

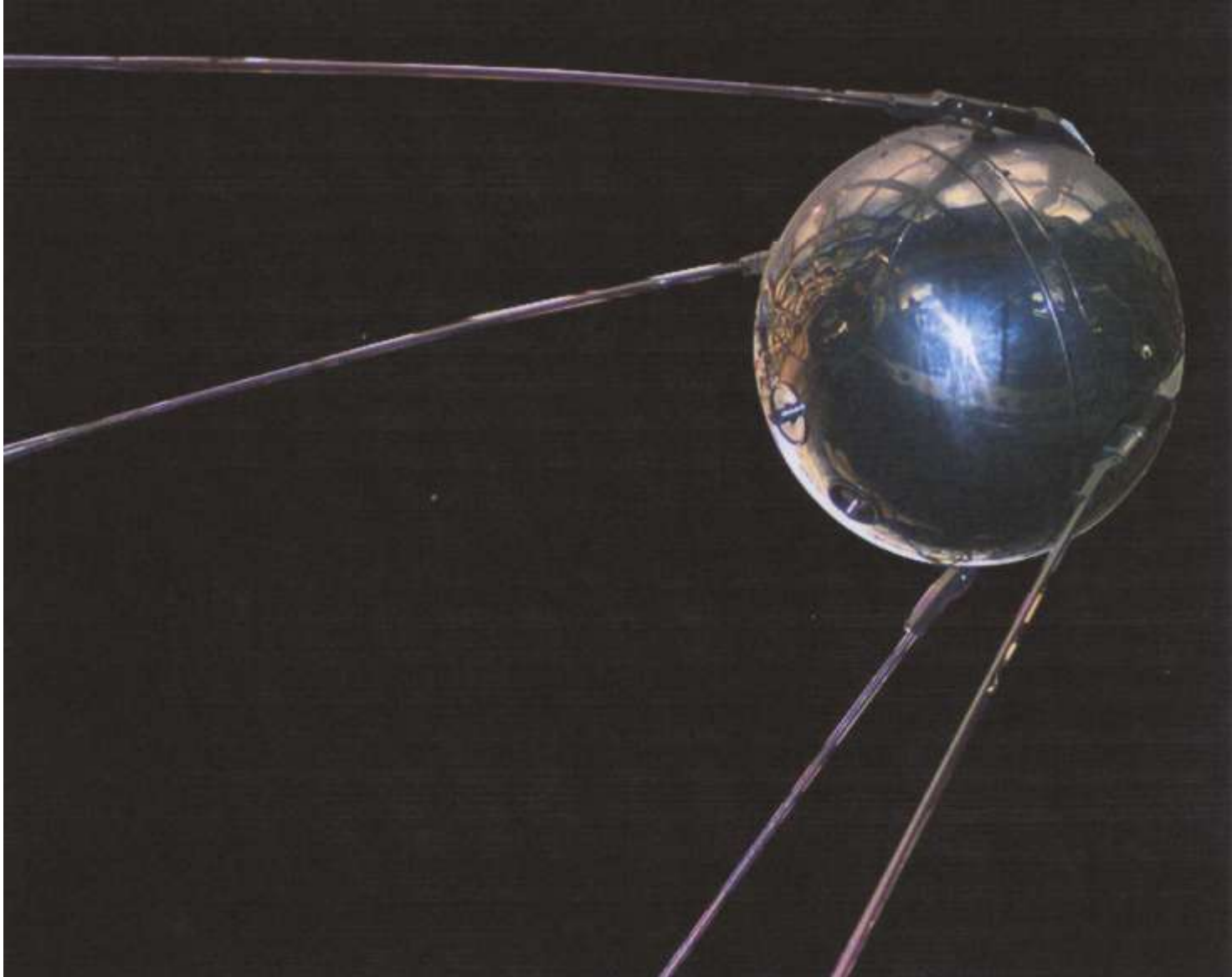
Les débuts de la géodésie spatiale en France

Jean Kovalevsky et François Barlier

Evolutions et perspectives de la géodésie

IGN Saint-Mandé - 14 octobre 2010

Espace, le 4 octobre 1957



Observations à l'aide d'un théodolite



Paul Muller



Claude Meyer

L'IGN démarre son activité en géodésie spatiale

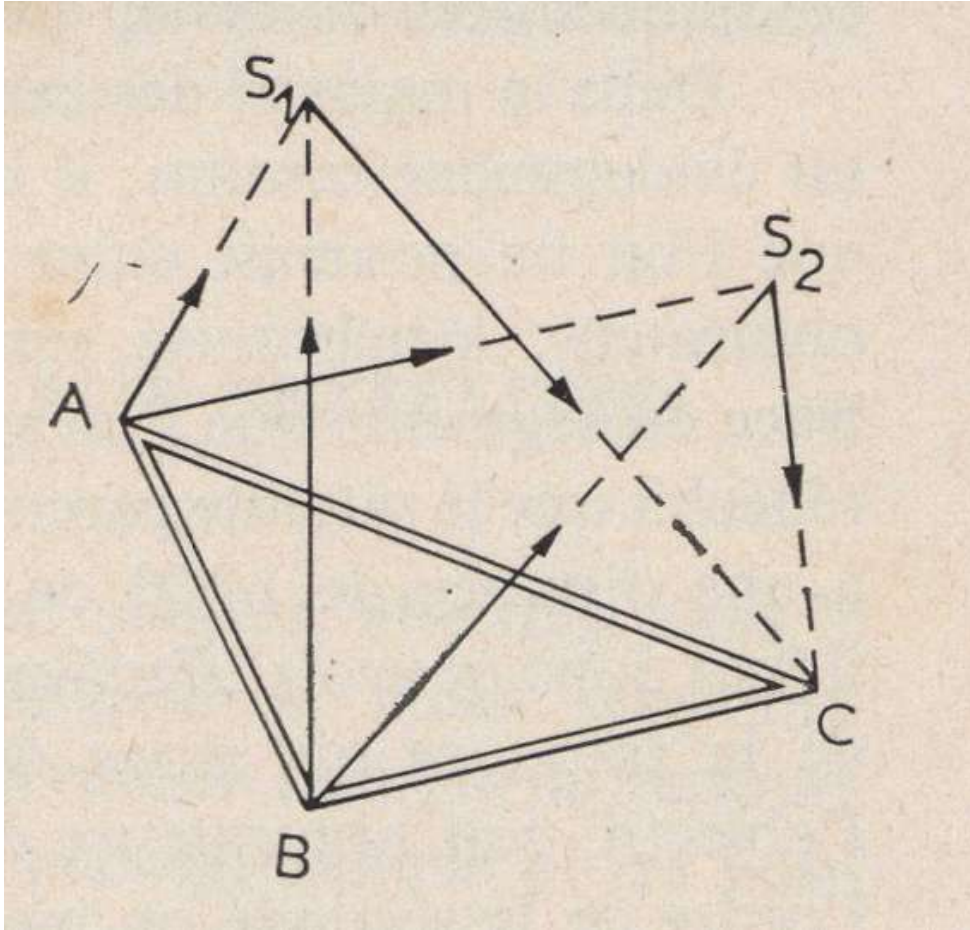


Pierre Tardi (1897-1972)



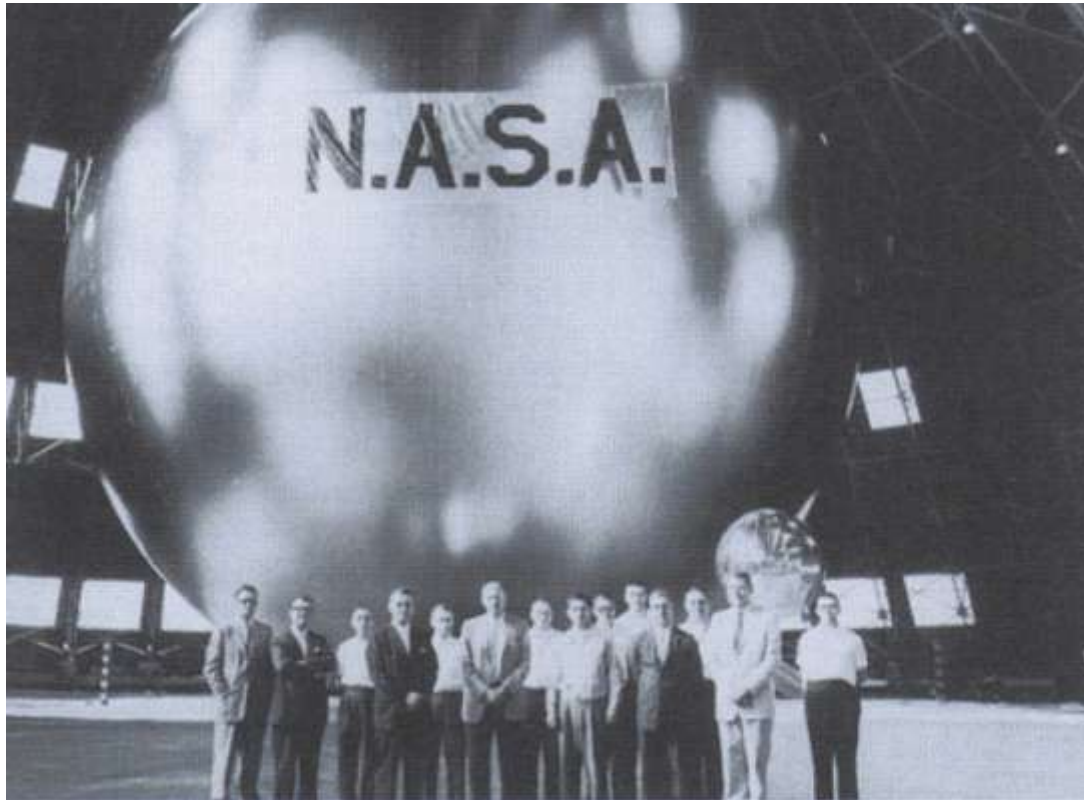
Jean-Jacques Levallois (1911-2001))

Triangulation avec un satellite



Si on connaît le vecteur AB par la géodésie classique au sol, deux observations simultanées à partir des points A , B et C d'un satellite situé en S_1 puis en S_2 permet de reconstruire le triangle ABC ainsi que sa position dans l'espace

Mais il faut un satellite suffisamment brillant!

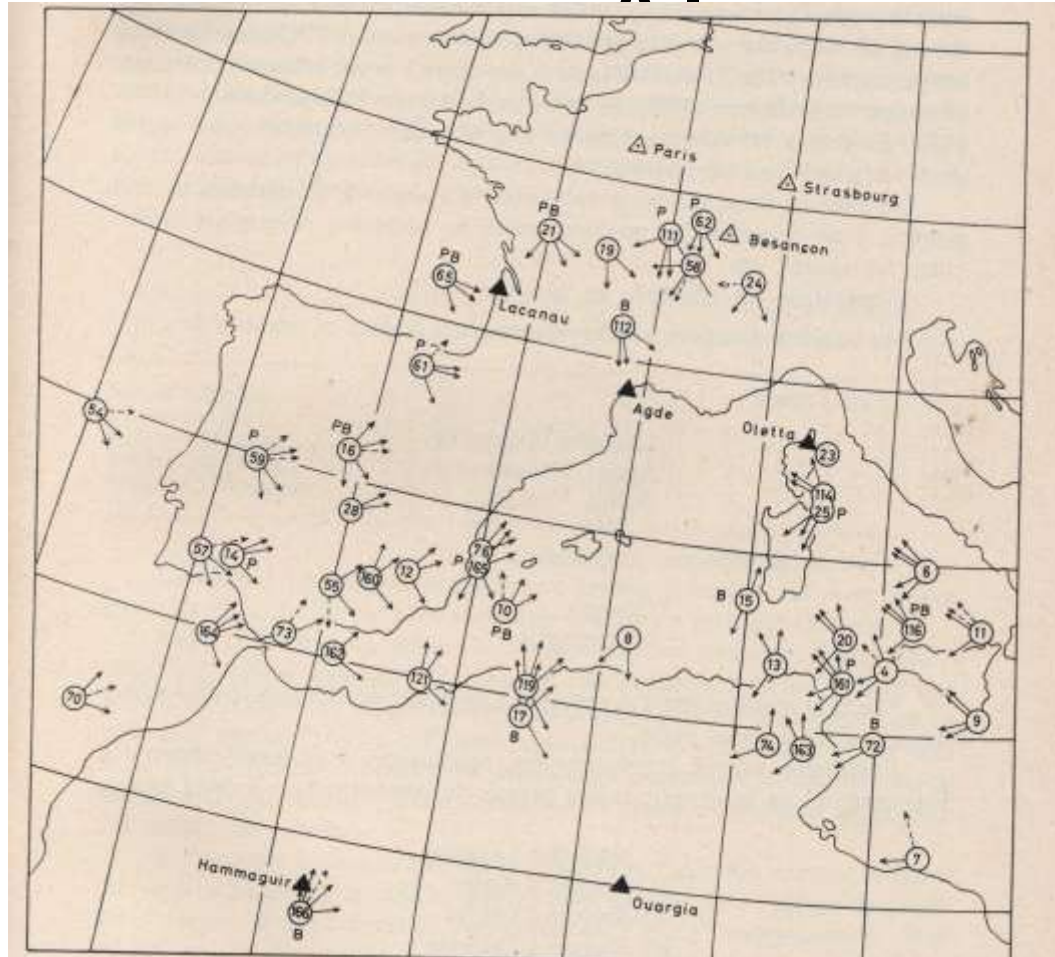


Le satellite-ballon
américain, Echo-1
de 30 m de diamètre.
Le suivant, Echo-2
en aura 40

En 1966, Pageos
aura aussi un
diamètre de 30 m

Rattachement France-

ALGERIE



En mai-juin 1963

Stations en France:

- Agde
- Lacanau
- Oletta

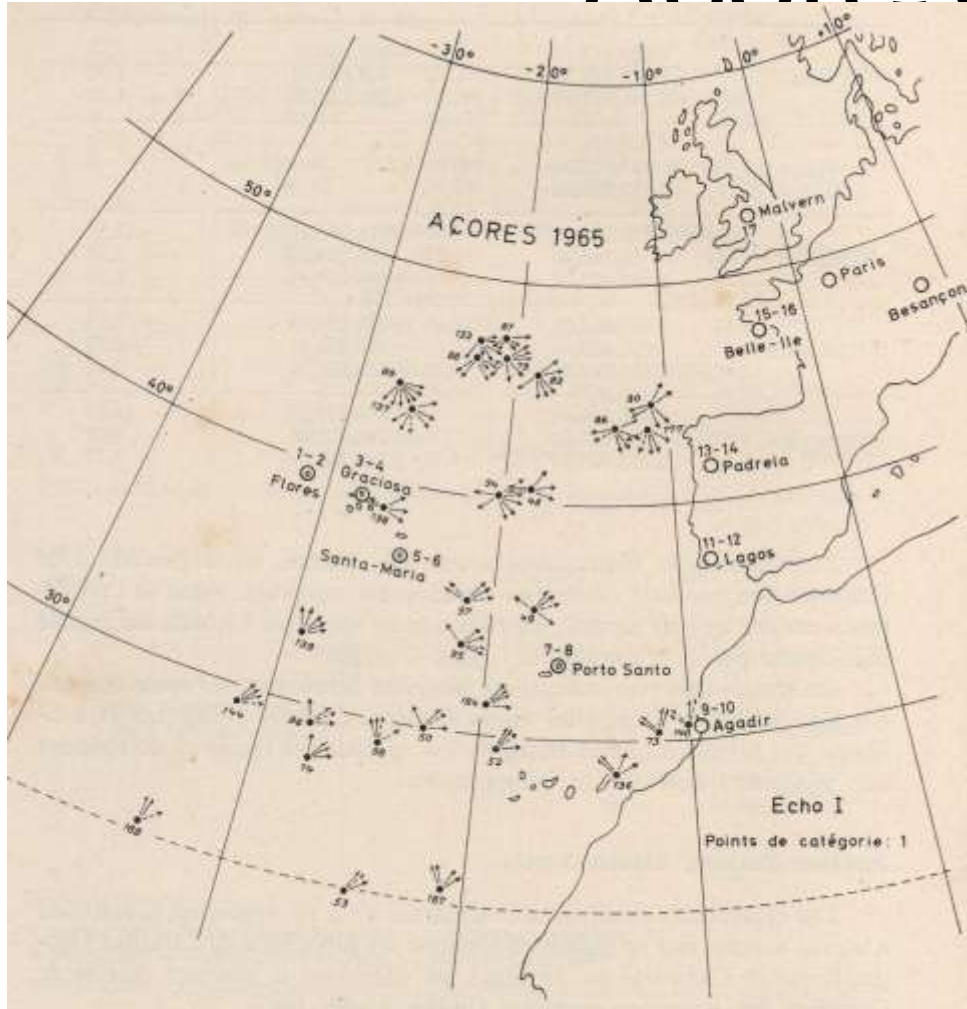
Stations en Algérie

- Hammaguir
- Ouargla

Par rapport aux positions données par la géodésie classique, la longueur du vecteur-différence est comprise entre 10 et 15 mètres en

Les points indiquent la projection sur la carte des positions du satellite Echo-1 photographiées depuis les stations vers lesquelles les flèches sont dirigées

Rattachement Europe- Acores



En juillet-août 1965

Stations en Europe:

- Belle-Ile (France)
- Lagos (Portugal)
- Padrela (Portugal)

Station au Maroc:

- Agadir

Station à Madère;

- Porto-Santo

Stations aux Açores:

- Florès
- Graciosa
- Santa Maria

Satellites observés: Echo-1 et Echo-2

Le Centre national d'études spatiales (CNES)

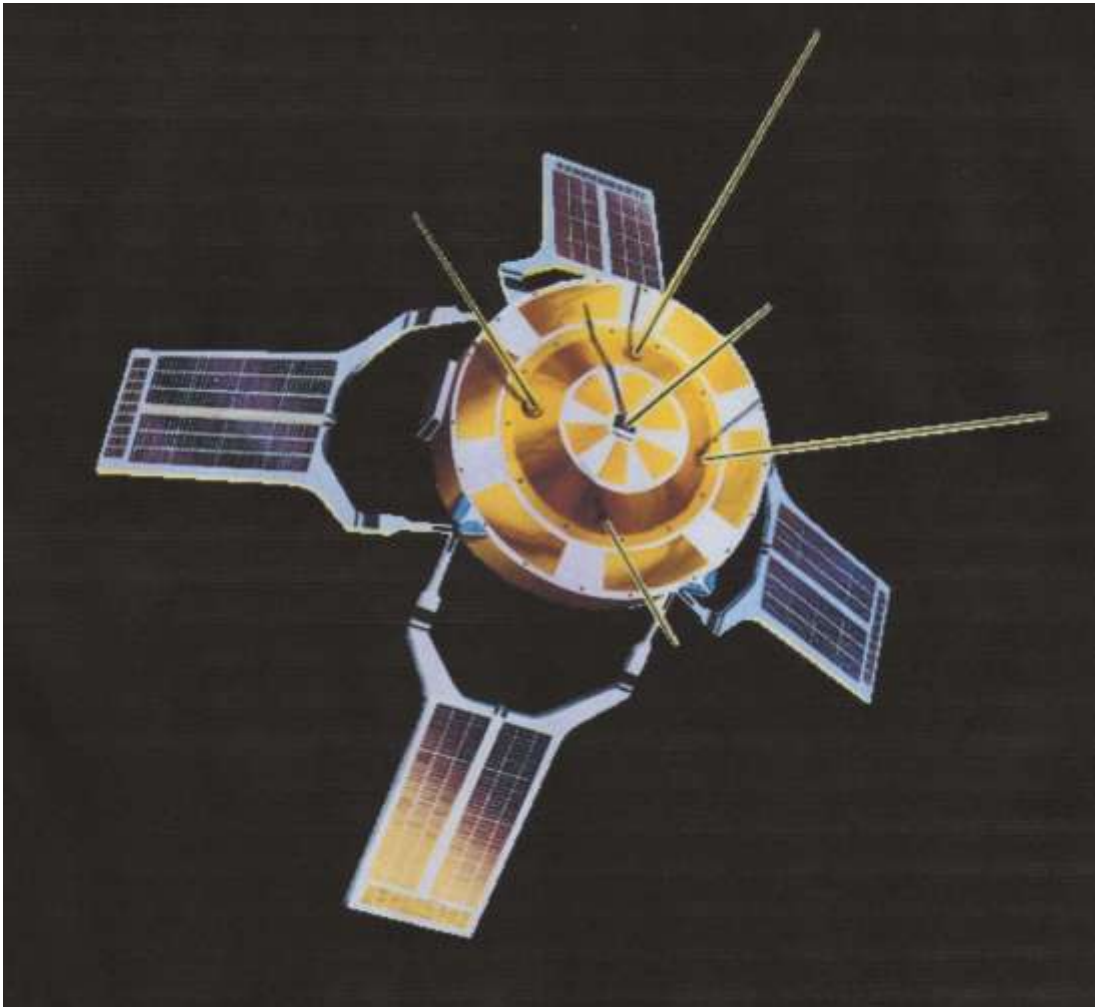
1959: Création d'un Comité des recherches spatiales et du côté industriel de la SEREB (Société pour l'étude et la réalisation d'engins balistiques) qui aboutit à la construction de la fusée Diamant, lanceur de satellites.

1961 (19 décembre): création du CNES dont la première mission est de placer la France parmi les puissances spatiales.

1965 (26 novembre): A1, (Astérix), le premier satellite français est lancé suivi de près par FR 1 (6 décembre) et D1A ou Diapason, le premier satellite géodésique français (17 février 1966).



La géodésie spatiale Doppler



Le satellite D1 A (Diapason) a été lancé de Hammaguir le 17 février 1966 et placé sur une orbite 500-2700 km et une inclinaison de 34° . Il émettait un signal continu pendant 15 minutes sur deux fréquences.

La SAT (Société anonyme des télécommunications) avait construit trois récepteurs installés dans des semi-remorques.

Les premières mesures ont été effectuées entre la France et Hammaguir.

Liaison Nice-Liban (1966)

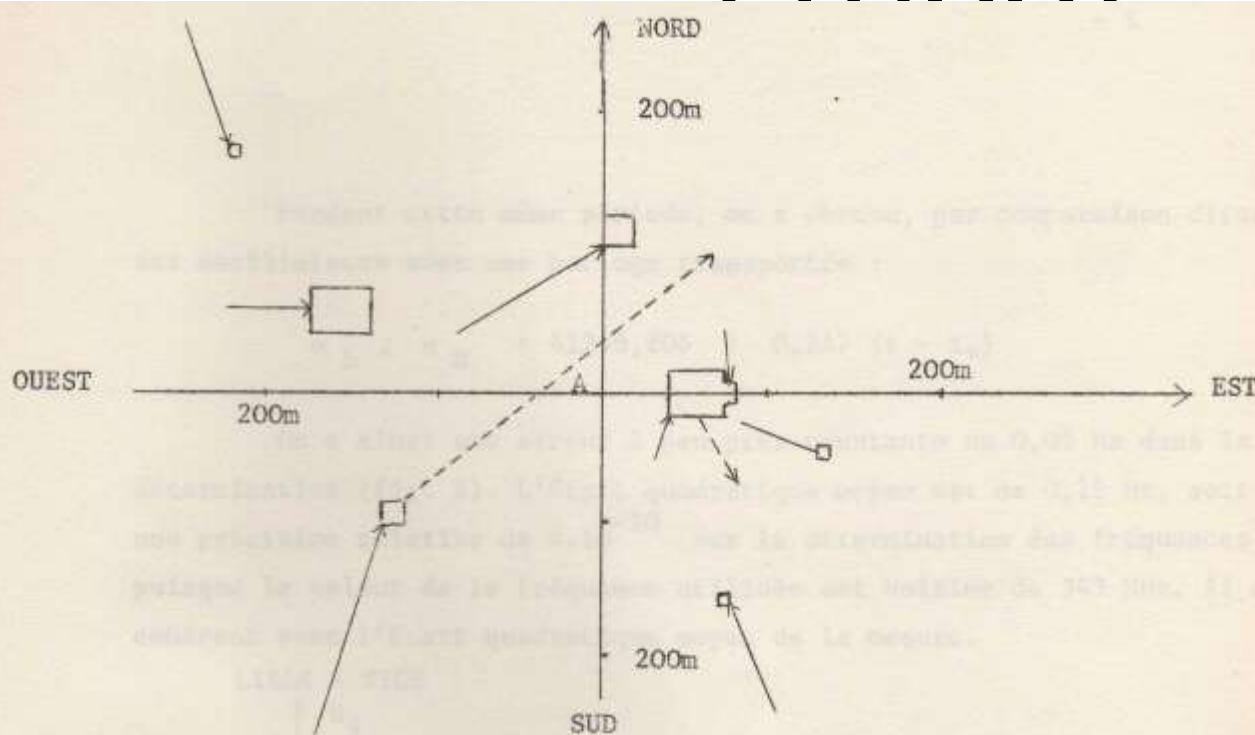


Fig. 1. Diverses déterminations de la position du Liban par rapport à la position donnée par l'Institut Géographique National. Les carrés sont d'autant plus gros que le poids des déterminations est fort. Les flèches pleines indiquent les variations dues à l'utilisation du modèle de Guier et Newton. Les flèches en pointillé donnent la variation introduite par le modèle "Standard Earth".

Observation du satellite D1A.
La précision des mesures: 10-20m
Exactitude des modèles > 100m

La limitation est due à l'inexistence, à l'époque, de modèle se champ de gravité terrestre. Le 1er, la "Standard Earth", date justement de 1966. La méthode Doppler n'est pas encore mure.

Caméra K37 à Meudon



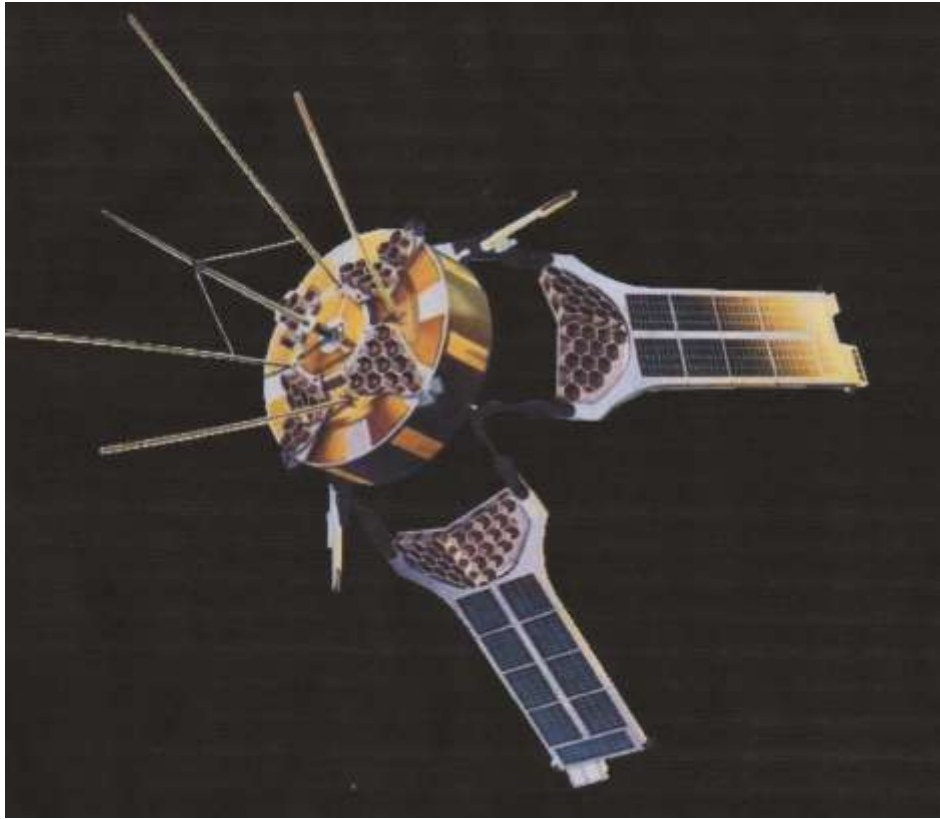
Caméra Antarès de Paul Muller



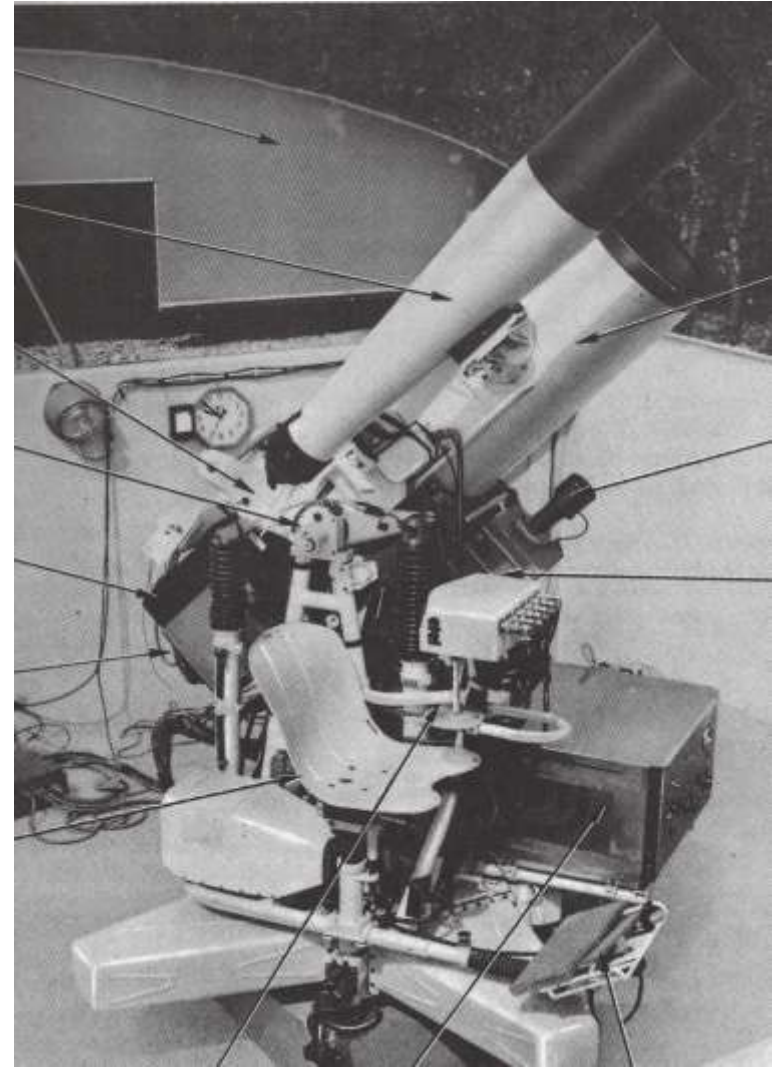
Cette caméra de 30 cm d'ouverture avait quatre axes permettant de suivre un satellite dans son déplacement sur le ciel.

Cette caméra, installée à l'Observatoire de Nice, a participé à toutes les campagnes majeures entre 1967 et 1980.

Géodésie spatiale par laser



Les satellites D1C et D1D (Diadème) sont lancés les 8 et 17 février 1967

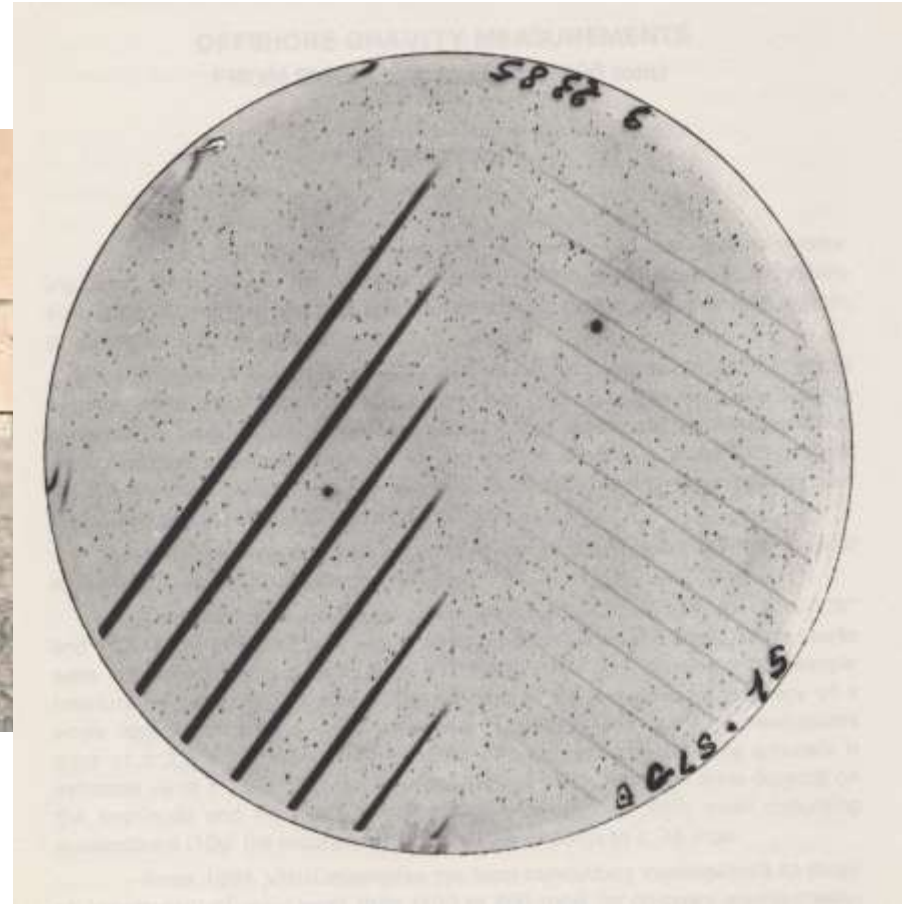


La station de télémétrie laser construite à l'Observatoire de Haute Provence (CNES et CNRS) par Bivas et son équipe. Premiers échos sur satellite américain, début 1967.

Méthode mixte photo-laser à l'ONERA



Station mixte de l'ONERA permettant simultanément des tirs avec un laser relaxé sur satellite et leur photographie sur fond d'étoiles



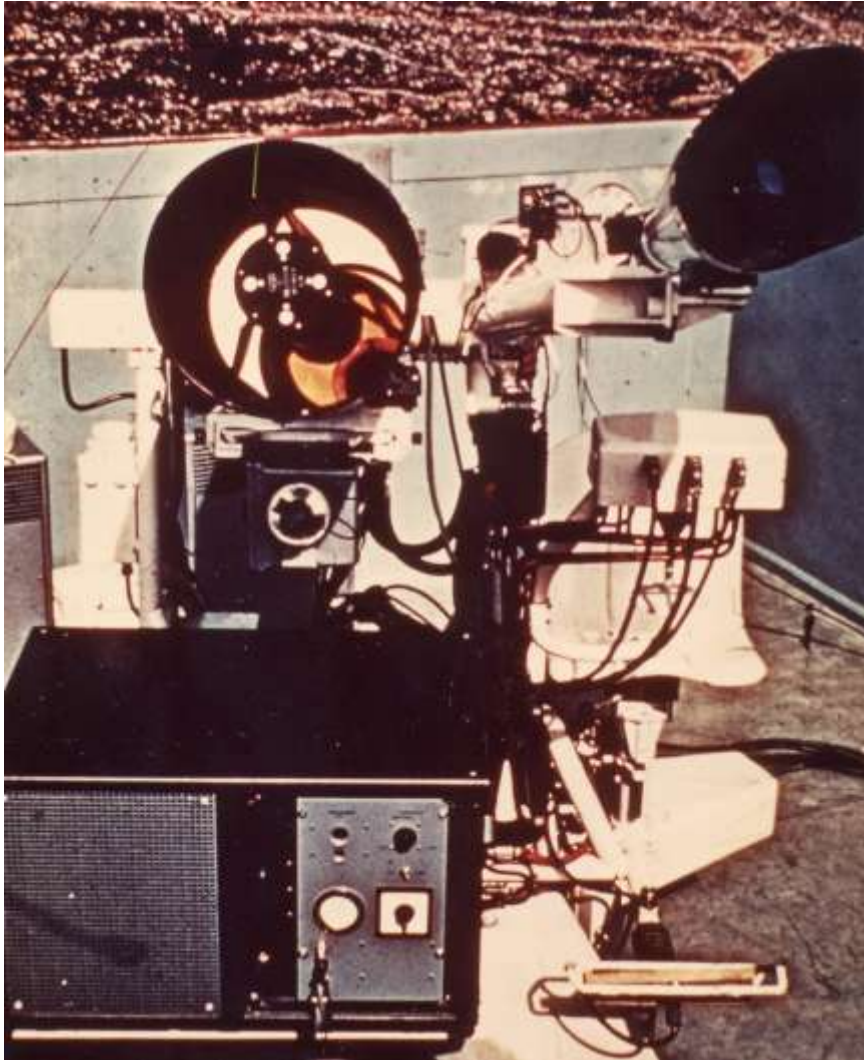
Photographie des tirs laser par le dispositif de l'ONERA et des traces de tirs par un télémètre laser (laser déclenché)

Coordination des équipes et collaborations internationales

En 1967 le CNRS crée une structure légère, appelée “Recherche coopérative sur programme (RCP 133)” sous la direction de J.-J. Levallois de l’IGN. Son but est de centraliser les moyens du CNRS dans le domaine de la géodésie spatiale. Cela permet aussi d’unifier les programmes hors CNES qui y trouve un interlocuteur unique pour superviser et financer les programmes de géodésie spatiale.

Par ailleurs la RCP 133 devient aussi un interlocuteur à l’étranger, at particulièrement les Etats-Unis et l’Espagne

La campagne Diadème

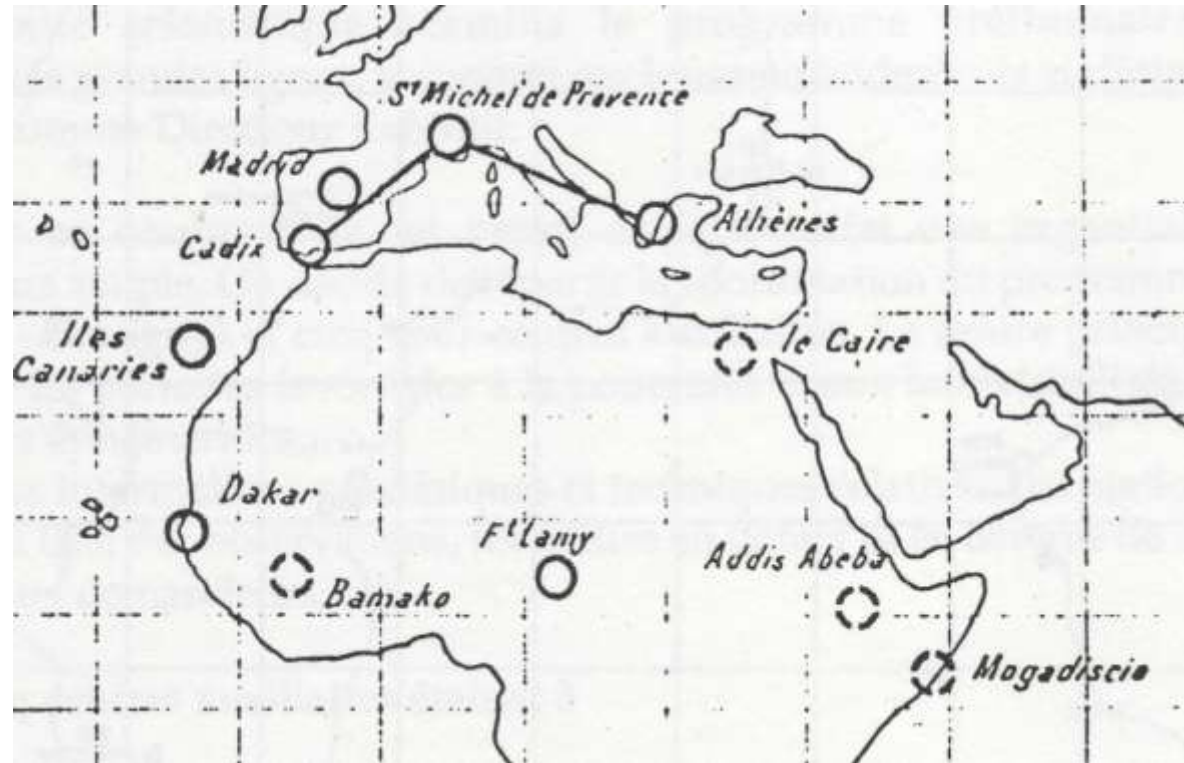


Cette campagne d'observation a été organisée par le CNES à la suite du lancement de D1C et de D1D.

Le triangle observé comprenait

- En France, Saint-Michel (laser et Doppler) et Nice (Antarès)
- En Grèce, Stephanion (contre la station laser du CNES et station Doppler)
- En Espagne, caméra Baker-Nunn (SAO)

Les opérations de la RCP 133



Le réseau de base en Europe comprenait

- En France, Saint-Michel: laser) et caméra Antarès à Nice
- En Grèce, Athènes: laser et caméra Baker-Nunn du SAO)
- En Espagne, laser du CNES et caméra Baker-Nunn (SAO)

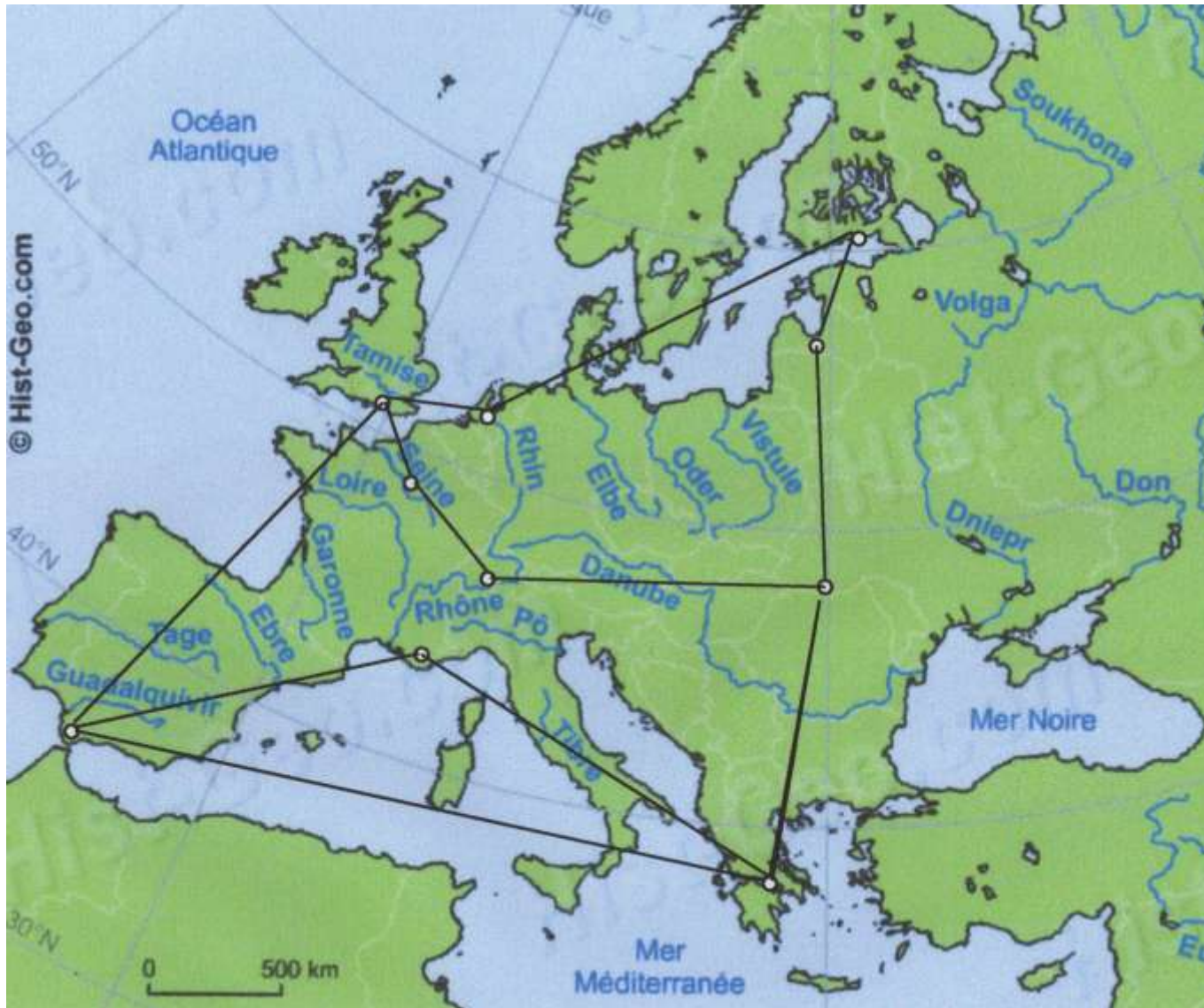
L'extension vers l'Afrique (Dakar et Fort-Lamy) avec les caméras IGN photographiant le satellite américain PAGEOS. Une extension vers le Sud eut lieu plus tard.

Coopération entre la RCP 133 et le Smithsonian Astrophysical Observatory (SAO)



From Left: Mike Gaposchkin, Dr. Francois Barlier, Michel LeFebvre, Georges Balmينو, and Carlton Lehr.

Réajustement du réseau géodésique européen



Base laser:

- Haute-Provence
- San Fernando

Photographies de Pageos.

- San Fernando
- Haute-Provence
- Nice
- Meudon
- Malvern
- Delft
- Helsinki
- Riga
- Oujgorod
- Zimmerwald

Forces non gravitationnelles

Ce sont des forces qui sont, pour des satellites bas, sont de la même grandeur que celles produites par les anomalies gravitationnelles (frottement atmosphérique, pression de radiation).

Même plus haut, il est essentiel d'en corriger les effets pour les travaux de géodésie dynamique.

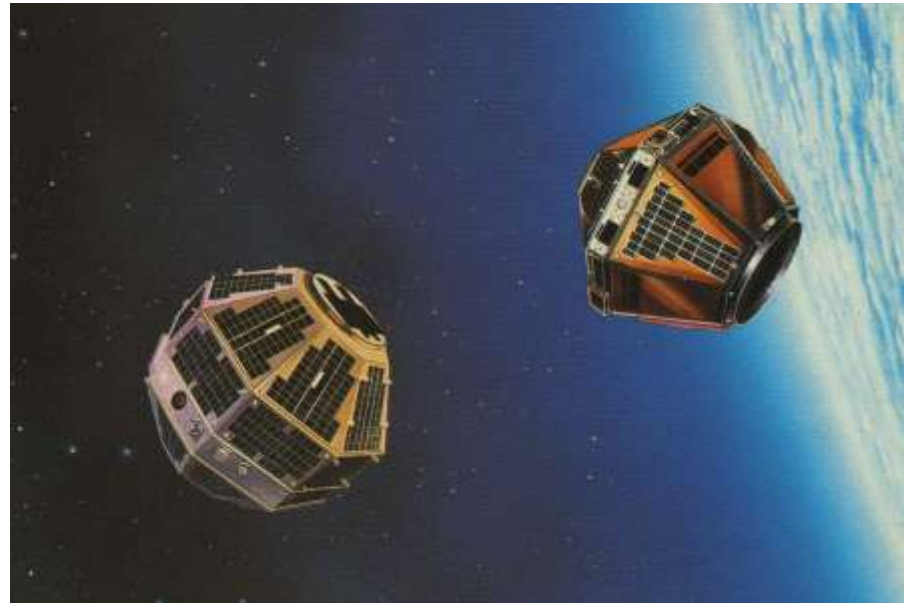
Mais leur analyse est une méthode efficace pour l'étude de la haute atmosphère. C'est ce que faisait l'équipe de Meudon avec F. Barlier en collaboration avec:

- Le Centre national des télécommunications
- Le Service d'aéronomie du CNRS
- Le Service d'aéronomie d'Uccle (Belgique)
- Les stations étrangères d'observation en Hongrie, en Roumanie, en Pologne, en Tchécoslovaquie et en URSS.

Extension des travaux sur la haute atmosphère

L'augmentation de la précision des observations (photo, lasers, puis le satellite Castor) étendent le domaine des études à la densité des couches plus hautes de l'atmosphère et à la pression de radiation

Collaborations avec:
les services d'aéronomie
à Verrières (G. Thuillier),
à Uccle (G. Kockarts),
le CNET (P. Bäuer),
les observatoires de:
Besançon (J.-L. Falin,...)
Bordeaux (M. Rousseau)
Strasbourg (A. Schmitt)



À gauche, le satellite Castor avec, à son bord, un accéléromètre de l'ONERA
Altitude: 300-1200 kilomètres.
À droite, le satellite technologique du CNES, Pollux.

Equipes de géodésie spatiale à la fin des années 60

- **Bureau des longitudes**: géodésie Doppler, dynamique des satellites
- **CNES**: orbitographie, dynamique des satellites; géodésie spatiale, en particulier dynamique
- **Observatoire de Haute Provence, puis CNES-Brétigny**: télémétrie laser
- **Observatoire de Nice**: caméra Antarès
- **IGN**: géodésie géométrique
- **Observatoire de Paris à Meudon**: observations optiques; effets dynamiques de la haute atmosphère; géodésie géométrique et dynamique

Création du GRGS

(Groupe de recherches de géodésie spatiale)

Une RCP était une structure provisoire et non contraignante vis-à-vis des établissements. Pour stabiliser et consolider ce que la RCP avait ébauché, le GRGS a été créé le 17 février 1971 par:

- le Bureau des longitudes,
- le CNES,
- l'IGN,
- l'Observatoire de Paris.

Il incluait aussi quelques équipes d'autres établissements qui avaient des activités connexes.

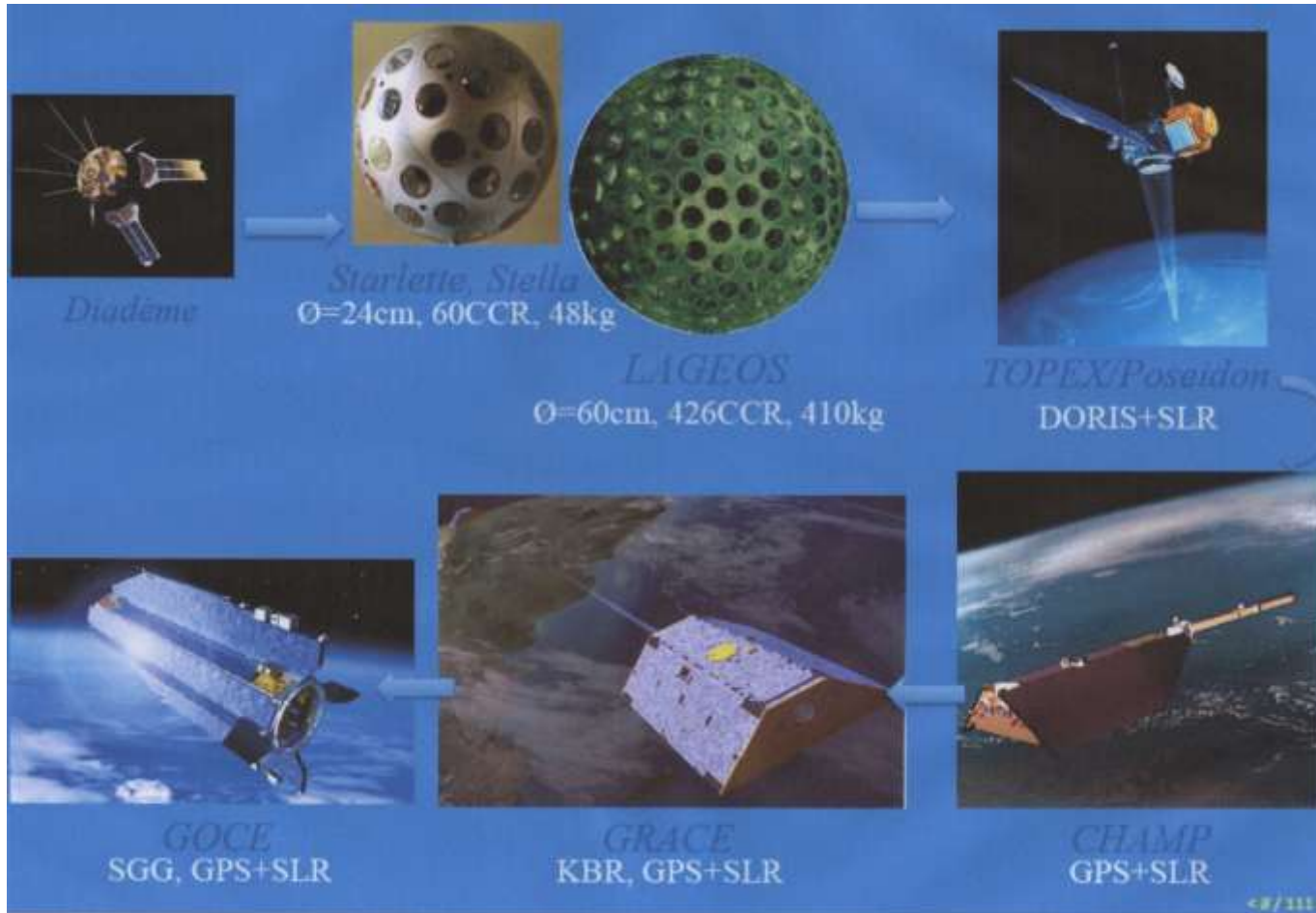
Un directeur exécutif a été nommé (Jean Kovalevsky) assisté d'un secrétaire administratif (Julien Villecrose de l'IGN)

Equipes du GRGS à sa création

- Caméra Antarès (P. Muller)
- Dynamique spatiale (F. Barlier)
- Géodésie géométrique (H.M. Dufour et A. Fontaine)
- Géodésie dynamique (M. Lefèbvre)
- Haute atmosphère (F.Barlier)
- Laser-Lune (A. Orszag)
- Laser satellites (J. Gaignebet)
- Mouvement de la Lune (J. Kovalevsky)

Au total, on peut estimer à une quarantaine de personnes (chercheurs, ingénieurs et techniciens) le nombre de collaborateurs du GRGS lors de sa formation..

Et en 2011, on va fêter les quarante ans du GRGS!



Merci pour votre attention