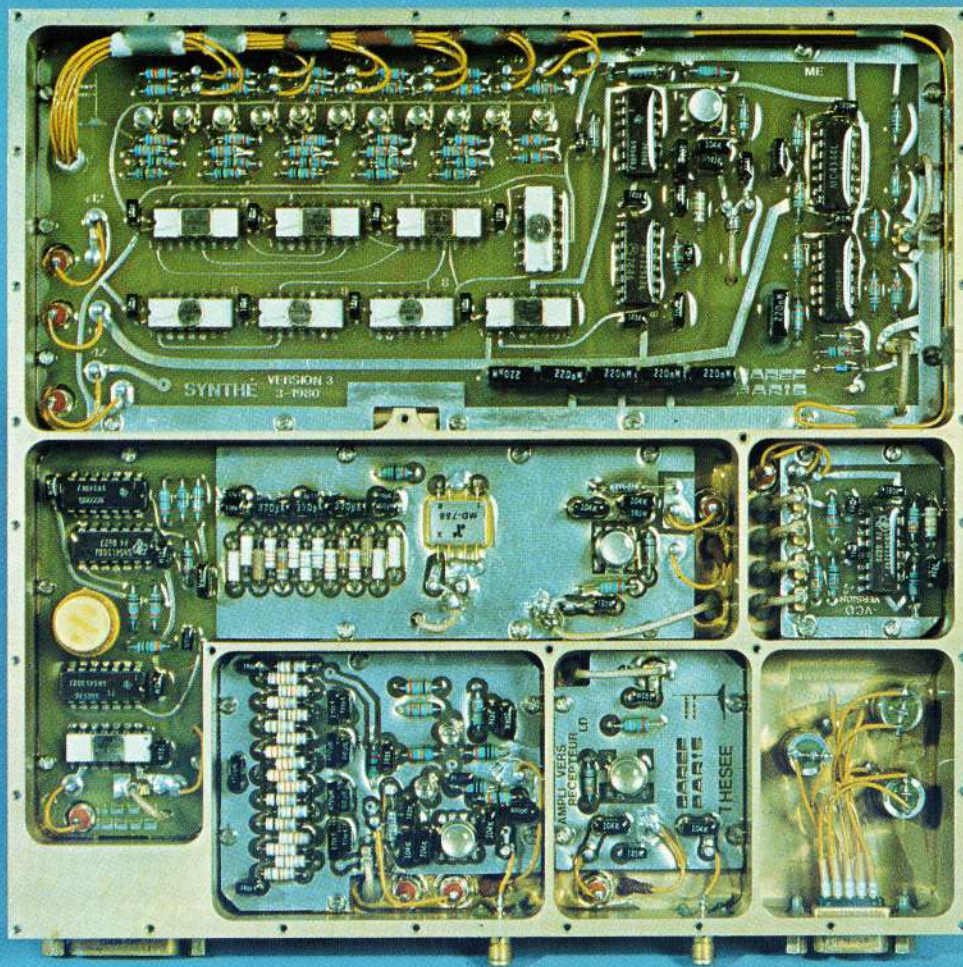
Préparation d'un essai en vibrations de la sonde quadripolaire

L'expérience THÉSÉE utilise une sonde quadripolaire pour mesurer la densité électronique de l'ionosphère. Cette sonde est située à l'extrémité d'un bras afin de ne pas être perturbée par les masses métalliques environnantes.



Préparation d'un essai en vibrations de tous les modules THÉSÉE en salle propre

Afin de résister aux vibrations lors du décollage du lanceur Ariane, il est nécessaire de soigner particulièrement la fabrication des modules électroniques, puis de contrôler l'ensemble de l'expérience sur un pot vibrant.



Le GAREF-PARIS, est un Club Scientifique de Jeunes de PARIS.

Il réunit pendant leurs loisirs des jeunes d'une vingtaine d'années, passionnés de réalisations électroniques, informatiques et spatiales.

La majorité de ces membres ont entre 16 et 21 ans. La cotisation annuelle est d'environ 200 F.

(1) CNET : Centre National d'Études des Télécommunications,

(2) CNES : Centre National d'Études Spatiales

(3) CRPE : Centre de Recherches en Physique de l'Environnement Terrestre et Planétaire.

Le GAREF-PARIS est aidé principalement par trois organismes :

- Le CNET⁽¹⁾ qui fournit depuis 1967 une aide technique et scientifique,
- La Ville de Paris qui depuis 1977 subventionne et loge le Club,
- Le CNES⁽²⁾ qui finance la majorité de l'expérience THÉSÉE (soutien technique et matériel).

Pour l'expérience THÉSÉE, le GAREF-PARIS bénéficie des conseils scientifiques et des moyens d'essais du CRPE⁽³⁾ d'Orléans.



GAREF PARIS

Club scientifique de jeunes agréé par le secrétariat à la jeunesse et aux sports.
Club scientifique de PARIS-2-6, rue Emile Levassor 75013 PARIS. Tél.:(1) 5855613.