

# ESPACE & TEMPS

Bulletin d'information de l'Institut Français d'Histoire de l'Espace

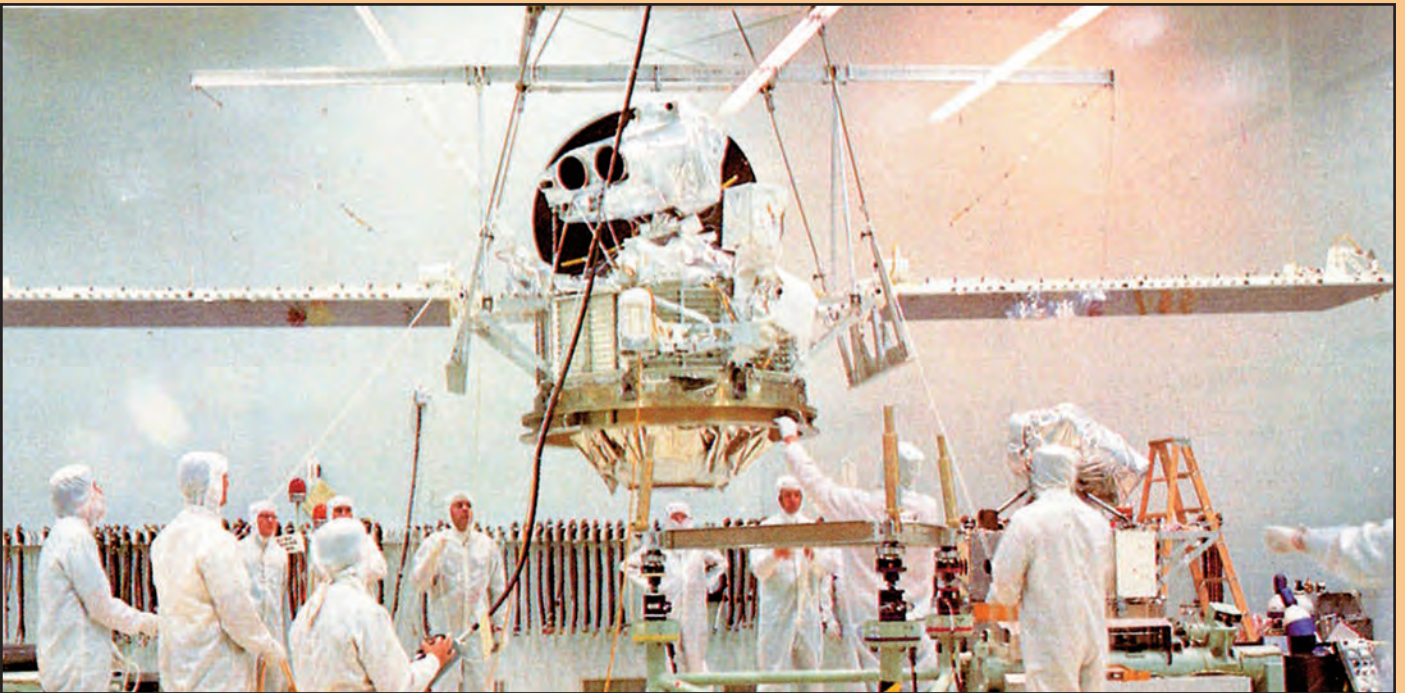
© CNES/ESA/Arianespace/CSG Service Optique, 1992



**30 ANS : TOPEX-POSEIDON**



**50 ANS DE SKYLAB LE 14 MAI 2023**



**50 ANS DE MARINER-10 LE 3 NOVEMBRE 2023**

## IFHE

Institut Français d'Histoire de l'Espace  
 adresse de correspondance :  
 2, place Maurice Quentin  
 75039 Paris Cedex 01  
 e-mail : ifhecontact@gmail.com  
 Tél : 01 40 39 04 77

Chers amis,

L'institut Français d'Histoire de l'Espace (IFHE) est une association selon la Loi de 1901 créée le 22 mars 1999 qui s'est fixée pour objectifs de valoriser l'histoire de l'espace et de participer à la sauvegarde et à la préservation du patrimoine documentaire. Il est administré par un Conseil, et il s'est doté d'un Conseil Scientifique.

### Conseil d'administration

Président d'honneur.....Michel Bignier †  
 Président.....Yves Blin  
 Vice-président.....Jacques Simon  
 Trésorier.....Pierre Bescond  
 Secrétaire général.....Jean Jamet  
 Administrateurs...Christian Lardier, Guy Duchossois,  
 Pierre Bescond  
 Représentant du CNES.....Pierre Tréfouret

### Conseil scientifique (formé en 2005)

Pr. Jacques Blamont †, Pr. Roger Maurice Bonnet,  
 Jean-Pierre Causse †, Claude Goumy, Pr. Pierre Morel,  
 Pr. Robert Halleux, Pr. Dominique Pestre, Pr. Jean-  
 Christophe Romer, Pr. Pascal Griset, Pr. Alain Beltran,  
 Agnès Beylot.

## ESPACE & TEMPS

Bulletin d'information édité par  
 l'institut Français d'Histoire de l'Espace (IFHE)

Directeur de la publication : Christian Lardier

Ont également participé à ce numéro :

Impression: photocopies - tirage : 50 ex.

Crédit photo : Droits réservés

Les idées et opinions exprimées dans les articles n'engagent que leurs auteurs et ne représentent pas nécessairement celles de l'IFHE.

2022 vient bientôt tirer sa révérence et elle restera dans l'histoire avec une activité spatiale particulièrement intense. Elle se termine notamment avec la réussite de la mission ARTEMIS-1, premier vol d'un véhicule habitable vers la Lune depuis le vol d'Apollo-17, il y a cinquante ans de cela mais aussi avec deux stations orbitales opérationnelles, la station spatiale internationale et la station spatiale chinoise.

En 2022, deux grandes figures du spatial français se sont éteintes, Jacques Durand ancien administrateur de notre association et Raymond Orze et je tenais à saluer leur mémoire.

Au cours de cette année l'IFHE a organisé deux conférences, une en avril consacrée à l'exploration de Jupiter et l'autre en octobre pour célébrer les 30 ans du lancement du satellite franco-américain d'altimétrie océanographique TOPEX-Poséidon. Dans ce numéro d'Espace & Temps vous pourrez retrouver l'intervention de Jean-Louis Fellous relative à TOPEX-Poséidon.

Ces conférences nous ont aussi permis de tester un nouveau format mêlant des interventions historiques et des présentations de thèmes d'actualité. Ainsi la mission jovienne européenne JUICE a été présentée par le Professeur David Southwood en avril dernier. Lors de la conférence du 24 octobre, au-delà de l'intervention de Jean-Louis Fellous, nous avons eu la chance d'avoir deux autres remarquables présentations. Celle de Pascal Bonnefond, co-président de l'Ocean Surface Topography Science Team et Mer, qui nous a fait découvrir le nouveau satellite d'altimétrie franco-américain SWOT, dont le lancement a eu lieu le 16 décembre 2022. Enfin Elisabeth Rémy, responsable du service « Observations pour les systèmes d'analyse et de prévision » de Mercato Océan, nous a narré 27 ans d'histoire d'océanographie opérationnelle et d'altimétrie spatiale.

Nous prévoyons pour l'année prochaine au moins deux conférences d'une demi-journée, l'une pour célébrer au printemps prochain les 50 ans de Skylab, première station spatiale américaine, et une autre, à l'automne, pour fêter les 50 ans de Mariner-10, première sonde à utiliser opérationnellement les réactions de gravitation pour survoler par trois fois la planète Mercure.

2022 nous a permis d'avancer sur le dossier des archives de l'IFHE. Ces dernières sont appelées à être transférées dans la seconde moitié de 2023 vers le site de Châtellerauld du Service Historique de la Défense (SHD). Nous venons de recevoir le projet de nouvelle convention entre le SHD et l'IFHE qui sera examinée lors du conseil d'administration de l'IFHE du 15 décembre 2022.

Au niveau des publications, l'ouvrage « Météorologie de l'espace, sciences de l'atmosphère et de l'océan », piloté par Jean-Louis Fellous, est en bonne voie d'achèvement, seule la partie relative aux satellites météorologiques géostationnaires est encore en cours de rédaction. En revanche, nous n'avons pas encore pu converger avec la 3A CNES et le CNES sur les conditions de parution de l'ouvrage « CNES – Jubilé de Diamant – Témoignages », compilant les conférences sur les 50 ans du CNES du 9 février 2012, les 50 ans du Centre Spatial Guyanais du 25 novembre 2014 et les 50 ans des premiers satellites français du 17 février 2016. Pour finir sur une note optimiste, la section toulousaine de l'IFHE continue d'avancer sur la rédaction de son ouvrage sur les activités spatiales à Toulouse.

Enfin à l'automne 2022, nous avons lancé le développement du nouveau site internet de l'IFHE. L'objectif est une mise en ligne avant l'été 2023.

Je vous laisse à présent découvrir ce nouvel opuscule d'Espace & Temps que nous a mijoté Christian Lardier. Bonne lecture.

Bonne année 2023.

Yves Blin  
 Président de l'IFHE

# L'année spatiale 1973

par Christian Lardier, administrateur de l'IFHE

## Janvier

8/1 : Lancement d'une UR-500K (8K82 n°259-01) de la plate-forme 81L de Baïkonour. Elle lance Luna-21 (E-8 n°204) vers la Lune. La sonde se place sur orbite lunaire le 12/1 (90/110 km inclinée à 60°), puis elle dépose le rover Lunakhod-2 (840 kg) dans la mer de la Sérénité le 15/1. Il parcourt 37 km en 120 jours lunaires (cinq jours lunaires).

11/1 : Lancement d'une Voskhod (11A57) de Baïkonour avec un satellite-espion Zenith-4M (11F691). Devenu Cosmos-543, il effectue une mission de 13 jours sur 65°.

20/1 : Lancement d'une Cosmos-3M (11K65M n°You149-44) de la plate-forme 132 de Plessetsk. Elle place un satellite d'écoute électronique Tselina-OM (Cosmos-544) en orbite.

24/1 : Lancement d'une Cosmos-2 (11K63) de la plate-forme 133/1 de Plessetsk. Elle place le satellite de calibration DS-P1-You n°60 (Cosmos-545) en orbite. Il retombe le 31 juillet 1973.

26/1 : Lancement d'une Cosmos-3M (11K65M n°You149-37) de la plate-forme n°107 de Kapustin Yar. Elle place une maquette (GBM) de satellite de navigation Cyclone/Zaliv (Cosmos-546) en orbite.

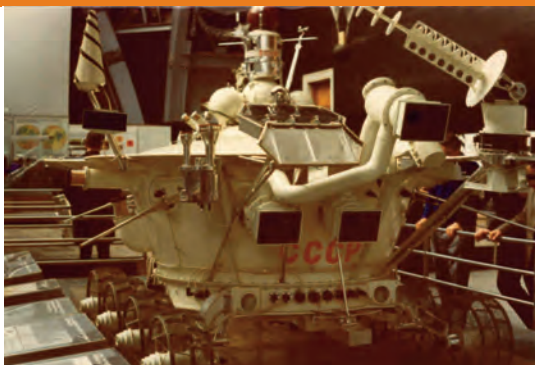
## Février

1/2 : Lancement d'une Voskhod (11A57) de Baïkonour avec un satellite-espion Zenith-2M (11F690). Devenu Cosmos-547, il effectue une mission de 12 jours sur 65°.

3/2 : Lancement d'une Molnya-M (8K78M) de Baïkonour avec le satellite de télécommunications Molnya-1 (11F67 n°28). Il retombe le 23/10/1977.

8/2 : Lancement d'une Voskhod (11A57) de Plessetsk avec un satellite-espion Zenith-4M (11F691). Devenu Cosmos-548, il effectue une mission de 13 jours sur 65,4°.

15/2 : Lancement d'une Molnya-M (8K78M) de Baïkonour avec le satellite scientifique Prognoz-3



Le rover Lunokhod-2



Prognoz-3 (SO-M)

(SO pour Solnetchnyi Obiekt). Identique à Prognoz-1 et 2, il est placé sur une orbite 590/200.000 km où il fonctionne pendant 403 jours jusqu'au 25/3/74.

28/2 : Lancement d'une Cosmos-3M (11K65M) de la plate-forme 132 de Plessetsk. Elle place un satellite d'écoute électronique Tselina-OM (Cosmos-549) en orbite.

## Mars

1/3 : Lancement d'une Voskhod (11A57) de Plessetsk avec un satellite-espion Zenith-4MK (11F692). Devenu Cosmos-550, il effectue une

mission de 10 jours sur 65,4°.

6/3 : Lancement d'une Voskhod (11A57) de Baïkonour avec un satellite-espion Zenith-4M (11F691). Devenu Cosmos-551, il effectue une mission de 14 jours sur 65°.

6/3 : Lancement de l'Atlas-Agena-D n°5202A avec le satellite d'écoute électronique (Sigint) Rhyolite n°2 (275 kg) du programme AFP-720 sur une orbite géostationnaire de Cape Canaveral.

9/3 : Lancement d'un satellite-espion KH-9/Hexagon (OPS-8310) par la Titan-IIID n°23D6 de Vandenberg. Le KH-9 fonctionne 71 jours.

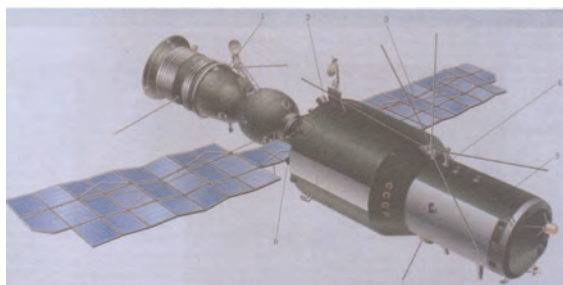
20/3 : Lancement d'une Vostok-M (8A92M) de Plessetsk avec le satellite de météorologie Meteor-1 (11F614 n°24) du VNIEM.

22/3 : Lancement d'une Voskhod (11A57) de Plessetsk (72,9°) avec un satellite-espion Zenith-2M (11F690). Il emporte le conteneur Nauka (16KS n°161/1L) pour tester des éléments du satellite-espion Yantar-2K. Devenu Cosmos-552, il effectue une mission de 14 jours.

## Avril

3/4 : Lancement d'une UR-500K (8K82) de la plate-forme 81L de Baïkonour. Elle place la station orbitale Saliout-2 en orbite. Le président de la commission d'état est le général M.G.Grigoïev, adjoint des RVSN, et son adjoint G.S.Titov,

adjoint du GUKOS (cosmonaute n°2). C'est une station militaire du type Almaz (OPS-1) construite par l'OKB-52 de Tchelomei. Mais elle est victime d'une déshermétisation en orbite. Elle rentre dans l'atmosphère au bout de 55 jours.



La station orbitale Almaz

Le vaisseau Soyouz n°61, qui devait la rejoindre, est transformé en prototype du 7K-T (11F615A9) qui volera en mode automatique en mai 1974 (Cosmos-656). Les deux équipages prévus pour cette station continuent à s'entraîner pour la station suivante.

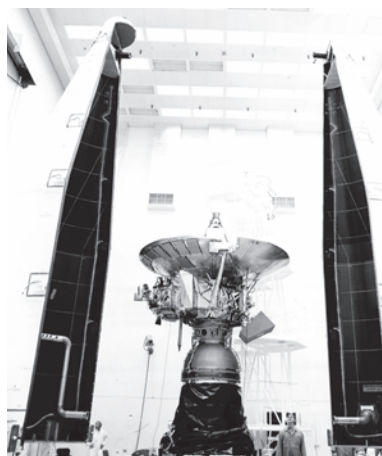
5/4 : Lancement d'une Molnya-M (8K78M) de Plessetsk avec le satellite de télécommunications Molnya-2 n°5.

6/4 : Lancement de la sonde interplanétaire Pioneer-11 par l'Atlas-Centaur n°AC-30 de Cape Canaveral. La sonde (258,5 kg) est identique à Pioneer-10 lancé le 3/3/1972, à l'exception d'un magnétomètre qui a été ajouté. Elle a survolé Jupiter le 3/12/1974 passant à 42.828 km du sommet des nuages, puis Saturne le 1<sup>er</sup> septembre 1979 passant à 22.000 km du sommet des nuages. Le 30/9/1995, la NASA met fin à la mission. Au 15/10/2017, la sonde se trouve à environ 97 UA du Soleil, soit un peu plus de 14,5 milliards de km.

12/4 : Lancement d'une Cosmos-2 (11K63) de la plate-forme 133/1 de Plessetsk. Elle place le satellite de calibration DS-P1-You n°61 (Cosmos-553) en orbite. Il retombe le 11 novembre 1973.

19/4 : Lancement d'une Voskhod (11A57) de Plessetsk (72,9°) avec un satellite-espion Zenith-4MK (11F692). Devenu Cosmos-554, il effectue une mission de 38 jours.

19/4 : Lancement d'une Cosmos-2 (11K63) du silo 86/4 de Kapustin Yar. Elle place le satellite Intercosmos-9 (DS-U1-IK n°3), alias Copernic, sur orbite. C'est un satellite



la sonde Pioneer-11, le décollage du 6 avril, le survol de Saturne le 1/9/1979.



Intercosmos-9/Copernic

soviéto-polonais pour l'étude des émissions radio du Soleil (0,6-6,0 Mhz) et de l'ionosphère terrestre. Il retombe dans l'atmosphère au bout de 179 jours.

20/4 : Lancement du satellite de télécommunications canadien Anik-A2 (557 kg)

par le Thor-Delta n°94 de Cape Canaveral. C'est un bus HS-333 de Hughes doté de 12 répéteurs en bande C.

25/4 : Echec du lancement d'une Cyclone-2 (11K69) de la plateforme 90 de Baïkonour. Elle lance un satellite de surveillance océanique US-A n°9 (17F16) de l'OKB-52 de Tchelomei et de l'usine Arsenal de Léningrad. Il est équipé d'un réacteur nucléaire BES-5/Buk du MKB Krasnaya Zvezda. Cependant, le moteur du satellite ne fonctionne pas et l'insertion en orbite échoue. Le satellite et son réacteur sont retombés dans l'océan pacifique.

25/4 : Lancement d'une Voskhod (11A57) de Plessetsk (81,3°) avec un satellite-espion Zenith-2M (11F690). Il emporte le conteneur Nauka (14KS) avec l'expérience Spektr-Obzor-K pour l'étude des radiations. Devenu Cosmos-555, il effectue une mission de 12 jours.

## Mai

5/5 : Lancement d'une Voskhod (11A57) de Plessetsk (81,3°) avec un satellite-espion Zenith-4MK (11F692). Devenu Cosmos-556, il effectue une mission de 9 jours.

11/5 : Lancement d'une UR-500K (8K82) de la plate-forme 81L de Baïkonour. Elle place la station orbitale DOS-3 en orbite. C'est une station orbitale civile de V.P.Michine. Elle devait être rejointe par les vaisseaux Soyouz n°34, 35 et 36. Malheureusement, peu après la satellisation, le système de direction tombe en panne et les réserves d'ergols du système de correction d'orbite sont ra-

pidement épuisées. La station devient alors incontrôlable. Elle devient Cosmos-557 qui retombe dans l'atmosphère au bout de 11 jours. Les vaisseaux Soyouz sont alors transformés : le n°34 deviendra Cosmos-613 en novembre 1973, le n°35 sera utilisé pour les essais au sol du système de sauvetage (SAS) de la mission Apollo-Soyouz et le n°36 deviendra Cosmos-573 qui effectuera la répétition du vol de Soyouz-12 en juin 1973.

14/5 : Lancement de la Saturn-5 SA-513 de Cape Canaveral avec la station orbitale Skylab de 76,5 t (24,6 m de long pour 6,6 m de diamètre). Elle comprend l'Orbital Workshop de 35 t, l'Airlock Module de 22 t, le Multiple Docking Adapter de 5,4 t et l'Apollo Telescope Mount de 11,1 t (étude du Soleil en visible, UV et X de 2 à 7000 Angstroms). Le volume habitable est de 352,4 m<sup>3</sup>. Avec un vaisseau Apollo amarré (14 t), l'ensemble pèse 90,5 t. L'orbite est de 434/437 km inclinée à 50°. Mais le bouclier de protection anti-météorites et de protection thermique, et un des deux panneaux solaires sont arrachés lors du lancement, et le panneau solaire restant a été bloqué. Sans le bouclier thermique et la puissance électrique étant amoindrie, rendant la climatisation impossible, la température intérieure atteint 49°C. Trois équipages doivent occuper la station en 1973/74 et le premier, lancé le 25 mai, doit la réparer. Puis elle retombe dans l'atmosphère le 11/7/1979.

16/5 : Lancement du satellite-espion KH-8 Gambit-3 n°4338 (OPS-2093) par la Titan-III B-Agena-D n°41 de Vandenberg. La mission dure 28 jours.

17/5 : Lancement d'une Cosmos-2 (11K63) de la plate-forme 133/1 de Plessetsk. Elle place le satellite de calibration DS-P1-You n°62 (Cosmos-558) en orbite. Il retombe le 22



La station orbitale Saliout



La station orbitale Skylab



Lancement de Skylab



Castor et Pollux

décembre 1973.

18/5 : Lancement d'une Soyouz-U (11A511U) de Plessetsk avec un satellite-espion Zenith-4MK (11F692). Devenu Cosmos-559, il effectue une mission de 5 jours.

21/5 : Echec du lancement de la fusée Diamant-B n°5 de Kourou et perte des deux satellites D-5B/Castor et D-5A/Pollux. Le satellite Pollux (D5A) d'une masse de 37,5 kg (dont 7 kg d'hydrazine) devait tester le fonctionnement d'un propulseur à hydrazine. Le satellite Castor (D5B) d'une masse de 77,5 kg avait la forme approximative d'une sphère de 80 cm de diamètre pour réduire la traînée aérodynamique. Le satellite devait permettre de tester

le fonctionnement de l'instrument CACTUS, un accéléromètre triaxial ultra sensible développé par l'ONERA. 23/5 : Lancement d'une Voskhod (11A57) de Plessetsk avec un satellite-espion Zenith-4M (11F691). Devenu Cosmos-560, il effectue une mission de 13 jours.

25/5 : Lancement d'une Cosmos-3M (11K65M) de la plate-forme 132 de Plessetsk. Elle devait placer un satellite de navigation du type Cyclone/Zaliv n°1, mais le tir échoue.

25/5 : Lancement d'une Voskhod (11A57) de Plessetsk (65,4°) avec un satellite-espion Zenith-2M (11F690). Il emporte le conteneur 9KS avec un télescope gamma pour l'étude des radiations. Devenu Cosmos-561, il effectue une mission de 12 jours.

25/5 : Lancement de la Saturn-1B n°SA-206 de Cape Canaveral avec le vaisseau Apollo n°CM-116 de la mission Skylab-2. L'équipage comprend Pete Conrad, Joe Kerwin, Paul Weitz. Il rejoint la station Skylab et l'occupe jusqu'au 22 juin (vol de 28 j 0 h 49 min 49 sec). Ils ont effectué trois sorties extra-véhiculaires le 26 mai (40 min), le 7 juin (3 h 35) et le 19 juin (1 h 36). Au cours de la 1<sup>er</sup> EVA, Weitz a

tenté en vain de déployer le panneau solaire restant. De l'intérieur, ils ont déployé une ombrelle pliante avec tiges télescopiques comme parasol de remplacement, conçue en urgence au sol. La température intérieure a chuté assez bas pour le confort de l'équipage. Deux semaines plus tard, Conrad et Kerwin ont libéré le panneau solaire bloqué lors d'une 2<sup>e</sup> EVA, ce qui a augmenté la puissance électrique disponible. Sans ce panneau, les 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> missions Skylab auraient été incapables de s'acquitter de leurs expériences principales, et le système critique de batterie de la station aurait été sérieusement dégradé. Le 19 juin, Conrad et Weitz réalisent la 3<sup>e</sup> EVA de 96 mn au lieu de 180 mn prévues, pour débloquer au marteau l'interrupteur d'une des batteries de bord, nettoyer l'objectif d'une caméra photographique et récupérer les six cassettes contenant les photographies du Soleil. Pendant près d'un mois, ils ont fait d'autres réparations, ont mené 90% des expériences médicales prévues, ont recueilli des données scientifiques concernant la Terre (81 % du programme prévu) et le Soleil (88 % du programme prévu), et ont effectué un total de 392 h d'expériences. La mission suivit deux minutes une grande éruption solaire avec l'Apollo Telescope Mount : ils ont pris et retourné quelque 29.000 images de film du soleil. L'équipage a amerri dans l'océan Pacifique, à 9,6 km du porte-avions USS Ticonderoga.

29/5 : Lancement d'une Vostok-M (8A92M) de Plessetsk avec le satellite de météorologie Meteor-1 (11F614 n°25) du VNIEM.

## Juin

5/6 : Lancement d'une Cosmos-2 (11K63) de la plate-forme 133/1 de Plessetsk. Elle place le satellite de calibration DS-P1-You n°63 (Cosmos-562) en orbite. Il retombe le 7 janvier 1974.

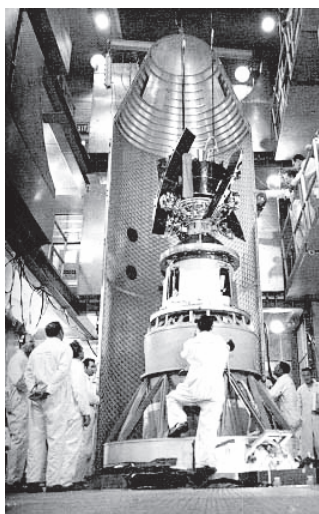
06/06 : Lancement Voskhod (11A57) de Ples-



L'équipage de Skylab-2



Skylab en orbite



Explorer-49/RAE-B

setsk (65,4°) avec un satellite-espion Zenith-4M (11F691). Devenu Cosmos-563, il effectue une mission de 12 jours.

8/6 : Lancement d'une Cosmos-3M (11K65M) de la plate-forme 132 de Plessetsk avec une grappe de huit satellites Strela-1M (11F625) destinés aux liaisons du GRU (Cosmos-564 à 571).

10/6 : Lancement de la Thor-Delta n°95 avec le satellite scientifique Explorer-49 (Radio Astronomy Explorer-B). Le satellite (328 kg) était stabilisé par gradient de gravité et disposait pour collecter les ondes radio de 4 antennes filaires disposées en croix et longues de 230 mètres. Il a été placé sur une orbite lunaire 1123 x 1334 km inclinée à 61,3° où il a recueilli durant quatre ans des données sur les émissions radio des planètes, du Soleil et de la Voie Lactée dans les longueurs d'onde comprises entre 25 kHz et 13,1 MHz.

10/6 : Lancement Voskhod (11A57) de Baïkonour (51,8°) avec un satellite-espion Zenith-4M (11F691). Devenu Cosmos-572, il effectue une mission de 13 jours.

12/6 : Lancement du satellite géostationnaire d'alerte avancée IMEWS/DSP-4 (Defense Support Program) de 820 kg par la Titan-3C n°3C24 de Cape Canaveral. Il est construit par TRW.

15/6 : Lancement d'une Soyouz (11A511) de Baïkonour avec le vaisseau Soyouz 7K-T (11F615A8 n°36) en régime automatique. Devenu Cosmos-573, il rentre sur Terre au bout de 2 jours.

20/06 : Lancement d'une Cosmos-3M (11K65M) de la plate-forme 132 de Plessetsk. avec un satellite de navigation du type Cyclone/Zaliv n°2 (Cosmos-574).

21/06 : Lancement d'une Voskhod (11A57) de Plessetsk (65,4°) avec un satellite-espion Zenith-2M (11F690). Devenu Cosmos-575, il effectue une mission de 12 jours.

26/06 : Lancement d'une Cosmos-3M (11K65M) de la plate-forme 132 de Plessetsk. Elle doit pla-

cer un satellite d'écoute électronique Tselina-OK en orbite. Mais une fuite d'ergols, la fusée explose et tue 9 personnes.

26/6 : Echec du lancement du satellite-espion KH-8 Gambit-3 n°4339 (OPS-4018) par la Titan-IIIB-Agena-D n°43 de Vandenberg.

27/06 : Lancement d'une Soyouz-M (11A511M) avec le satellite-espion Zenith-4MT/Orion (11F629) de Plessetsk (72,9°). Devenu Cosmos-576, il effectue une mission de 12 jours.

## Juillet

4/7 : Lancement d'une Voskhod (11A57) de Plessetsk avec un satellite-espion Zenith-4M, mais c'est un échec.

11/7 : Lancement d'une Molnya-M (8K78M) de Plessetsk avec le satellite de télécommunications Molnya-2 n°6.

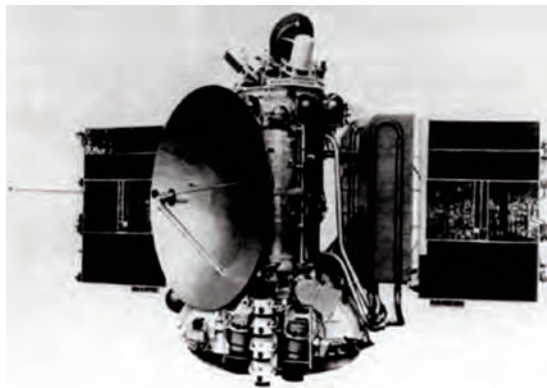
13/7 : Lancement d'un satellite-espion KH-9/Hexagon (OPS-8261) par la Titan-IIID n°23D7 de Vandenberg. Le KH-9 fonctionne 91 jours.

16/7 : Echec du lancement du satellite météorologique NOAA-2/ITOS-E (Improved TIROS Operational Satellite) de 345 kg par la Thor-Delta n°96 de Vandenberg.

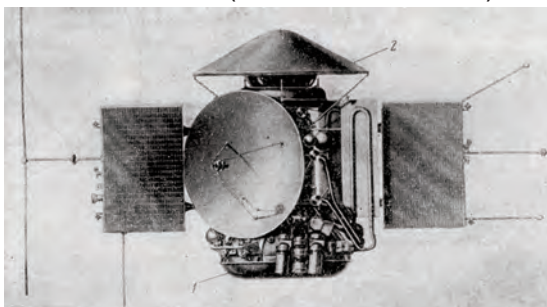
21/7 : Lancement d'une UR-500K (8K82) de la plate-forme 81L de Baïkonour avec la sonde martienne Mars-4 (M-73S n°52). Elle devait se placer en orbite autour de Mars, mais elle passe à 2200 km de la planète le 10 février 1974.

25/7 : Lancement d'une Voskhod (11A57) de Plessetsk (65,4°) avec un satellite-espion Zenith-4M (11F691). Devenu Cosmos-577, il effectue une mission de 13 jours.

25/7 : Lancement d'une UR-500K (8K82) de la plate-forme 81P de Baïkonour avec la sonde martienne



Mars-4 et 5 (M-73S n°52 et 53)



Mars-6 et 7 (M-73P n°50 et 51)



L'équipage de Skylab-3



Lancement Skylab-3



EVA d'Owen Garriot

Mars-5 (M-73S n°53). Elle se place en orbite autour de Mars le 12 février 1974, mais elle n'émet que pendant 16 jours.

28/7 : Lancement de la Saturn-1B n°SA-207 de Cape Canaveral avec le vaisseau Apollo n°CM-117 de la mission Skylab-3. L'équipage comprend Alan Bean, Owen Garriot, Jack Lousma. Il rejoint la station Skylab et l'occupe jusqu'au 25 septembre (vol de 59 j 11 h 9 min 4 sec). Ils ont d'abord eu le mal de l'espace jusqu'au 31 juillet. Puis il ont effectué trois sorties extra-véhiculaires le 6 août (6 h 31 min), le 24 août (4 h 31) et le 22 septembre (2 h 41).

L'équipage, lors de la 1<sup>e</sup> EVA, a installé le pare-soleil bipolaire, l'une des deux solutions pour compenser la destruction du bouclier anti-micrométéorites et de protection thermique, détruit pendant le lancement de Skylab, pour la maintenir à température suffisamment basse. Il a été installé sur le parasol, qui a été déployé à travers un sas hublot pendant la précédente expédition.

Au cours des 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> EVA, ils ont changé les films de l'ATM et procédé à quelques travaux extérieurs. Les observations photographiques ont permis de collecter 77.000 clichés du Soleil, dont des observations de quatre éruptions solaires, et des étoiles, ainsi que seize mille photographies de la Terre et 29 kilomètres d'enregistrements sur bandes magnétiques. Les expériences biologiques Skylab 3 ont étudié les effets de la microgravité sur six souris, deux araignées, des mouches des fruits, des œufs de vairons<sup>6</sup>, des cellules individuelles et en milieu de culture cellulaire. L'équipage a amerri dans l'océan Pacifique, à proximité du porte-avions USS New Orleans.

## Août

1/8 : Lancement d'une Voskhod (11A57) de Plessetsk (65,4°) avec un satellite-espion Zenith-2M (11F690). Devenu Cosmos-578, il effectue une mission de 12 jours.

5/8 : Lancement d'une UR-500K (8K82) de la plate-forme 81L de Baïkonour avec la sonde martienne Mars-6 (M-73P n°50). Elle arrive le 12 mars 1974, mais la liaison avec la capsule est coupée 5 sec avant l'atterrissage.

9/8 : Lancement d'une UR-500K (8K82) de la plate-forme 81P de Baïkonour avec la sonde martienne Mars-7 (M-73P n°51). Elle arrive le 9 mars 1974, mais la capsule passe au large de la planète sans pouvoir transmettre d'informations sur la planète.

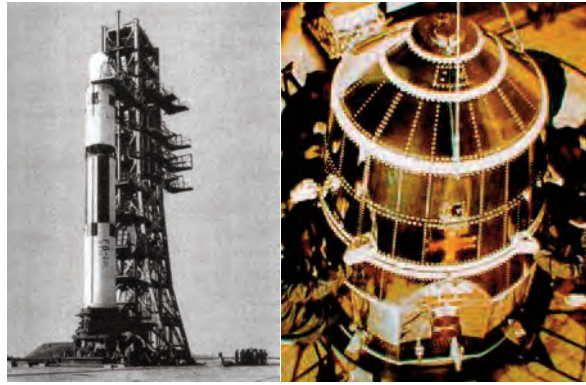
17/8 : Lancement du satellite météorologique militaire DMSP-5B-F4 (195 kg) par une Thor-Burner-2A n°21 de Vandenberg.

21/8 : Lancement d'une Voskhod (11A57) de Plessetsk (65,4°) avec un satellite-espion Zenith-4M (11F691) ; Devenu Cosmos-579, il effectue une mission de 13 jours.

21/8 : Lancement du satellite Elint/Sigint Jumpseat-3 (OPS-7724) de 680 kg par la Titan-3B/Agema n°3B38 de Vandenberg. C'est un bus HS-318 de Hughes doté de grandes antennes paraboliques déployables.

22/8 : Lancement d'une Cosmos-2 (11K63) de la plate-forme 133/1 de Plessetsk. Elle place le satellite de calibration DS-P1-You n°64 (Cosmos-580) en orbite. Il retombe le 1<sup>er</sup> avril 1974.

23/8 : Lancement du satcom Intelsat-4F7 (1,4 t), construit par Hughes (HS-312), par l'Atlas-Centaur n°AC-31 de Cape Canaveral. Placé sur orbite géostationnaire, il



Le lanceur FB-1 et le satellite JSSW/Shiyan



L'équipage Lazarev-Makarov du Soyouz-12

a une durée de vie de sept ans (12 répéteurs en bande C).

24/8 : Lancement d'une Voskhod (11A57) de Baïkonour (51,6°) avec un satellite-espion Zenith-4M (11F691). Devenu Cosmos-581, il effectue une mission de 13 jours.

28/8 : Lancement d'une Cosmos-3M (11K65M) de la plate-forme 132 de Plessetsk avec un satellite d'écoute électronique Tselina-OM (Cosmos-582).

29/8 : Lancement de l'Atlas-F n°78F avec l'ogive RVT0-3A-1 (Reentry Vehicles Technology and Observables) du programme BMRS (Ballistic Missile Reentry Systems) de Vandenberg.

30/8 : Lancement d'une Molnya-M (8K78M) de Plessetsk avec le satellite de télécommunications Molnya-1 (11F67 n°29). Il retombe le 5/12/1979.

30/8 : Lancement d'une Voskhod (11A57) de Baïkonour (65°) avec un satellite-espion Zenith-2M (11F690). Devenu Cosmos-583, il effectue une mission de 13 jours.

## Septembre

6/9 : Lancement d'une Voskhod (11A57) de Plessetsk (72,9°) avec un satellite-espion Zenith-4M (11F691). Devenu Cosmos-584, il effectue une mission de 14 jours.

8/9 : Lancement d'une Cosmos-3M (11K65M) de Plessetsk avec le satellite de géodésie Sphera (11F621 n°9) destiné à établir des cartes avec une précision de 3 m (Cosmos-585).

14/9 : Lancement d'une Cosmos-3M (11K65M) de la plate-forme 132 de Plessetsk avec un satellite de navigation du type Cyclone/Zaliv n°3 (Cosmos-586).

18/9 : Echec du lancement du premier lanceur FB-1 (Feng Bao) de



Jiuquan avec le satellite expérimental JSSW/Shiyan de 1100 kg.

21/9 : Lancement d'une Soyouz (11A511U) de Plessetsk (65,4°) avec un satellite-espion Zenith-4MK (11F692). Devenu Cosmos-587, il effectue une mission de 13 jours.

27/9 : Lancement d'une Soyouz (11A511) de Baïkonour avec le vaisseau Soyouz-12 (11F615A8 7K-T n°37) avec les cosmonautes Vassili Lazarev et Oleg Makarov. Ils testent

la nouvelle version avec deux passagers en scaphandre Sokol. La mission dure 1 j 23 h 15 min (atterrissage à 400 km au S-O de Karaganda).

27/9 : Lancement du satellite-espion KH-8 Gambit-3 n°4340 (OPS-6275) par la Titan-III-B-Agena-D n°42 de Vandenberg. La mission dure 31 jours.

30/9 : Lancement de l'Atlas-F n°108F avec l'ogive ACE-1 (Advanced Control Experiment), prototype du MaRV du programme ABRES (Advanced Ballistic Reentry Systems) de Vandenberg.

## Octobre

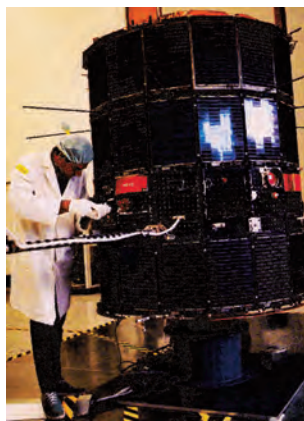
2/10 : Lancement d'une Cosmos-3M (11K65M) de la plate-forme 132 de Plessetsk avec une grappe de huit satellites Strela-1M (11F625) destinés aux liaisons du GRU (Cosmos-588 à 595).

3/10 : Lancement d'une Voskhod (11A57) de Plessetsk (65,4°) avec un satellite-espion Zenith-2M (11F690). Il emporte la première capsule SpK du Yantar (FEU-170-13 n°1L) qui est récupérée avec succès. Devenu Cosmos-596, il effectue une mission de 6 jours.

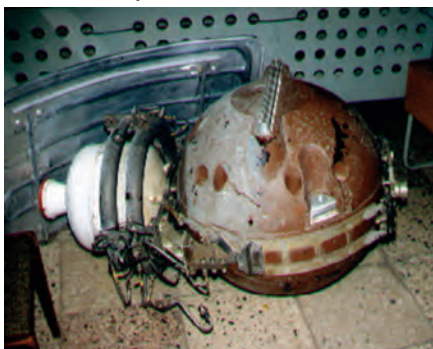
6/10 : Lancement d'une Voskhod (11A57) de Plessetsk (65,4°) avec un satellite-espion Zenith-4MK (11F692). Devenu Cosmos-597, il effectue une mission de 6 jours. C'est le début de la guerre du Kippour (6 au 24 octobre).

10/10 : Lancement d'une Voskhod (11A57) de Plessetsk (72,9°) avec un satellite-espion Zenith-4M (11F691). Devenu Cosmos-598, il effectue une mission de 6 jours.

15/10 : Lancement d'une Voskhod (11A57) de Baïkonour



Explorer-50/IMP-J



La capsule SpK du Yantar testée sur Cosmos-596

(65°) avec un satellite-espion Zenith-2M (11F690). Devenu Cosmos-599, il effectue une mission de 13 jours.

16/10 : Lancement d'une Voskhod (11A57) de Plessetsk (72,9°) avec un satellite-espion Zenith-4M (11F691). Devenu Cosmos-600, il effectue une mission de 7 jours.

16/10 : Lancement d'une Cosmos-2 (11K63) de la plate-forme 133/1 de Plessetsk. Elle place le satellite de calibration DS-P1-You n°65 (Cosmos-601) en orbite. Il retombe le 15 août 1974.

19/10 : Lancement d'une Molnya-M (8K78M) de Plessetsk avec le satellite de télécommunications Molnya-2 n°7.

20/10 : Lancement d'une Voskhod (11A57) de Plessetsk (72,9°) avec un satellite-espion Zenith-4MK (11F692). Devenu Cosmos-602, il effectue une

mission de 9 jours.

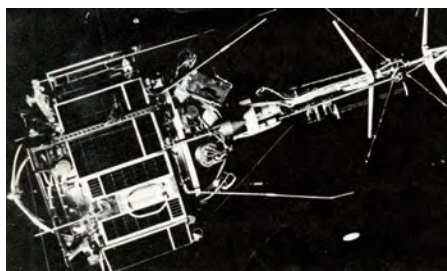
26/10 : Lancement de la Thor-Delta n°97 de Cape Canaveral avec le satellite scientifique Explorer-50, IMP-J (Interplanetary Monitoring Platform) de la Nasa. Cet engin de 371 kg est placé sur une orbite 141.185/288.857 km inclinée à 28,7° décrite en 12 jours. Il est doté de 11 instruments pour étudier la magnétosphère terrestre (particules, plasma, champs électriques et magnétiques). Il fonctionne pendant 34 ans jusqu'au 7 octobre 2006.

27/10 : Lancement d'une Voskhod (11A57) de Plessetsk (72,9°) avec un satellite-espion Zenith-4M (11A691). Devenu Cosmos-603, il effectue une mission de 13 jours.

29/10 : Lancement d'une Vostok-M (8A92M) avec le satellite d'écoute électronique Tselina-D n°5 (11F619) de Plessetsk. Devenu Cosmos-604, cet engin construit par NPO Youjnoe avec une charge utile du TsNII-108 est destiné à l'écoute ciblée (Detail).

29/10 : Lancement du satellite de navigation Transit-O n°NNS-30200 de l'US Navy (58 kg) par la Scout n°S-178C de Vandenberg.

30/10 : Lancement d'une Cosmos-3M (11K65M) de la plate-forme 132/2 avec le satellite scientifique Intercosmos-10



Intercosmos-10

(DS-U2-IK n°3) destiné à l'étude de la magnétosphère terrestre. Ce satellite emportait des expériences fournies par l'URSS, la RDA et la Tchécoslovaquie.

31/10 : Lancement d'une Soyouz (11A511U) de Plessetsk (62,8°) avec un satellite biologique Bion-1 (Cosmos-605). Il emporte 45 rats, 6 tortues, des mouches, des charançons, divers espèces de champignons et de bactéries. Il effectue une mission de 22 jours.

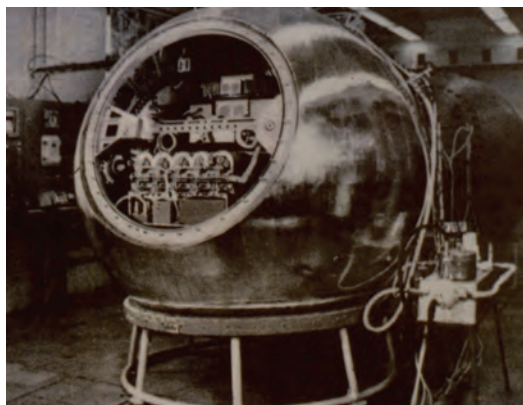
## Novembre

2/11 : Lancement d'une Molnya-M (8K78M) de Plessetsk (62,8°) avec le satellite d'alerte avancée US-K/OkO n°2 (5V95). Devenu Cosmos-606, il fonctionne pendant 8 mois.

3/11 : Lancement de l'Atlas-Centaur n°AC-34 de Cape Canaveral avec la sonde Mariner-10 de la Nasa (503 kg dont 79,4 kg d'expériences scientifiques). En janvier 1974, elle observe la comète Kohoutek. Le 5/2/74, elle survole Vénus à 5768 km, ce qui sert de tremplin gravitationnel pour se diriger vers Mercure. Cette dernière est survolée trois fois : le 29/3/74 à 703 km, le 21/9/74 à 48.609 km, le 16/3/75 à 327 km. Les caméras ont pris plus de 7000 images de Vénus et Mercure. Les expériences sont un radiomètre IR, des spectromètres UV, des détecteurs de plasma et de particules chargées, des magnétomètres et l'occultation du signal radio pour étudier les caractéristiques de la planète (rayon, masse, gravitation).

6/11 : Lancement du satellite météorologique NOAA-3/ITOS-F (Improved TIROS Operational Satellite) de 345 kg par la Thor-Delta n°98 de Vandenberg.

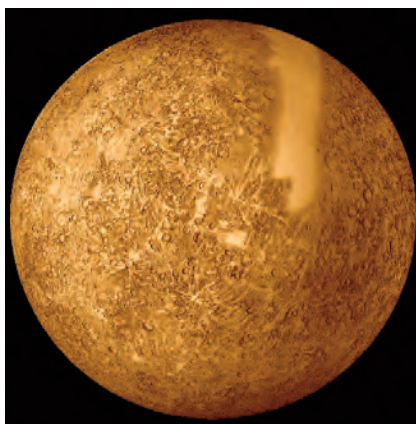
10/11 : Lancement d'un satellite-espion KH-9/Hexagon (OPS-6630) et de deux sub-satellites



Bion/Cosmos-605



Molnya-M



Mercure vue par Mariner-10



Equipe de Skylab-4.

d'écoute électronique P-11/Ferret "Ursula-II" n°4426 (OPS-7705) de 60 kg et P-801/Ferret-C n°5 (OPS-6630/2) de 60 kg par la Titan-IIID n°23D8 de Vandenberg. Le KH-9 fonctionne 123 jours.

10/11 : Lancement d'une Voskhod (11A57) de Plessetsk (72,9°) avec un satellite-espion Zenith-4MK (11F692).

Devenu Cosmos-607, il effectue une mission de 12 jours.

14/11 : Lancement d'une Molnya-M (8K78M) de Baïkonour avec le satellite de télécommunications Molnya-1 (11F67 n°30). Il retombe le 26/5/79.

16/11 : Lancement de la Saturn-1B n°SA-208 de Cape Canaveral avec le vaisseau Apollo n°CM-118 de la mission Skylab-4. L'équipage comprend Gerald Carr, Edward Gibson, William Pogue. Il rejoint la station Skylab et l'occupe jusqu'au 8 février 1974 (vol de 84 j 1 h 16 min). Ils ont effectué quatre sorties extravéhiculaires le 22/11/73 (6 h 33 min), le 25/12/73 (7 h 01), le 29/12/73 (3 h 29) et le 3/2/74 (5 h 19), soit un total de 22 h 13.

Lors de la 1<sup>e</sup> EVA, l'équipage a changé les films de l'ATM, récupéré des expériences et réparé une antenne. Lors de la 2<sup>e</sup> EVA, il a changé les films de l'ATM et observé la comète de Kohoutek. Lors de la 3<sup>e</sup> EVA, il récupéré le panneau de la Thermal Control Coatings Experiment et observé la comète de Kohoutek. Enfin, lors de la 4<sup>e</sup> EVA, il a récupéré les films

de l'ATM et observé la comète de Kohoutek. Par ailleurs, ils ont testé le fauteuil spatial MMU. Au total, ils ont pris environ 75.000 nouvelles images du Soleil. L'équipage a amerri dans l'océan Pacifique, à proximité du porte-avions USS New Orleans.

20/11 : Lancement d'une Cosmos-2 (11K63) de la

plate-forme 133/1 de Plessetsk. Elle place le satellite de calibration DS-P1-You n°66 (Cosmos-608) en orbite. Il retombe le 10 juillet 1974.

21/11 : Lancement d'une Voskhod (11A57) de Baïkonour (70°) avec un satellite-espion Zenith-4M (11F691). Devenu Cosmos-609, il effectue une mission de 13 jours.

27/11 : Lancement d'une Cosmos-3M (11K65M) de la plate-forme 132 de Plessetsk avec un satellite d'écoute électronique Tselina-OM (Cosmos-610).

28/11 : Lancement d'une Cosmos-2 (11K63) de la plate-forme 133/1 de Plessetsk. Elle place le satellite de calibration DS-P1-You n°67 (Cosmos-611) en orbite. Il retombe le 19 juin 1974.

28/11 : Lancement d'une Voskhod (11A57) de Plessetsk (72,9°) avec un satellite-espion Zenith-4MK (11F692). Devenu Cosmos-612, il effectue une mission de 12 jours.

30/11 : Lancement d'une Soyouz (11A511) de Baïkonour avec le vaisseau Soyouz 7K-T (11F615A8 n°34A) ; Devenu Cosmos-613, il effectue une mission de 60 jours.

30/11 : Lancement d'une Molnya-M (8K78M) de Plessetsk (62,7°) avec un satellite de télécommunications Molnya-1K (11F658 n°1). Il est doté d'un répéteur Beta pour le système de liaisons militaires Korund. Il retombe le 9/6/1985.

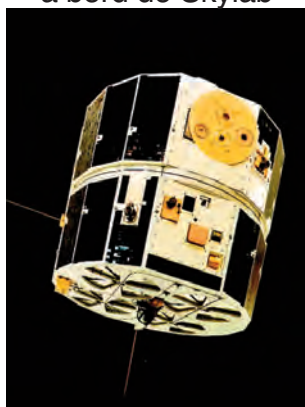
## Décembre

4/12 : Lancement d'une Cosmos-3M (11K65M) de la plate-forme 132 de Plessetsk avec un satellite de liaisons avec le GRU 11F626/Strela-2M n°8 (Cosmos-614).

13/12 : Lancement d'une Cosmos-2 (11K63) de la plate-forme 133 de Plessetsk avec le satellite 11F620/DS-P1-I n°14 (Cosmos-615). C'est un satellite de calibration radar pour les systèmes ABM et ASAT de la défense



Essai du MMU à bord de Skylab



Explorer-51/AE-C

anti-aérienne. Il retombe le 24 janvier 1975.

14/12 : Lancement de la Titan-III C n°26 avec une paire de satellites de télécommunications DSCS-2 F3 et F4 (520 kg) de Cape Canaveral. Construit par TRW, ils sont dotés de deux répéteurs en bande X. Ils sont placés sur orbite géostationnaire.

16/12 : Lancement de la Thor-Delta n°99 de Cape Canaveral avec le satellite scientifique Explorer-51, Atmospheric Explorer-C de la Nasa. Cet engin de 658 kg est placé sur une orbite 149/4294 km inclinée à 68,10° décrite en 132 min. Il est doté de 16 instruments pour étudier la thermosphère terrestre (mesure le rayonnement solaire ultraviolet, la température, la composition et la densité des ions positifs, des particules neutres et des électrons, les émissions lumineuses atmosphériques, les spectres d'énergie des photoélectrons et les flux de protons et d'électrons avec des énergies jusqu'à 25 keV). Il retombe le 12/12/78.

17/12 : Lancement d'une Soyouz-M (11A511M)

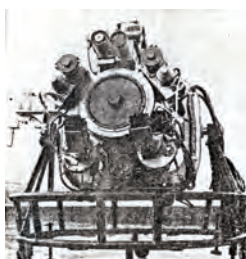
de Plessetsk avec le satellite-espion Zenith-4MT/Orion (11F629) de Plessetsk (72,9°). Devenu Cosmos-616, il effectue une mission de 11 jours.

18/12 : Lancement d'une Soyouz (11A511) de Baïkonour avec le vaisseau Soyouz-13 (11F615A8 7K-T n°33) avec les cosmonautes Piotr Klimouk et Valentin Lebedev. Ils réalisent une mission astronomique avec le télescope Orion-2. La mission dure 7 j 20 h 55 min (atterrissage à 200 km au S-O de Karaganda).

19/12 : Lancement d'une Cosmos-3M (11K65M) de la plate-forme 132 de Plessetsk avec une grappe de huit satellites Strela-1M (11F625) destinés



Soyouz-13 : en haut, Commission d'Etat, en bas, Klimouk-Lebedev en vol.



Le télescope UV Orion-2 de l'Observatoire de Biurakan (Arménie)

aux liaisons du GRU (Cosmos-617 à 624).

21/12 : Lancement d'une Voskhod (11A57) de Plessetsk (72,9°) avec un satellite-espion Zenith-4MK (11F692). Devenu Cosmos-625, il effectue une mission de 13 jours.

25/12 : Lancement d'une Molnya-M (8K78M) de Plessetsk avec le satellite de télécommunications Molnya-2 (11F628 n°8).

26/12 : Lancement d'une Cosmos-3M (11K65M) de la plate-forme 132 de Plessetsk avec le satellite scientifique Oreol-



Le satellite Oreol

2 (DS-U2-GKA n°2).

27/12 : Lancement d'une Cyclone-2 (11K69) de la plate-forme 90 de Baïkonour. Elle lance un satellite de surveillance océanique US-A n°10 (17F16) de l'OKB-52 de Tchelomeï et de l'usine Arsenal de Leningrad équipé d'un réacteur nucléaire BES-5/Buk. Devenu Cosmos-626, il fonctionne 45 jours.

29/12 : Lancement d'une Cosmos-3M (11K65M) de la plate-forme 132 de Plessetsk avec un satellite de navigation du type Cyclone/Zaliv n°4 (Cosmos-627).

## Cinquantenaire de la dernière mission Apollo 17

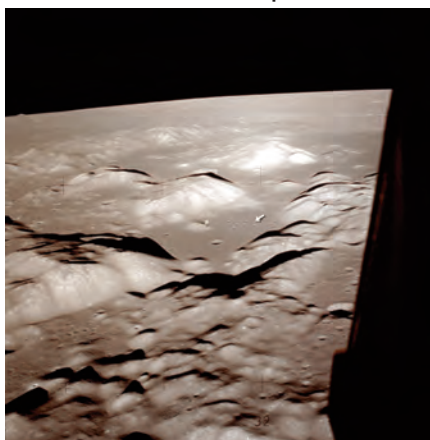
par Patrice Lille membre de l'I.F.H.E

En décembre 2022, la NASA célébrera le 50<sup>e</sup> anniversaire de la dernière mission Apollo 17. Il aura fallu 50 ans, avant que la NASA retrouve le chemin de l'exploration lunaire habitée, avec Artémis et la capsule Orion, après la dernière mission Apollo.

En 1972, la mission Apollo 17, avait été accueillie, avec un relatif désintérêt de la part du grand public, qui semblait davantage préoccupé, par la guerre du Vietnam, que par la dernière mission d'exploration lunaire habitée. Celle-ci s'organisait dans un contexte de licenciement massif de 13.000 personnes à Cap Kennedy et du départ de Werner Von Braun, dégoûté de la suite, qu'on réservait au programme spatial post-Apollo. La NASA était déjà passée à autre chose et les trois derniers vols Apollo avaient été annulés. Le président Nixon avait approuvé le programme de navette spatiale et le projet Skylab concentrait les efforts de la NASA. Toutefois, Eugene Cernan, commandant de bord d'Apollo 17, avait dû faire le tour des personnels concernés par la mission pour continuer à les motiver. Les objectifs de la mission étaient les suivants: effectuer une inspection scientifique de la lune, avec étude et échantillonnage des matériaux et des



Lancement d'Apollo-17



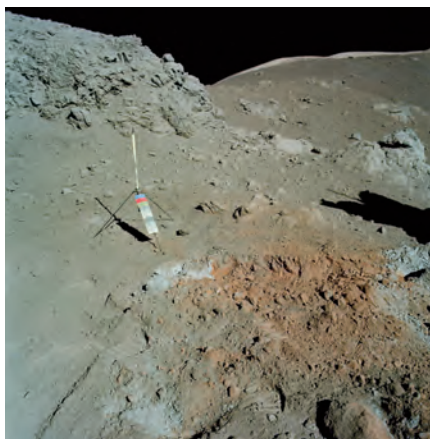
Vue de Challenger en orbite et de la plaine Taurus Littrow. La flèche montre le vaisseau America.

caractéristiques de surface dans une zone présélectionnée de la région de Taurus-Littrow. Placer et activer des expériences de surface, et mener des expériences en vol et des tâches photographiques. Cette mission fut la plus longue, la plus productive sur le plan scientifique, menée

sans incidents, et fut l'aboutissement de progrès continus au niveau du matériel, des procédures, de la formation, et de la planification du programme Apollo. Les expériences scientifiques menées sur le site lunaire de Taurus Littrow, ont livré des secrets importants sur l'histoire de la lune. Le bilan des trois sorties extravéhiculaires du commandant de bord, Eugene Cernan et du premier astronaute

scientifique géologue, Jack Harrison Schmitt, était impressionnant avec 22 heures passées à la surface de la lune, 35 km parcourus avec le Lunar rover et 108 kg de roches lunaires récupérées. Le géologue Harrison Schmitt avait été sélectionné, sous la forte pression de l'académie nationale des sciences, qui s'inquiétait de ne voir que des pilotes d'essai, fouler jusqu'à présent, le sol lunaire. Il fut donc choisi à la place de Joe Engle, remplaçant d'Apollo 14, à qui c'était le tour de voler. Le commandant de bord, Eugène Cer-

nan, ancien pilote de la marine, avait été sélectionné en 1963, en tant qu'astronaute et effectuait son troisième vol spatial. Il avait été pilote de Gemini 9A et du module lunaire d'Apollo 10, avec lequel il effectua une répétition générale d'un atterrissage sur la lune, sans bien sûr, alunir. Il avait été l'objet de nombreuses mésaventures dans l'espace et dans sa vie, il prenait des risques souvent non calculés. Il naquit à Chicago le 14 mars 1934, et avait 38 ans au moment d'Apollo 17. Ronald Evans, le pilote du module de commande n'avait jamais volé auparavant dans l'espace, comme du reste, le scientifique Harrison Schmitt et avait 39 ans au moment d'Apollo 17. Harrison Schmitt naquit le 3 juillet 1935 à Santa Rita, au Nouveau-Mexique, et avait 37 ans au moment de la mission. Le 7 décembre 1972, la fusée Saturn V décolla depuis le Pad 39A du Centre Spatial Kennedy, à 0 h 33 min, heure locale. Pour la première fois, la fusée Saturn V décolla en pleine nuit, avec 2 h 40 min de retard sur l'heure prévue, en raison d'un arrêt du compte à rebours, pour un défaut de pressurisation du réservoir d'oxygène liquide du S-IVB, puis reprise du compte à rebours, sans incidents, jusqu'au lancement. Le module de commande amarré au LM se satellisent autour de la lune le 10 décembre à 19 h 47 TU. Un jour plus tard, alors que le module de commande «America», reste en orbite autour de la lune, le LM «Challenger» se pose en douceur dans la vallée de Taurus Littrow. Il s'agit d'une plaine de 35 km de long sur 17 de large, bordée de grands massifs montagneux. Les deux astronautes vont visiter les massifs nord et sud et les Sculptured Hills, dont on veut connaître la composition. Après avoir ins-



Terre Orange près du cratère Shorty.



Harrison Schmitt devant le LEM.



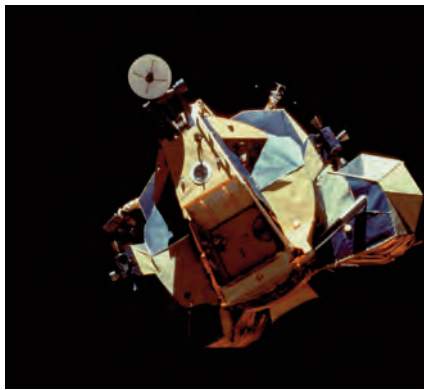
Harrison Schmitt près du Tracy's rock.



Ronald Evans et Harrison Schmitt.

tallé la station ALSEP, et avoir emmené avec eux sur le rover, un gravimètre pour mesurer la gravité relative de la surface lunaire, donnant une idée de la structure interne de la lune, la première sortie extravéhiculaire du 12 décembre en Lunar Rover se portera vers le cratère Steno. Ce cratère avait en effet excavé des basaltes de la plaine. Harrison Schmitt a pu se faire une première idée du «manteau sombre» qui correspondait en fait à des dépôts sombres de matériau plus ancien que prévu, d'origine volcanique pyroclastique explosif qui semblait faire partie du régolithe avec un âge plus proche de celui des basaltes (3,6 milliards d'années). Au bout de 30 minutes, ils seront de retour vers le LM, mais lors du retour en Rover, Cernan cassa par mégarde, le garde boue arrière droit du rover avec le marteau situé dans une poche de sa combinaison. Cela avait pour conséquence d'asperger les astronautes de poussière abrasive en roulant. Il fera une réparation de fortune de ce garde boue à l'aide de cartes et de pinces. La 1<sup>e</sup> sortie prend fin après 6 h 51 min de marche. Le 13 décembre, les deux astronautes se mettent en route pour Nansen au pied du massif sud, ils rouleront en rover pendant 1 h 22 min pour faire 9,1 km et après avoir grimpé une colline facilement avec le rover, ils descendront vers une dépression au fond de laquelle, ils aperçoivent le fossé Nansen avec trois gros blocs rocheux. Ils prélèvent un échantillon sur le 3<sup>ème</sup> bloc, puis visitent le cratère Lara. Retour vers le LM en faisant, un arrêt au cratère Shorty, où ils découvrent un sol de couleur orange. L'analyse des échantillons montrera qu'il s'agissait de petites billes de verre volcanique avec une teneur en ti-

tane et en fer. Après un arrêt au cratère Camelot, ils rejoignent le LM après une sortie de 7 h 05 et un parcours de 20,4 km. Pour leur troisième sortie, ils seront au contact d'un énorme bloc, le bloc n° 6 au pied du massif nord, le plus grand bloc visité par des astronautes, qui avait été repéré sur les photographies prises par l'équipage d'Apollo 15. A ce niveau, les paysages sont très spectaculaires. Grace aux blocs n°6 et bloc n°7, on a pu connaître le type de roche composant le massif nord. Ce massif correspondait à l'empilement de deux couches d'éjectas, produits lors de la formation des grands bassins de Crisium et serenitatis. Avec l'arrêt à la station 8, on a compris de quoi étaient formés les Sculptured Hills. Il s'agissait d'une troisième couche d'éjectas du bassin d'Imbrium. Décollage du LM challenger le 14 décembre à 22 h 54 après un séjour de trois jours et trois heures, puis récupération par Ronald Evans, le 17 décembre, grâce à une sortie



Rendez-vous en orbite lunaire.



Arrivée sur USS Ticonderoga.

extra véhiculaire de 1 h 6 min, de cassettes du sondeur lunaire et des caméras panoramique et de cartographie montées à l'extérieur du module de commande. Le voyage s'achève le 19 décembre à 19 h 24 TU dans le pacifique, près du porte-avions USS Ticonderoga. Le module de commande «America» est maintenant exposé au Centre spatial de Houston à côté du Centre Spatial Johnson de la NASA, tandis que l'étage supérieur du module lunaire Challenger s'est bien écrasé sur la lune comme cela était prévu.

**Sources :**

- NASA.gov : [https://history.nasa.gov/SP-4029/Apollo\\_17a\\_Summary.htm](https://history.nasa.gov/SP-4029/Apollo_17a_Summary.htm)
- Apollo 17/Elisabeth Howell. Apollo 17 Grande histoire des sciences et des techniques N°16 juillet aout 2022
- Apollo 17 / Serge Chevrel. 50 ème anniversaire du premier homme sur la lune éditions empreinte 2018 p.267
- Apollo : Lukas Viglietti confidentiel. mars 2019

## La récupération des V-1 et V-2 par l'URSS Partie n°3

par Christian Lardier, administrateur de l'IFHE

Le 13 mai 1946, le décret n°1017-419ss officialise les responsabilités :

- ministère de l'Armement (MV) : fusées à ergols liquides.
- ministère des machines agricoles (MKhSM) : fusées à ergols solides, poudre, détonateurs.
- ministère de l'industrie aéronautique (MAP) : fusées ailées, moteurs à liquides, études aérodynamiques, essai de fusées.
- ministère de l'industrie électrotechnique (MEP) : radars et système de guidage sol et bord.
- ministère de l'industrie navale (MSP) : gyroscopes, calculateurs, radars navals, autodirecteurs pour tirs sur des cibles sous-marines, etc.
- ministère de l'industrie chimique (MKhP) : er-



Korolev & Tioulina en 1945

gols liquides, catalyseurs, etc.

- ministère des machines et instrumentation (MMiP) : installations de lancement, compresseurs, pompes, etc ;

Les ministères confient les fusées à des directions principales (glavka) : la glavka n°7 du MV dirigée par S. I. Vetochnikine **1**, la glavka n°6 (58 personnes) du MKhSM dirigée par A. V. Sakhanitsky **2**, la glavka n°14 du MAP dirigée par A. I. Eremeiev **3**, la glavka n°10 (71 personnes) du MEP dirigée par A. A. Zakharov (1912-2000), la glavka n°1 (59 personnes) du MSP dirigée par V. N. Tretiakov **4**, la direction spéciale n°2 (25 personnes) du MKhP dirigée par V. V. Ofitserov, la direction Spetzmach (21 per-

sonnes) du MMiP dirigée par K. K. Gloukharev (1896-1970). Par ailleurs, un secteur des fusées, dirigé par G. N. Pachkov **5**, est créé dans la direction de l'industrie de Défense du Gosplan (27 personnes).

Le 24 mai 1946, l'ordre n°007 du ministère de la Défense crée une direction des fusées dans l'artillerie (4<sup>e</sup> direction GAU) et dans la Marine (4<sup>e</sup> direction VMF), crée l'Institut de la réaction n°4 de la GAU à Jubilenyi (Kaliningrad près de Moscou) dirigé par le général-lieutenant A. I. Nesterenko et crée une commission pour choisir le site du futur polygone d'essai des fusées, dirigée par le général-lieutenant V. I. Vozniouk. La 4<sup>e</sup> direction de la GAU est confiée au général A. I. Sokolov (1910-1976) en 1946/53, tandis que la 4<sup>e</sup> direction de la Marine est dirigée par le contre-amiral A. M. Brejinsky (1908-1981) en 1948/49.

Le 10 juillet 1946, le décret n°1538-685 crée l'Académie des sciences d'Artillerie (AAN) dirigé par le général-lieutenant A. A. Blagonravov (1894-1975) en 1946/50. L'Académie crée cinq instituts :

-NII-1 de l'artillerie de l'armée de Terre dirigé par le général-major S. N. Kapustine (1898-1974) en 1947/54, transformé en NIAI-1 en 1953/60, puis supprimé.

-NII-2 de l'artillerie de la défense anti-aérienne dirigé par le général-major O. S. Ovanoglian (1901-1958) en 1948/56, transformé en NII d'artillerie zénithale des PVO en 1955, puis en NII-2 à Kalinine/Tver en 1957, en charge des affaires spatiales en 1960 (PRO, PKO, SPRN, SKKP), devenu le NITs PVO du TsNII VKO en 2014.

-NII-3 ou Institut de balistique et d'armement d'artillerie dirigé par le général-lieutenant V. I. Chebaline (1903-1955) de septembre 1947 à septembre 1953, devenu le TsNII-3 de la GRAU (glavka de fuséo-artillerie).

-NII-4 (unité n°25840) ou Institut de la réaction dirigé par le général-lieutenant

### **Le ministère de l'industrie aéronautique (MAP)**

Le 11 novembre 1944, l'ordre n°656cc "Sur l'organisation de la 18<sup>e</sup> glavka du MAP" créé la direction pour l'aviation à réaction dirigée par le 1<sup>er</sup> adjoint du ministre P. V. Dementiev. Elle inclut le NII-1 qui avait été créé le 18/2/44, l'OKB-SD de Glouchko à Kazan (libéré le 27/7/1944), l'usine n°51 de Tchelomeï qui a récupéré le V-1 en septembre 1944, l'usine n°289 de Soukhoï à Touchino qui était prévu pour devenir le NII-2 en charge de fusées-ailées (moteurs de Stetchkine), l'usine n°458 de Tchetchverikov et l'OKB de Gorbounov à Kimry qui devait produire la catapulte de la V-1. Cette activité est transférée dans la 8<sup>e</sup> glavka (moteurs expérimentaux) de V. I. Polikovskiy (directeur du TsIAM) en 1946/48. Puis elle est à nouveau transférée dans la glavka n°14, dite "spéciale", dirigée par A. I. Eremieiev en 1948/50. Puis elle est transférée dans la glavka n°6, dite "spéciale", en 1951 (dirigée par S.M.Lechenko en 1954, ministre adjoint pour les fusées en 1955/57, 1<sup>er</sup> adjoint du ministère en 1957/63). En août 1957, les fusées passent dans la 2<sup>e</sup> glavka (armements). Enfin, en mars 1965, elles passent dans le ministère des machines générales (MOM).

### **Le ministère de l'industrie électrotechnique (MEP)**

Le ministre est I.G.Kabanov (1898-1972) en 1941/51. Du 13 mai au 28 juin 1946, le chef de la Glavka n°10 est A.A.Zakharov (1912-2000) qui est directeur du NII-160/Istok à Fiazino en 1945/47. Le 28 juin 1946, le MEP est divisé en deux ministères : électrotechnique (MEP) et industrie des moyens de liaisons (MPSS). Ce dernier est dirigé par I.G.Zoubovitch (1901-1956) de juin 1946 à mai 1947, puis par G.V.Alexenko (1906-1981) en 1947/53. La glavka n°10 passe alors dans la glavka n°6 MPSS dirigée par G.P.Kazansky (1913-1991) de juin 1946 à mai 1947, S.M.Vladimirsky (1919-1989) en 1947/49, M.P.Peteline (1906-1990) en 1949/50, V.P.Pevtsov, etc. Au MEP, la glavka n°10 est alors remplacée par la direction "spéciale" n°2 (24 personnes). De mars à décembre 1953, les MEP, MPSS ministère des centrales électriques fusionnent en ministère de l'industrie électrotechnique et des centrales électriques dirigé par M.G.Pervoukhine. A la création du ministère de l'industrie radio (MRP) le 21/1/1954, dirigé par V.D.Kalmykov (1908-1974), il y a trois adjoints : G.P.Kazansky, S.M.Vladimirsky et A.I.Chokine. En 1955, Vladimirsky devient 1<sup>er</sup> adjoint pour les fusées. En 1957, le MRP devient le Comité d'état pour radioélectronique (GKRE). En 1961, G.P.Glazkov (1911-1993) devient 1<sup>er</sup> adjoint pour les fusées et A.I.Chokine (1909-1988) devient le président du Comité d'état pour l'industrie électronique (GKET). En mars 1965, GKRE et GKET redeviennent des ministères.

### **Les débuts de l'aviation à réaction**

Les décrets n°472-191, n°472-192 et n°472-193 du 26 février 1946 élaborent le plan des constructions expérimentales en 1946/47. Les avioneurs Tupolev, Iliouchine, Mikoyan, Sukhoï, Yakovlev, Lavotchkine, etc construisent leurs premiers avions à réaction avec des turboréacteurs allemands (Jumo-004/RD-10 et BMW-003/RD-20, Nene/RD-45/VK-1 et Derbent-V/RD-500). Les motoristes Mikouline et Lioulka engagent le développement des premiers turboréacteurs nationaux AMTKRD-1 et TR-1. L'ordre n°182ss du 30/3/46 crée l'OKB-165 de Lioulka à partir du secteur n°21 du NII-1. Le NII-2 d'armement aéronautique est créé à partir du laboratoire n°4 de l'Institut des essais en vol (LII). Il est dirigé par P.Ya.Zalesky (1902-1970) en 1946/51. Cet Institut est devenu le GosNIIAS. Un décret décide du développement de deux avions-fusées : le I-270 de Mikoyan et le La-162 de Lavotchkine, tous deux équipés du moteurs-fusées RD-2MZV de Douchkine. Enfin, peu après, il est décidé de fermer plusieurs bureaux d'étude (OKB) : Bolkhovitinov (OKB-293), Miassichtchev (OKB-482), etc. L'OKB-293 est repris par M.R.Bisnovat pour faire des avions-fusées expérimentaux. En février-mars 1946, le ministère et l'Armée de l'air font l'objet d'une forte critique et il s'en suit une répression : en avril, le ministre A. I. Chakhourine, le maréchal A. A. Novikov, les généraux-colonel A.K.Repine et N.S.Chimanov, le général-lieutenant N.P.Seleznev sont arrêtés. Chakhourine est condamné à 7 ans de prison et ne sera libéré qu'en mai 1953.

A. I. Nesterenko (1908-1995) en 1946/50, puis le général-colonel-ingénieur P. P. Tchetchouline (1896-1971) en 1950/55, devenu le TsNII-4 des RVSN (Armée des fusées stratégiques).

-NII-5 des radars et de l'instrumentation dirigé par le colonel F. G. Metline en 1947/1951, puis le colonel L. K. Mouraviev (1905-1972) en 1951/55, devenu le MNII d'automatique des appareils (MNIIPA) du ministère de l'industrie radio en 1966.

Le 25 mai 1946, la direction du NII-88 fait le bilan des six premiers mois d'activité du SKB-88 (30/11/45 à 25/5/46) : 58 wagons de matériels V-2 ont été transférés de l'usine n°70 à l'usine n°88, 150 personnes ont été embauchées au SKB-88 et des travaux ont été réalisés sur l'ARS, le Taïfun (solide et liquide), le Wasserfall, le guidage des V-2 et Wasserfall pour le transfert au TsKB-20, l'étude de modèles de V2 et Wasserfall. Des groupes ont été formés : obus-fusée et dispositif de lancement de A. I. Lapchine **6** (42 personnes), détonateurs de P. I. Melechine **7** (26 personnes), guidage et radio de V. I. Dioukov **8** (27 personnes), etc.

Du 15 à 31 mai, une délégation comprenant D. F. Oustinov (MV), V. M. Riabikov (MV), N. E. Nossovsky (MV), N. D.

Yakovlev (GAU), I. G. Kabanov (MEP), P. N. Goremekine (MB), A. G. Kassatkine (industrie chimique), V. P. Terentiev (industrie navale) visite l'industrie des fusées en Allemagne. Après quoi, le 31 mai, Oustinov approuve un plan pour la reconstruction de la V-2 à Nordhausen : S. P. Korolev est désigné exécuteur des dessins avec K. I. Trounov **9**, L. A. Voskressensky doit construire le train-laboratoire SP-1 pour la conduite de tirs en Allemagne avec N. A. Piliougine, S. G. Goriounov **10** et B. E. Tchertok, V. K. Chitov (1909-1992)

## La récupération du V-1

Le 16 mars 1946, le décret n°606-249ss "Sur l'emploi des spécialistes aéronautiques allemands" forme une commission dirigée par A. S. Yakovlev, chef de la 7<sup>e</sup> glavka et ministre adjoint du MAP. Elle comprend I.A.Serov (adjoint du KGB), V.I.Staline (fils de I.V.Staline, général-major d'aviation), six savants, quatre constructeurs (Mikoyan, Tchelomei, Mikouline, Lioulka) et un pilote d'essai. Au printemps, ils ont récupéré 129 V-1 complètes et trois exemplaires en variante pilotée à Pulvehkhof, ainsi que des autopilotes (16.000 ex), des gouvernes (32.000 ex), etc à Nordhausen. Le décret n°874-366ss du 17 avril 1946 crée quatre OTB en Allemagne : l'OTB-1 Junkers à Dessau (chef N.M.Olekhovitch, avions de Brunolf Baade, moteurs d'Alfred Scheibe), l'OTB-2 BMW à Stassfurt (chef A.Isaiev, moteurs de Karl Prestel), l'OTB-3 de Friedrich Siebel à Halle (chef N.Vlassov, avions de Heinz Rössing) et l'OTB-4 Askania de Berlin (chef N.N.Leontiev, autopilotes du docteur Peter Lertes). En octobre 1946, ils sont transférés en URSS.



V.P.Glouchko en 1946

doit conduire les tirs avec le régiment BON, le programme et les procédures de tir doivent être réalisées par You. A. Pobedonostsev, M. S. Riazansky, V. P. Glouchko, A. G. Mrykine, Ya. B. Chor (1909-1974), l'organisation et l'équipement d'une base pour l'assemblage et la construction de la V-2 en Allemagne doit être réalisé par P. S. Alexandrov.

La « Brigade à but spécial de la Réserve du haut commandement» (BON RVGK), ex 92<sup>e</sup> régiment de



Permis de conduire de V.P.Glouchko en 1945

Katiouchas, est formé le 1<sup>er</sup> juin dans le village de Berk, à 6 km de Zondershausen. Il est dirigé par le général-major A. F. Tveretsky **11**. Le 15 juillet 1946, la formation est terminée. Mais cette brigade ne pourra malheureusement pas lancer de V-2 depuis le territoire allemand. Elle sera transférée à Ka-

pustin Yar en août 1947 d'où seront effectués les premiers lancements de V-2 en octobre 1947.

Le 21 juin, le projet de décret «Sur l'organisation des travaux sur la reconstruction de la V-2» est adressé à Malenkov : Korolev est proposé en qualité d'ingénieur principal adjoint de Pobedonostsev à Nordhausen, mais il n'y a pas de nom pour le constructeur principal de la V-2. Par contre, les autres constructeurs principaux sont : Glouchko pour le moteur, Riazansky pour le système de guidage (adjoint : V. B. Ouchakov), D. K.



Radkevitch pour les gyroscopes (adjoint : S. E. Frolov et Z. M. Tsetsiour), V. P. Barmine pour les installations de lancement (adjoint : You. E. Endeka), M. A. Alifanov pour les détonateurs (adjoint M. I. Likhnitsky et Rozenberg), P. L. Prokofiev pour les ergols (adjoint Melnikov et Artamonov), K. S. Boudkevitch pour l'oxygène liquide (adjoint V. G. Nikitine). Glouchko est chef de l'OKB-16-2, secteur n°11 du NII-1 de l'industrie aéronautique (MAP), Riazansky est chef de secteur du NII-20 de l'industrie électrotechnique (MEP), Radkevitch est chef de secteur au MNII-1 de l'industrie navale (MSP), Barmine est chef du SKB de l'usine Kompessor de l'industrie des machines et



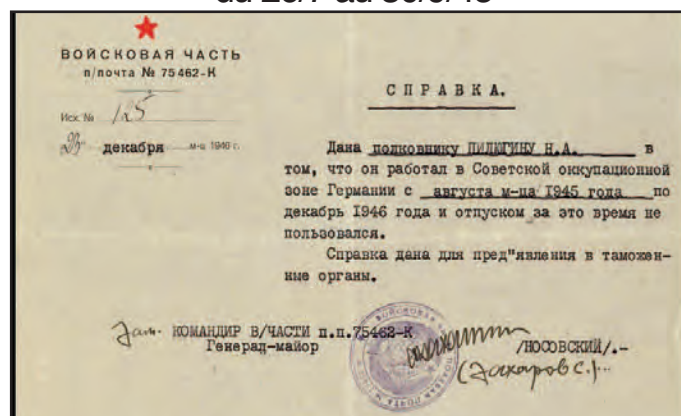
Riazansky, Bogouslavsky & Piliougine en 1945

de l'instrumentation (MMiP), Alifanov est constructeur principal du NII-22 de l'industrie des munitions (MB), Prokofiev est directeur de l'institut de chimie appliquée de l'industrie chimique (MKhP) et Boudkevitch est chef du KB du NIIMach de la Glavka de l'oxygène **12**. Le 27 juin, la deuxième variante est identique. Mais le 29 juin, la troisième variante comporte des changements. Korolev est désormais proposé comme constructeur principal de la V-2 avec deux adjoints : V. P. Michine (NII-1) et P. V. Mossolov (usine n°70) **13**. Deux adjoints sont désignés pour Glouchko : D. D. Sevrouk et V. A. Vitka. Pour les gyroscopes, le constructeur principal est V. I. Kouznetsov à la place de Radkevitch.

Le 29 juin, le projet de décret indique que l'Institut Nordhausen doit reconstruire 25 ex de la V-2 dont 8 ex d'ici le 1<sup>er</sup> juillet 1946, 6 ex d'ici le 1<sup>er</sup> août, 6 ex d'ici le 1<sup>er</sup> septembre et 5 ex d'ici le 1<sup>er</sup> octobre. De plus, 10 ex doivent être reconstruites en Union soviétique dont 3 ex d'ici le 1<sup>er</sup> trimestre 1947 et 7 ex d'ici le 2<sup>ème</sup> trimestre 1947. Le projet définit l'organisation industrielle : le ministère électrotechnique (MEP) fait le système de guidage, les appareils sol et bord de contrôle de la fusée en vol, le ministère de l'industrie navale (MSP) fait les gyroscopes, le convertisseur-amplificateur Mischgerat, le ministère de l'industrie



Carte de séjour de Riazansky du 26/7 au 30/9/45



Carte de séjour de Piliougine d'août 1945 à décembre 1946  
aéronautique (MAP) fait les moteurs, les réservoirs d'ergols, le ministère de l'industrie chimique

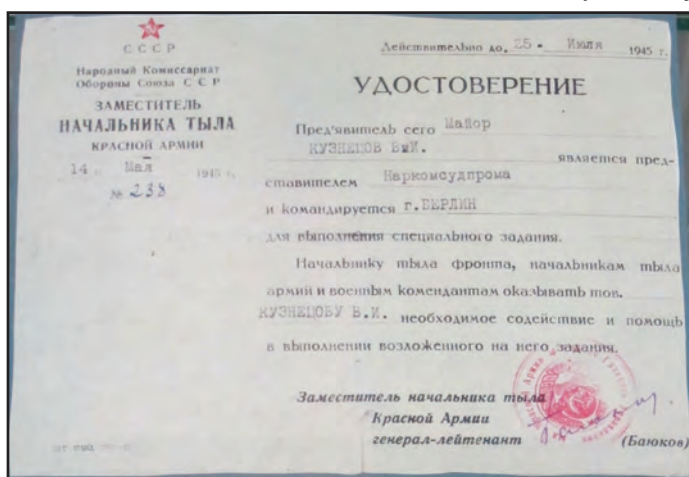
(MKhP) fourni les ergols, les catalyseurs, le peroxyde d'hydrogène, les revêtements et autres produits chimiques, le ministère des machines agricoles (MSKhM), ex ministère des munitions, fourni les détonateurs et les cartouches de poudre, le ministère des machines et instrumentation (MMiP) fourni les installations de lancement, les compresseurs, les pompes, etc, et enfin le ministère de machines de transport fourni les wagons spéciaux pour le transport des fusées et des laboratoires, ainsi que les citernes pour les ergols.

En effet, pour effectuer les tirs de V-2, deux trains spéciaux, SP-1 et SP-2, sont en cours d'assemblage à l'usine de réparation de wagons de Gota près de Nordhausen. Le SP-1 doit être prêt pour le 15 juillet 1946 et le SP-2 pour le 1<sup>er</sup> novembre

1946. Le lancement d'une première V-2 en Allemagne est fixé en août 1946. Pour la version nationale, il est demandé de lancer la production des matériaux **14** dans les usines nationales pour la fabrication de 30 fusées et de deux installations de lancements avec livraison des cinq premières d'ici le 1<sup>er</sup> avril 1948. Le projet de décret demande d'étendre les dispositions du décret n°806-328ss du 9 avril 1946 aux travaux de création de la fusée à longue portée A-4. Ce dernier portait sur la priorité nationale donnée aux «travaux spéciaux» qui étaient, initialement, ceux portant sur la bombe atomique de la 1<sup>ère</sup> direction principale (PGU). Un certain nombre de constructions de nouvelles installations sont demandées dont cinq bancs d'essais pour les moteurs (deux d'ici le 1<sup>er</sup> février 1947 et trois d'ici le 1<sup>er</sup> septembre



V. I. Kouznetsov en 1945



Ordre de mission de Kouznetsov du 14/5 au 25/7/45

1947), des bâtiments pour le nouveau NII de stabilisation gyroscopique créé à partir du SKB du MNII-1, la construction d'une nouvelle usine chimique à Berezniki près de Perm pour la production de 10.000 tonnes de peroxyde d'hydrogène, 1000 tonnes de permanganate de sodium et 400 tonnes d'éthylanthraquinone **15** d'ici 1948. Il est demandé le transfert de 10 spécialistes de l'institut GSPI-4, dirigés par S. S. Smirnov qui a séjourné longtemps en Alle-

magne pour restaurer la documentation technique sur les usines Mittlewerk et Peenemünde, dans le ministère de l'armement (MV). De même, le MSKhM et le MAP doivent transférer leurs spécialistes des fusées à liquides qui travaillaient dans la filiale n°2 du NII-1 dans le ministère de l'armement

(MV). Le projet de décret demande le transfert de 10 ensembles de pièces de V-2 et de 5 fusées assemblées de Nordhausen à l'usine n°88 d'ici le 1<sup>er</sup> septembre 1946, ainsi que le transport par avion de 10 ensembles d'appareils et instruments pour la V-2. Enfin, il demande l'envoi de 1500 spécialistes russes en Allemagne et la création d'un groupe de représentants militaires de la GAU (Voenpred). Déjà, le 9/2/1946, un groupe de 26

personnes avaient été envoyés en Allemagne dont 10 du SKB-88 de Kostine pour étudier les fusées solaires, notamment le Wasserfall (I. N. Sadovsky, V. F. Teremoukhine, L. B. Vilnitsky, V. M. Oudodenko, B. P. Plotnikov, M. A. Alexandrov, etc). En juin, un autre groupe de 12 personnes, dont I. V. Kostrioukov **16**, D. I. Kozlov, A. S. Kacho, est envoyé à Berlin.

Le 3 juillet, Glouchko est



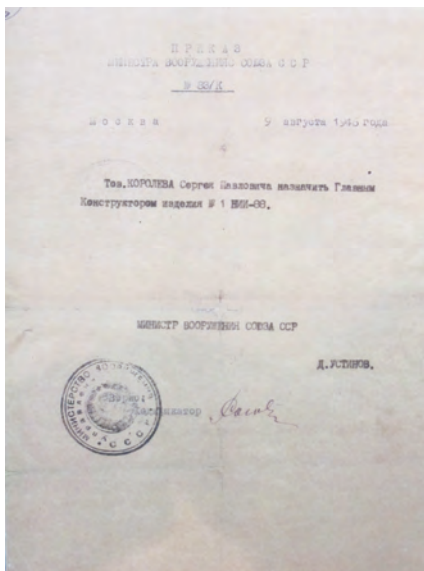
V. P. Barnine à Berlin en 1945

nommé constructeur principal de l'OKB-456 à Khimki (l'usine n°456 a été créée sur le territoire de l'usine n°84 en 1942).

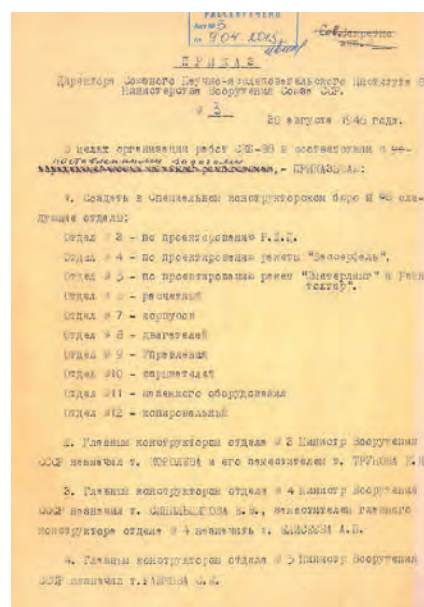
Le 9 août, un ordre nommé officiellement Korolev comme constructeur principal de la V-2 au NII-88. Le 15 août, L. R. Gonor **17** est nommé directeur de l'Institut. L'ingénieur principal est You. A. Pobedonostsev et son adjoint, B. E. Tchertok. Le chef de la station d'essai du NII-88, qui deviendra le NII-229/NII KhimMach de Zagorsk, est V. K. Chitov qui était en charge de Peenemünde.

Le 20 août, Nossovsky et Serov envoient un courrier au président du Comité spécial pour la technique à réaction Malenkov pour l'informer que 10 fusées V-2 et le train spécial SP-1 **18** étaient en cours de préparation pour des tirs à Nordhausen. Le travail est réalisé à 85-90 % et devait être terminé pour le 15 août. Ils proposent les tirs depuis Peenemünde en septembre avec l'aide du personnel allemand car il est prévu d'emmener le matériel et les spécialistes allemands en Union soviétique en octobre **19**. Ils soulignent qu'il faut 8-10 tonnes d'oxygène liquide par tir et qu'il y a, à Peenemünde, une usine d'oxygène qui produit 12 t/jour. Mais apparemment, ils ne recevront pas cette autorisation et l'opération « Osoaviakhim » de transfert en URSS aura lieu le 22 octobre.

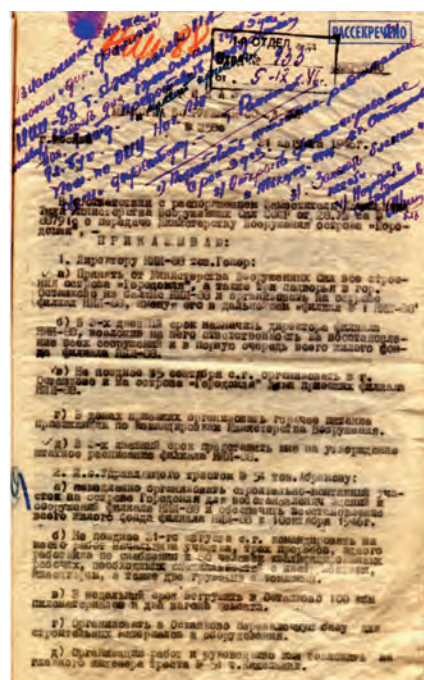
Le 23 août 1946, le ministre M. V. Khrounitchev (MAP) estime que Ya. L. Bibikov et V. F. Bolkhovitinov ne font pas leur travail correctement au NII-1 et qu'ils ont embauché des personnes qui ne conviennent pas, au hasard : Voulis, Goukhman, Zbarsky, Klimovitsky, etc. Il demande qu'ils soient remplacés pour ne pas



Nomination de Korolev le 9/8/1946



Ordre du NII-88 du 30/8/1946



Création de Gorodomlia le 31/8/1946

avoir rectifier cette erreur. En effet, à la création du NII-1, la direction avait embauché pour le secteur des moteurs-fusées à ergols liquides des thermodynamiciens de l'Institut central des turbines de chaudières (TsKTI) de Leningrad : G. F. Knorre, A. A. Goukhman, L. A. Voulis, qui ne connaissaient rien aux moteurs-fusées **20**.

Le 30 août, l'ordre n°3 du NII-88 fixe l'organisation du SKB-88 :

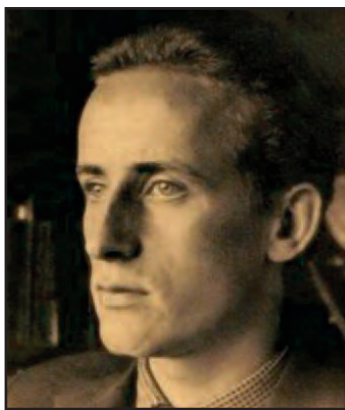
- Chef du SKB : P. I. Kostine (qui se trouve en Allemagne)
- secteur n°3 pour la V-2 : constructeur principal S. P. Korolev, adjoint K. I. Trounov
- secteur n°4 pour le Wasserfall : constructeur principal E. V. Sinelchikov, adjoint A. P. Eliseiev
- secteur n°5 pour le Schmetterling et le Reinhorter : constructeur principal S. E. Rachkov
- secteur n°6 pour le calcul : adjoint I. N. Sadovsky
- secteur n°7 pour l'enveloppe des fusées : chef A. I. Lapchine, adjoint V. I. Krassovsky
- secteur n°8 pour les moteurs : constructeur principal N. L. Oumansky, adjoint V. D. Kalachnikov

- secteur n°9 pour le guidage : adjoint N. F. Kanykine
- secteur n°10 pour les détonateurs : chef P. I. Melechine
- secteur n°11 pour les installations de lancement : chef I. G. Kisselev, adjoint V. A. Romanovitch
- secteur n°12 pour la copie : chef M. N. Chilov

Le 31 août, l'ordre n°258 crée la filiale du NII-88 pour les Allemands sur l'île de Gorodomlia sur le lac Seliger dans la région de Tver (ex Kalinine). Sur le lac, il y a la ville d'Ostachkov, les îles Klitchen et Gorodomlia (devenu Solnetchny). Le chef de la filiale est N. A. Agafonov (1899- ?) en

1946/47, puis F. G. Soukhomlinov (1895-1969) en 1947/52. Le 22 Octobre, les spécialistes allemands partent pour l'Union Soviétique dans le cadre de l'opération Osoaviakhim. Ils ont été installés en partie à l'institut n°88 (devenu TsNII Mach) de Podlipki (aujourd'hui Korolev) et en partie sur l'île de Gorodomlia. Ils sont finalement tous regroupés à Gorodomlia en juin 1948. Au total, ce sont 152 experts avec leurs familles (soit 495 personnes) qui travaillent sous la direction d'Helmut Gröttrup dans le Collectif-88, devenu le groupe G, pour Gröttrup, en août 1947. Parmi les spécialistes, il y a Waldemar Wolff (balisticien), Josef Blass (ingénieur), Kurt Magnus (gyroscopes), Heino Zeise (thermodynamique), Franz Lange (radar), Erich Apel (essais), Wilhelm Schütz (mesures), Walter Pauer. Les ingénieurs allemands étaient payés comme les salariés soviétiques. A titre d'exemple, Gröttrup recevait 4500 roubles et Magnus 6000 roubles, tandis que Korolev en recevait 6000 et Michine 2500.

Le Collectif-88 comprend six groupes pour les systèmes de guidage (Hans Hoch et Kurt Blasig), les missiles anti-aériens guidés (W.Quessel et Emil Mende), les moteurs et la thermodynamique (Karl Umpfenback), la balistique et l'aérodynamique (Werner Albring), la production (Alois Jasper) et la construction (Heinz Jaffke) **21**. Pendant leur séjour en Russie, ils ont participé à la reconstruction de la V-2, à la



Helmut Gröttrup



Helmut Gröttrup sur le lac Seliger



Maison de la créativité cinématographique de Bolchevo où logeaient les Allemands en 1946



Le site de Gorodomlia : à g, en haut, vue aérienne en 1946, en bas, vue actuelle (entreprise Zvezda). à dr, en haut, le bâtiment où se trouvait l'équipe de Gröttrup, en bas, le même aujourd'hui.

mise au point des missiles anti-aériens guidés, ainsi qu'à l'étude d'un moteur de 100 tonnes de poussée et des projets G-1 (R-10) de 600 km de portée en 1947/48, G-2 (R-12) de 2500 km de portée en 1948/49, G-3 de 8000 km de portée en 1949/50, G-1M (R-13) en 1949/50, le projet G-4 (R-14) de 3000 km de portée en 1949/50 et G-5 (R-15) de 3000 km en 1949/50.

Le 2 septembre, l'ordre n°0019 décide de la création du polygone de lancement de la V-2. Il crée les unités n°15644 (commandement), l'unité n°15646 (1<sup>e</sup> direction), l'unité n°15650 (2<sup>e</sup> direction), l'unité n°15653 (3<sup>e</sup> direction). Le chef est le général-lieutenant V. I. Vozniouk **22**. L'ordre n°007 du 17 mai 1947 crée les commissions de choix du site du polygone d'ici au 10 juin. Le choix porte sur Kapustin Yar près de Volgograd et les premiers bâtisseurs arrivent fin juillet-début août. Le transfert des unités se fait entre le 8 et le 20 août. Le 26 juillet, le décret n°2643-818 forme la commission d'état pour la première campagne de tir.

Le 4 septembre 1946, Oustinov envoie un courrier à Malenkov pour lui signaler que l'assemblage en Allemagne de 25 exemplaires de la V-2 avec des pièces allemandes doit être réalisé pour le 1<sup>e</sup> octobre 1946, l'assemblage en Union soviétique de 10 exemplaires de la V-2 avec des pièces allemandes doit être réalisé

pour le 1<sup>e</sup> mai 1947, et que la fabrication de 10 exemplaires de la V-2 avec des pièces nationales

doit être réalisée pour le 1<sup>er</sup> janvier 1948. Ce dernier dépend de la conduite des premiers tirs d'essai en Allemagne. Ensuite, la production en série doit être de 5 ex/mois à partir de décembre 1947 et de 5 ex/jour à partir de décembre 1948. Au-delà, il est prévu d'élaborer une fusée de 600 km de portée, une autre avec une portée de 1200-1500 km, et enfin une autre avec une portée de 2500-3000 km. Pour cela, un moteur de 100 t de poussée et d'autres travaux sont prévus. Ces informations sont destinées à la rédaction du projet de décret «Sur la production de série expérimentales de la V-2 sur le modèle allemand et sur les mesures pour le futur perfectionnement de cette fusée». Ce dernier, qui doit être signé par Staline, fait 47 pages. Il reprend les données ci-dessus. L'organisation industrielle y est décrite en détail pour les ministères de l'armement (MV), l'industrie aéronautique (MAP), les moyens de liaisons (MPSS), l'industrie électrotechnique (MEP), l'industrie navale (MSP), les machines agricoles (MSKhM), les machines et l'instrumentation (MMiP), industrie chimique (MKhP), GlavKislorod pour l'oxygène liquide, la métallurgie non ferreux pour les gouvernes en graphite, les machines de transport (MinTransMach) pour les wagons de transport des fusées et les wagons-citernes pour les ergols, les machines routières et de construction (MSDM) pour les auto-citernes de peroxyde d'hydrogène et d'alcool, les plates-formes de transport terrestre, industrie automobile (MAutoProm) pour les véhicules de matériels mobiles (APU, station de pompage, station de compresseurs, etc), et enfin le ministère des machines lourdes (MTiajM) pour les grues, portiques, ponts roulants. Le décret liste ensuite les noms des responsables et constructeurs principaux (CP) :

-MV : L. R. Gonor, You. A. Pobedonostsev, B. E. Tchertok, S. P. Korolev (CP), V. P. Michine et K. I. Trounov (adjoints) et V. K. Chitov (chef de la station d'essai). Dans la marge, le nom de V. S. Boudnik est inscrit à la main.



L.R.Gonor en 1946



V.P.Michine en 1946



V.S.Boudnik en 1946



B.E.Tchertok en 1946

-MAP : B. I. Svet (directeur usine n°456), V. D. Kisselevsky (ingénieur principal usine n°456), V. P. Glouchko (CP), D. D. Sevrouk et V. A. Vitka (adjoints), V. L. Chabransky (chef de la station d'essai).

-MPSS : M. E. Salmanov (directeur NII-885 23), M. S. Riazansky (CP), N. A. Piliougine et V. B. Ouchakov (adjoints).

-MEP : A. K. Nikitine (ingénieur principal glavka), D. L. Varchavsky (ministère).

-MSP : A. A. Rozanov (chef SKB MNII-1), V. I. Kouznetsov (chef de laboratoire), N. V. Markitchev, G. K. Beliakov, D. K. Radkevitch, S. E. Frolov ((ingénieurs SKB).

-MSKhM : A. Ya. Karpov (directeur NII-22), M. A. Alifanov (CP), M. A. Rozenberg (ministère), M. I. Likhniatsky (chef KB NII-22).

-MMiP : S. G. Goriounov (chef SKB et CP), You. E. Endeka et V. A. Timofeiev (adjoints).

-MKhP : P. L. Prokofiev (directeur GIPKh) et V. D. Liachnko (chef laboratoire GIPKh).

-Glavkisorod : A. I. Moroz (directeur NIIKiMach), K. S. Boudkevitch (chef KB), V. G. Nikitine (ingénieur).

-MinTransMach : M. N. Pertsovsky (ingénieur principal glavka), P. V. Bogdanov (ministère).

-MSDM : G. N. Bajanov (ministère).

-MAutoProm : V. V. Grouzdev (ministère), O. V. Dybov (CP adjoint usine KIM), B. A. Svetov (chef production usine KIM).

-ministère de la métallurgie non ferreux : ? (directeur usine n°523), G.K.Bannikov (chef secteur usine n°523)

-MTiajM : V. F. Jigaline (ministre adjoint).

Il est demandé la fabrication en Allemagne de 35 fusées avec des pièces allemandes d'ici le 15 octobre dont 30 avec des intégrateurs IG-1, des intégrateurs IG-2, des systèmes de télémessure Messsina-1, etc, l'assemblage en Allemagne de 25 fusées dont 20 fusées avec des intégrateurs IG-1 d'ici le 1<sup>er</sup> octobre, ainsi que la fabrication de trois trains-laboratoires : le premier pour l'Armée d'ici le 1<sup>er</sup> septembre 1946, le second pour le mi-

nistère de l'armement d'ici le 1<sup>er</sup> novembre 1946 et le troisième d'ici le 1<sup>er</sup> mars 1947.

Dans le but d'encourager les travaux, il est décidé décerner sept premiers, trois seconds, cinq troisièmes, trois quatrièmes et trois cinquièmes prix :

-Les premiers prix : création de la V-2 nationale en URSS, création du moteur de 100 t de poussée, création de la fusée à 600 km de portée, création du nouveau système de guidage pour la fusée de 600 km de portée, la création du moteur national de la V-2, la création des appareils du système de guidage autonome national de la V-2, l'élaboration des gyroscopes de précision du système de guidage et de stabilisation de la fusée de 600 km de portée.

Le prix consiste, selon les cas (constructeur principal, ou directeur/ingénieur principal d'institut ou d'usine, adjoints ou collaborateurs), en de l'argent, l'ordre de Lénine, le prix Staline, une datcha ou un appartement, une voiture personnelle (du type ZIS-110).

-Les trois seconds prix : la création des appareils de stabilisation gyroscopiques et des intégrateurs d'accélération nationaux de la V-2, l'élaboration de l'ergol en remplacement de l'alcool, l'élaboration du moteur national avec une poussée augmentée de 25-30 % par rapport au moteur allemand.

-Les cinq troisièmes prix : l'élaboration du nouveau système de contrôle en vol, l'élaboration d'un ergol en remplacement de l'oxygène liquide, l'élaboration de processus technologiques pour l'obtention de peroxyde d'hydrogène concentré, la création d'un complexe de lancement national pour la V-2, l'élaboration de nou-



Général A. F. Tveretsky



Tveretsky à Peenemünde



G.M. Tabakov (au centre) à Peenemünde



Korolev à Lehesten



Tir au banc de Lehesten

veaux types de câbles et de composants nationaux pour la V-2.

-Les trois quatrièmes prix : l'élaboration de processus technologiques pour l'obtention de catalyseurs solides pour la décomposition du peroxyde d'hydrogène, la création de dispositifs électriques nationaux pour la V-2, l'élaboration de détonateurs nationaux pour la V-2,

-Les trois cinquièmes prix : l'élaboration de technologie, la fabrication d'équipements et d'instruments spéciaux pour des éléments nationaux permettant d'assembler 10 fusées, idem pour des 30 ensembles d'appareils et gyroscopes pour le guidage de la fusée en vol, idem pour 30 ensembles de réservoirs d'ergols et leur armature.

Le projet de décret prévoit de lancer six fusées V-2 de Peenemünde en octobre 1946. Il forme la commission d'Etat pour les lancements : elle comprend le maréchal N. N. Voronov (1899-1968), président, commandant de l'artillerie, le maréchal V. D. Sokolovsky (1897-1968), 1<sup>er</sup> adjoint de l'artillerie, le maréchal N. D. Yakovlev (1898-1972), chef de la GAU, D. F. Oustinov, ministre de l'armement, I. A. Serov, KGB, N. E. Nossovsky, adjoint de Oustinov.

La répartition des tâches selon les entreprises des différents ministères est la suivante :

-MV : NII-88 (directeur Gonor) pour les fusées à longue portée

-MAP : usine n°456 (directeur Svet) et OKB-456 (CP Glouchko) pour les moteurs

-MPSS : NII-885 avec l'usine n°1 (directeur M. E. Salmanov) pour le système de guidage, PKB-886 (chef B. I. Preobrajensky **24**) pour la documentation technique, NII-20 (directeur

K. L. Kourakine **25**) pour les appareils de contrôle de la fusée en vol.

-MSKhM : NII-22 (directeur Karpov) pour les détonateurs, SKTB-5 (directeur F. B. Toumarkine **26**) pour les cartouches détonantes, NII-862 (directeur A. P. Androchouk) pour les cartouches pyrotechniques, NII-6 (directeur A. P. Zakochikov) pour les l'équipement des fusées.

-MMiP : GSKB SpetzMach (chef S. G. Goriounov) pour les installations de lancement, les stations de pompage et de compresseurs, etc.

-MKhP : GIPKh (directeur P. L. Prokofiev) pour la production des ergols liquides, le peroxyde d'hydrogène, les catalyseurs, etc.

-Ministère de la Défense : NII-4 (directeur A. I. Nesterenko) pour étudier la construction des fusées et l'élaboration des spécifications techniques et tactiques, le polygone n°4/GTsP-4 (directeur V. I. Vozniouk) pour le lancement des fusées.

-Ministère industrie électro : NII-627 (directeur A. G. Iossifian) pour les alimentations électriques sol et bord, les dispositifs électriques pour les gouvernes de direction.

En outre, pour le NII-88, Oustinov (MV) doit assurer les travaux de construction : 2<sup>e</sup> bâtiment de l'usine, première étape de la station d'essai n°1 pour les tirs à froid et à chaud, installation à oxygène, construction de la station d'essai n°2 à Zagorsk. Le ministre Khrounitchev (MAP) doit transférer au 3<sup>e</sup> trimestre 1946 l'OKB de Glouchko de Kazan à l'usine n°456 de Khimki. Il doit assurer le démontage et le transport en URSS des dispositifs et appareils de la station d'essai allemande de Lehesten pour construire une station d'essai, comprenant quatre bancs pour les essais à froid et à chaud des moteurs puissants à l'usine n°456 d'ici le 1<sup>er</sup> novembre 1947. Pour assurer les travaux à l'usine n°456, le ministre de l'intérieur doit fournir 1000 prisonniers de guerre. Le ministre Zoubovitch (MPSS) doit, avec le Gosplan, organiser le NII-885 : les activités antérieures de l'usine n°1 doivent être transmises à d'autres entreprises (usines n°626 de Sverdlovsk et n°629



N. N. Voronov



N. D. Yakovlev



A. I. Nesterenko



V. I. Vozniouk

de Perm), le territoire avec tous les locaux de l'usine n°699 du MEP doit loger l'usine n°1, reconstruction de bâtiments pour le NII-885, l'usine n°1 et le PKB-886, organisation d'une filiale du NII-885 à Leningrad, travaux à l'usine n°728 (Voronej) avec fourniture par le ministre de l'intérieur de 750 prisonniers de guerre, envoi d'un groupe de 20 spécialistes aux Etats-Unis et en Angleterre pour étudier les systèmes radiotélémechaniques en 1946/1947, organisation d'un groupe spécial (5 personnes) auprès de la direction technique du ministère. Le ministre A. A. Goregliad (MSP) doit créer l'institut de stabilisation gyroscopique (NIIGS) à partir du laboratoire du SKB du MNII-1 pour le développement des gyroscopes pour système de guidage des fusées, faire acheter par le ministère du commerce extérieur : des roulements à bille spéciaux pour gyroscopes, des matériaux isolants et lubrifiants, des instruments de mesure, etc pour une valeur globale de 80.000 dollars. Le ministre P. I. Parchine (MMiP) doit installer le GSKB SpetzMach dans les locaux de l'usine «Staryi Kompressor», y effectuer des travaux d'un montant de un million de roubles. Le ministre I. G. Kabanov doit organiser un OKB pour les câbles auprès du Laboratoire central des câbles et d'un OKB pour les APU auprès de l'usine n°686 et un secteur de la technique à réaction (20 personnes) auprès de la direction technique du ministère. Le ministre P. F. Lomako (métallurgie non ferreux) doit organiser un laboratoire pour les gouvernes en graphique auprès de l'usine n°523. Un million de roubles est attribué à la construction du laboratoire et de l'atelier associé. Le ministre M. G. Pervoukhine (MKhP) doit organiser le NII-3 à partir de l'usine expérimentale M-3 et de l'usine chimique de Pokrovsky pour l'élaboration d'ergols et de matières chimiques pour la technique des fusées, le territoire avec tous les locaux de l'usine «KoooperKhimia» de Pokrovsko-Strechnevo au nord-ouest de Moscou doit loger le NII-3, la construction et le montage d'ici le 15 novembre 1946 d'une installation ex-

périmentale pour l'obtention de peroxyde d'hydrogène concentré au GIPKh, le ministre de l'industrie de la résine Mitrokhine (MinResineProm) doit transférer le territoire de l'usine Sovpren (usine de caoutchouc synthétique) au GIPKh pour y installer la production de peroxyde d'hydrogène, le chef de l'armée du génie militaire M. P. Vorobiev doit fournir 2000 personnes pour la construction d'une usine d'oxygène dans la région de Grozny. Glavkislород doit organiser une direction des usines d'oxygène de Khimki, Kaliningrad et Nijni Naure dans la région de Grozny qui seront équipées de machines provenant d'Allemagne. Glavkislород doit monter deux installations à oxygène à l'usine «Krasny Avtogen n°2» de Leningrad (devenu LenTekhGaz en 1975) d'ici juillet 1947 et des usines d'oxygène au NII-88, à l'usine n°456 et au polygone n°4 d'ici le 1er juillet 1947. Sur les 19 installations à oxygène provenant d'Allemagne, 9 ex doivent aller à l'usine n°456 de Khimki, 5 ex doivent aller au NII-88 de Kaliningrad, 3 ex doivent aller à Grozny pour le polygone n°4 et 2 ex doivent aller à l'usine «Krasny Avtogen n°2». La production d'oxygène doit passer de 36.000 t en 1947 à 100.000 t en 1948. Le ministère de l'industrie du goût (créé en 1946, il deviendra le ministère de l'industrie alimentaire en 1949) doit fournir de l'alcool éthylique jusqu'à 2 millions de décalitres en 1947 et jusqu'à 5 millions de décalitres en 1948. Le MKhP doit assurer la production de peroxyde d'hydrogène concentré à partir d'éthylanthraquinone et la livraison de permanganate de sodium : 50 t en 1947 et 200 t en 1948, doit augmenter au premier semestre 1947 la production de peroxyde d'hydrogène au NII-3 pour obtenir jusqu'à 120 t de peroxyde par an d'ici la fin 1947, assurer la reproduction par le GIPKh et le NII-3 des catalyseurs, stabilisateurs, revêtements et autres produits chimiques allemands, et étudier la chimie des ergols pour obtenir de nouvelles sortes d'ergols nationaux pour les moteurs-fusées. Le ministre M. A. Evseienko (industrie pétrolière)



D. F. Oustinov



V.M. Riabikov



M.V. Khrounitchev



I.G. Zoubovitch

doit créer un laboratoire spécial pour les ergols et huiles de fusées dans l'Institut central des ergols et des huiles aéronautiques (TsiATIM). V. A. Matveiev, chef de la GlavGazTopProm (Direction principale Gaz et ergols liquides artificiels), doit créer un laboratoire spécial pour les ergols de fusées auprès de l'usine expérimentale KhimGaz. L'effectif de ce laboratoire doit être porté à 30 personnes (scientifiques et techniques).

Le ministère de la Défense doit libérer le territoire de l'aérodrome de Kaliningrad qui est mitoyen du territoire du NII-88 pour le transmettre à l'institut. Pour le NII-4, il doit construire des bâtiments, des ateliers et des maisons d'habitation, notamment sur le territoire de la ville de Bolchevo (district de Kaliningrad).

Le ministère des finances doit donner 63 millions de roubles (MR) au 4<sup>e</sup> trimestre 1946 dont 28 MR pour le MV (NII-88 : 10 MR, 7<sup>e</sup> glavka : 18 MR), 5 MR pour le MPSS (NII-885 : 2,7 MR, travaux de recherche : 2,3 MR), 12 MR pour le MAP (usine n°456 : 7 MR, organisation : 5 MR dont 0,5 MR pour le transfert de Kazan à Khimki), 3 MR pour le MMiP (GSKB SpetzMach), 3 MR pour le MSP (NIIGS : 1 MR, 1<sup>e</sup> glavka : 2 MR), 2,5 MR pour le MSKhM (construction pour NII-22, SKTB-5, NII-6 et NII-862 : 1,5 MR, travaux de recherche : 1,0 MR), 8 MR pour le ministère de la Défense (NII-4 : 5,5 MR, polygone n°4/KapYar : 2,5 MR), 1,4 MR pour le ministère de la métallurgie non ferreux (usine n°523 : 1 MR, travaux de recherche : 0,4 MR), 0,8 MR pour le ministère industrie élec-

trique, 0,5 MR pour le ministère de l'industrie pétrochimique (TsiATIM), 2 MR pour GlavKislород (mise en exploitation des installation à oxygène et 0,5 MR pour la construction de l'usine d'oxygène), 0,8 MR pour GlavGazTopProm (KhimGaz).

Les ministères doivent envoyer à l'étranger des spécialistes pour étudier l'industrie d'instrumentation aux Etats-Unis et acheter des appareils pour l'industrie des fusées. Le ministère du commerce extérieur doit acheter à l'étranger des ap-



pareils et des équipements pour un montant de 2 millions de dollars et 70 millions de marks allemands (dont 15 millions sont pour acheter l'équipement des wagons-laboratoires du train spécial, 38 millions sont pour des commandes sur 1946/1947). Le transfert du matériel d'Allemagne en Union soviétique sera dirigé par la commission présidée par le maréchal G. K. Joukov, avec I. A. Serov (KGB) et N. E. Nossovsky (MV). Le ministère du commerce extérieur doit, dans le cadre des réparations de guerre, rapatrier 300 t de permanganate de sodium de l'usine « I.G. Farbenindustrie de Bitterfeld, ainsi que des lots de matériaux lubrifiant et anti-corrosion. Les ministères doivent transférer le combinat chimique de Heydebreck en Union soviétique pour produire jusqu'à 24.000 t/an de peroxyde et 1000 t/an de permanganate. Le ministère de la Défense doit transférer à Dzerjinsk près de Gorky les dispositifs démontés du combinat chimique de Hungnam **27** en Corée du Nord et de l'usine de la firme Degus à Rheinfelden pour la production de peroxyde. A Dzerjinsk, une production de 1000 t/an de peroxyde doit être construite en 1947/1948 à l'usine n°506 (créée en 1941, PO Sintez en 1984, OAO en 1996). Pour la production d'éthylanthraquinone, un atelier doit être construit à l'usine n°630 de Kemerovo (créée en 1941, AKZ, OAO Spectre en 1996).

Enfin, le projet de décret se termine par les besoins en formation d'ingénieurs pour la technique des fusées. Il est prévu de former 4700 personnes en 1947/50. Pour cela, une faculté sur les fusées doit être organisée à l'université «Bauman» de Moscou (MVTU) et à l'Institut de mécanique militaire de Leningrad (LVMI), ainsi qu'une faculté de perfectionnement des ingénieurs à l'Institut de mécanique de Moscou **28** et au LVMI. Fin 1946, 300 nouveaux diplômés et 500 spécialistes ayant subi les cours de perfectionnement doivent être dirigés dans les ministères : 200 au MV, 200 au MPSS, 110 au MSP, 70 au MSKhM, 70 au MMiP, 50 au MAP, 50 au ministère de la défense et 30 au MKhP. Un budget de 5 millions de roubles est attribué à l'organisation de laboratoires spécialisés pour les établissements de formation. Le ministère du commerce extérieur doit acheter la littérature scientifique et technique étrangère pour un montant de 10.000 dollars/an à partir de 1947. Il est demandé aux entreprises d'envoyer des professeurs pour l'enseignement et d'écrire des manuels scolaires sur la technique

des fusées. L'Académie des sciences doit inclure un plan de travail de R&D pour les laboratoires et instituts de recherche. Il est demandé à l'Université de Moscou d'organiser un institut sur la théorie du mouvement à réaction. Le conseil scientifique du NII-88 doit prendre 20 personnes par an en thèse de candidat es sciences techniques. Enfin, un technicum doit être ouvert auprès du NII-88 pour la technique des fusées et de l'usine n°304 pour la radiotélémechanique.

Toutes les tâches de ce projet de décret doivent être suivies par les ministres adjoints V. M. Riabikov (MV), V. P. Balandine (MAP), G. K. Smirnov (MPSS), G. V. Alexenko (industrie électrique), V. P. Terentiev (MSP), N.V. Martynov (MSKhM), N. I. Kotchnov (MMiP), P. M. Zernov (machines de transport), A. G. Kassatkine (MKhP), K. S. Gamov (Glavkislorod), A. I. Samokhvalov (métallurgie non ferreux), A. I. Aravine (industrie automobile), et V. P. Fedorov (machines routières et de construction).

Suite au prochain numéro.

## Nota

**1** S. I. Vetotchkine (1905-1991) : Termine l'institut de construction de machines de Vorochilovgrad en 1928, travaille dans une usine de locomotives, puis à l'usine n°60 de Lougansk en 1931, 3<sup>e</sup> glavka du MOP (cartouches) en 1937 (ingénieur principal en 1937/39, chef en 1939/41, adjoint en 1941/45), chef 7<sup>e</sup> glavka du MV (fusées) en 1946/49, participe aux premiers lancements de fusées à Kapustin Yar, président de la commission d'état pour la R-2 en 1949, ministre adjoint en 1949, 1<sup>er</sup> adjoint de la TGU en 1951, adjoint GlavSpetzMach MSM en 1953, 1<sup>er</sup> adjoint du MOP en 1955, 1<sup>er</sup> adjoint de la VPK de décembre 1957 à 1966, Héros du travail socialiste en 1956, prix Staline en 1943/53, ordre de Lénine 20/4/56 (S-25), 21/12/57 (Spoutnik), 17/6/61 (Vostok).

**2** A. V. Sakhnitsky (1897-1977) : termine l'institut des ingénieurs des transports en 1927, travaille à l'usine de wagons de Mytichi, à Teploproekt, directeur adjoint de Krivorostroi, directeur de l'usine n°61 de Lipetsk, puis de l'usine n°187 de Toula (mortiers) en 1937, chef de section au ministère des munitions, directeur de l'usine n°184 de Zelenodolsk en 1941, puis du combinat n°179 de Novossibirsk en 1943 (Katiouchas), général-major en 1944, dirige la 6<sup>e</sup> glavka du ministère des machines agricoles en

1946, chef du NII-1 (MIT) de mai 1946 à mai 1947, puis directeur de l'usine de machines agricoles de Bejetsk près de Tver.

**3** A. I. Ereimeiev (1903-1959) : travaille dans les chemins de fer, constructeur en 1933/36, puis ingénieur principal de l'usine n°150 de Stupino en 1936/38, chef de la glavka n°4 MAP (agrégats) en 1945, chef glavka n°14 «spéciale» en 1948/50, membre commission d'état pour R-2 en 1949, directeur d'une usine de Saratov en 1951/57, président du CHX de Saratov en 1957/59, député en 1958/59.

**4** V. N. Tretiakov (1906-1993) : adjoint en 1946, puis chef direction spéciale en 1949, ministre adjoint en 1958/62, prix Staline en 1943.

**5** G. N. Pachkov (1909-1993) : Travaille à l'usine en 1929, termine l'institut de mécanique de Léningrad en 1939, entre au Gosplan en 1941, chef de la section de l'armement en 1942, en Allemagne en 1945, chef de la section des fusées du Gosplan en 1946/51, termine les cours VIK MVTU en 1949, dans l'appareil de Beria en 1951/53, chef de direction TransMach du MSM en 1953/55, adjoint du Comité spécial d'avril 1955 à décembre 1957, président adjoint de la VPK de 1958 à 1971, ordre de Lénine le 20/4/56 (S-25), le 21/12/57 (Sputnik-1), héros du travail socialiste en 1961 (Vostok-1), docteur es sciences en 1967, professeur en 1973, travaille au NII Micropribor de Zelenograd en 1972, professeur au MIET en 1974/93, membre de nombreuses commissions d'état du programme spatial.

**6** Andrei Ivanovitch Lapchine (1909-?) : termine le MVTU en 1935, NII-88 en 1944, chef du secteur n°7 pour les corps de fusées en 1946, termine l'Académie de l'industrie d'armement en 1953, constructeur principal adjoint, chef secteur NPO IT en 1966/79

**7** Piotr Ivanovitch Melechine (1919-1995) : ingénieur, NII-88, chef du secteur n°10 pour les détonateurs en 1946, OKB-1, constructeur en chef R-2 en 1948/52, chef secteur n°8 en 1953/57, en Chine en 1957/61.

**8** Vadim Ivanovitch Dioukov (1918- ?) : termine le MVTU en 1945, chef groupe guidage du NII-88, constructeur principal adjoint, chef secteur NPO IT en 1967/72.

**9** Konstantin Ivanovitch Trounov (1896-1977) : étudiant, il devient pilote en 1916, part étudier le pilotage en Angleterre en 1917, devient instructeur à l'école de Gatchina en 1918, il termine les cours de soir de l'Académie Joukovsky en 1932, chef de l'Etat-major du NII VVS en 1932/35, arrêté en 1937 (condamné à 10 ans de prison en mai 1940), travail dans le groupe de Petliakov au TsKB-29 NKVD

(Charaga), évacué l'usine n°22 à Kazan où il travail avec Korolev (Pe-2 à RD-1KhZ) en 1942/44, libéré avec Korolev en juillet 1944 et passe au NII-88 où il devient adjoint de Korolev pour la V-2 en août 1946. Mais il est congédié par le PartKom de l'institut le 10/3/47. En 1947/57, il travaille dans l'industrie, puis il retrouve Korolev le 15/9/57 au 100e anniversaire de Tsiolkovsky à Kalouga. Ce dernier l'embauche à l'OKB-1 en 1960 (secteur de l'information). Il publie le livre «Piotr Nesterov» (un des premiers pilotes de chasse russes) en 1975.

**10** Stepan Grigorievitch Goriounov (?) : travaille à l'usine Kompessor qui produit les Katiouchas pendant la guerre, chef du secteur des installations de tir à Nordhausen en mai 1945, désigné comme constructeur principal de l'installation de tir de la V-2 en septembre 1946, mais ce poste sera finalement occupé par V. P. Barmine.

**11** Alexandre Fedorovitch Tveretsky (1904-1992) : termine l'académie Dzerjinsky en 1938, Katiouchas en 1941/45, Nordhausen en octobre 1945, chef BON le 1/6/46, part à Kapustin Yar en juillet 1947, chef polygone artillerie le 7/8/48, chef 1e direction KapYar le 27/1/49, adjoint pour science le 23/11/53, puis chef de l'école supérieure d'artillerie de Rostov le 31/8/54, professeur à l'Académie de l'Etat-major en 1956/60, Général-major.

**12** La Glavka de l'oxygène auprès du conseil des ministres a été créée le 8/5/1943 par l'académicien P. L. Kapitza, tandis que la Glavka du gaz et des ergols liquides artificiels l'a été le 19/6/1943 par V.A.Matveiev. Le 17/8/1946, Kapitza est remplacé par M. K. Soukov (adjoint K. S. Gamov). En 1948, elles passent dans le ministère de l'industrie chimique (MKhP).

**13** Piotr Vassilievitch Mossolov (1912- ?) : termine le MAI en 1936, participe à la production des Katiouchas à l'usine n°70 qui devait recevoir la V-2 depuis septembre 1945, devait devenir adjoint de Korolev, mais finalement part au NII-4 en juin 1946. Il dirige le groupe de construction des fusées dans le secteur des fusées de M. K. Tikhonravov en 1947/52, suit les cours VIK MVTU en 1949, reçoit le prix Staline en 1951.

**14** La reconstruction de la V-2 pose un problème des matériaux : il faut 86 sortes d'aciers alors qu'il n'y en a que 32 produites et donc disponibles en URSS., 89 métaux non ferreux contre 21 en URSS, 48 matériaux non métalliques (résine, plastique, isolants, etc) au lieu de 87.

**15** Utilisé pour la production du peroxyde d'hydrogène.

**16** Ivan Vassilievitch Kostrioukov (1923) : termine l'institut de mécanique de Toula en mars 1946, arrive le 10 mai au NII-88 et part en Allemagne du 29 juin au 17 décembre 1946, travaille dans le secteur des moteurs de V. I. Khartchev, puis dans l'OKB-2 d'Isaïev en 1952/57, secrétaire du Partkom en 1957/59, ingénieur principal du NII-88 en 1959/85, puis prend sa retraite en 1995. Il a reçu l'ordre du travail du drapeau rouge le 17/6/61, l'ordre de Lénine en 1966, le prix d'Etat en 1976.

**17** Lev Rouvimovitch Gonor (1906-1969) : termine l'institut de mécanique de Léninegrad en 1929, travaille à l'usine Bolchevik (ingénieur principal en 1937/39), directeur de l'usine Barricade en 1939/42, directeur de l'usine n°9 de Sverdlovsk en 1942/46, directeur du NII-88 en 1946/50, perd son poste parce qu'il est juif (cosmopolitisme), directeur de l'usine n°4 de Krasnoïarsk en 1950/51, arrêté du 31/12/51 au 7/4/53, directeur de la filiale du TsIAM à Lytkarino en 1953/69, général-major-ingénieur, Héros du travail socialiste en 1942, prix Staline en 1946, prix d'Etat en 1968.

**18** Les trains SP-1 et SP-2 comprenaient 72 wagons dont six laboratoires, trois radio et centrales électriques, cinq ateliers, sept citernes, 18 pour le personnel (résidentiel, bain, laverie, poste de secours, restaurant, cinéma), des plates-formes spéciales, etc. Ils ont été assemblés en 1946, puis transférés à Moscou avant d'arriver à Kapustin Yar en septembre 1947.

**19** Décret n°2163-880s «Sur export des dispositifs d'entreprises militaires allemandes» du 13 septembre 1946.

**20** Georgui Fedorovitch Knorre (1891-1962), Alexandre Adolfovitch Goukhman (1897-1991) et Lev Abramovitch Voulis (1912-1973) sont diplômés de l'institut polytechnique de Léninegrad, docteur es sciences, professeur, travaillent à l'Institut central des turbines de chaudières (TsKTI), puis au NII-1 en 1944/46. Knorre est ensuite chef de chaire au MVTU en 1943/62, Goukhman est professeur à l'institut de machines chimiques de Moscou, tandis que Voulis est chef du TsKTI en 1946/48, professeur à Moscou, chef de chaire à l'Université Nationale du Kazakhstan en 1951, puis professeur à Léninegrad en 1962/73.

**21** Helmut Gröttrup (1916-1981), Kurt Magnus (1912-2003), Werner Albring (1914-2007), Waldemar Wolff (1894-1979), Johannes Hoch (1913-1955), Fritz Viebach (1907-1961), Erich Apel (1917-1965), Heinz Jaffke (1907-?), Alois Jasper (1912-?), Karl-Joachim Umpfenbach (1902-?),

Josef Blass (1901-?), Wilhelm Schütz (1900-?), Walther Pauer (1887-1971), Franz Lange (?), Kurt Blasig (?), Heino Zeise (?), Walter Quessel (?) et Emil Mende (?).

**22** Vassili Ivanovitch Vozniouk (1907-1976) : termine l'école d'artillerie en 1929, fait la guerre dans les Katiouchas, dirige le polygone n°4 de Kapustin Yar en 1946/1973, général-colonel en 1955, héros du travail socialiste en 1961 (Vostok), ordre de Lénine les 30/4/1954, 20/4/1956, 26/6/1959, 17/6/1961, ordre du drapeau rouge le 30/12/1956.

**23** Le NII-885 s'appelait au départ, entre le 13 mai et le 15 août 1946, le NII de technique spécial (NIIST). Avec l'usine n°1, il s'est installé rue Aviamotornaya où se trouvent le NII-10/Altair, le NII-885/RNIKP avec l'usine n°192/Radiopribor, le NII-944/NIIPM avec l'usine n°706/MZEMA. Le personnel venait du PKB-170/NIINIET de Leningrad (standardisation), du NII-20 (radars), du SB-10 de l'usine n°528/Temp de Moscou (radars), etc.

**24** Boris Ivanovitch Preobrajensky (1901-1975) : termine l'académie électrotechnique militaire de Léninegrad en 1928, travaille à l'OTB en 1928/32, puis visite des usines à l'étranger en 1933/34, directeur technique de l'usine n°198/Radiopribor de Moscou en 1934/36, ingénieur principal filiale d'OTB à Moscou en 1936, arrêté et emprisonné en 1937/41, au front en 1941/45, directeur du PKB-886 en 1946/47, chef du labo n°12 NII-885 en 1947/51, suit les cours du VIK MVTU en 1948/49, dirige le MFTL/MNITI en 1951/55 (télévision), puis chef de secteur au PKB de l'usine n°663/Mospribor en 1955/70 (cette usine fait partie du TsNII Kometa en 1973).

**25** Kouzma Lavrentievitch Kourakine (1904-1998) : termine le LETI en 1941, directeur d'usine, directeur du NII-20/VNIIRT en 1944/50, ministre adjoint en 1950 (MPSS, MRP, VSNKh, industrie électronique).

**26** Fala Borissovitch Tourmakine (?) : directeur de l'usine électromécanique n°255 de Nijnelomosky près de penza (NLEMZ) en 1941/45, puis chef du SKTB-5 de l'usine n°5 d'Okhtinsk près de Léninegrad en 1945/56, puis du GSKTB-5 en 1956/67 (GKBKhP en 1957, LNIKhP en 1970, NPO Krasnoznamenetz en 1975).

**27** Ville nommée Konan pendant l'occupation japonaise en 1910-1945.

**28** Faculté d'armement (fusées) de l'institut de mécanique de Moscou (MMI) du ministère des munitions qui deviendra l'institut des ingénieurs de physique de Moscou (MIFI). Là, un OKB dirigé par A. D. Nadiradze développe la fusée météorologique MR-1 de 1945 à 1948.

## Le propulseur à gaz d'Alexandre Lavrenius

par Jean-Jacques Serra, membre de l'IFHE

La première ascension d'un être humain grâce au ballon des frères Montgolfier en 1783 a ouvert la voie à ce qui allait devenir l'aéro-nautique. Encore fallait-il pouvoir diriger le ballon pour en faire un navire aérien capable de suivre une route donnée. La résolution de ce problème allait occuper les inventeurs de tous genres pendant plusieurs décennies.

En 1850, Dupuis-Delcourt classait les différents «moyens proposés pour diriger les ballons» dans un tableau comportant quatorze catégories (ci-dessous)<sup>1</sup>. Il précisait : «Des brevets en grand nombre ont été pris ou seulement demandés pour cet objet, et, comme cela est arrivé très souvent, on y remarque la même idée brevetée jusqu'à trois fois. Les auteurs avaient négligé de consulter ce qui avait été fait, dit ou écrit avant eux ; et ils pouvaient se croire sincèrement inventeurs de moyens qui déjà avaient été, pour la plupart, essayés, puis rejetés comme inapplicables ou insuffisants.»

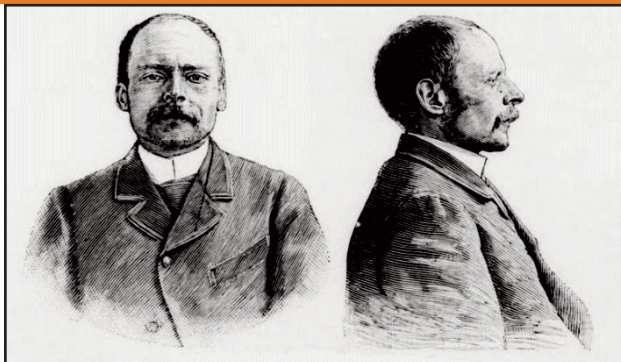
La colonne centrale du tableau représente, selon sa terminologie, les "agents chimico-physiques", mais selon une terminologie moderne, il s'agirait de "propulseurs à réaction"<sup>2</sup>. Elle regroupe :

- Air ou gaz comprimé ;
- Vapeur : Eolipyle ou jet direct (tournant ou fixe) ;
- Poudre à canon : Fusées simples ou composées, canons, mortier à recul, et bombes.

Le bilan établi par Dupuis-Delcourt en 1850 montre ainsi, d'une part que la propulsion par moteur-fusée avait déjà été proposée pour la direction des ballons et d'autre part que seule la poudre à canon avait été envisagée comme matériau énergétique.

Le vol du premier ballon dirigeable d'Henri Giffard a eu lieu en 1852. Il était propulsé à l'aide d'une hélice mais les recherches sur la propulsion fusée se poursuivaient. Nous savons que des poudres à longue durée de combustion ont été conçues et expérimentées en 1886-1889 par Buisson et Ciurcu, et qu'elles ont permis de propulser d'abord un bateau puis un wagon<sup>3</sup>. La première mention connue d'un mélange bi-liquide pour faire fonctionner un moteur-fusée est apparue peu après.

En mai 1890, une série de perquisitions est opérée



Alexandre Lavrenius

dans le milieu des nihilistes russes réfugiés en France et soupçonnés de machiner un complot contre la vie du Tsar<sup>4</sup>. Chez plusieurs d'entre eux, on trouve des bombes ou des matières explosibles, ou bien les constituants d'un explosif liquide bien connu en France, la panclastite. Les

panclastites sont une famille d'explosifs, brevetés par Turpin en 1881, composés de peroxyde d'azote et d'un combustible quelconque, ici le sulfure de carbone<sup>5</sup>. Huit de ces immigrés russes, dont deux femmes, seront arrêtés et jugés, un neuvième est en fuite. Ce dernier, nommé Landesén, semble avoir été un agent provocateur de la police secrète russe, qui trompait ses compatriotes en les incitant à fabriquer des bombes<sup>6</sup>.

Leur procès commence le 4 juillet 1890. Tous les journaux en parlent. Le délit relevé contre les inculpés est celui prévu par l'article 3 de la loi du 19 juin 1871 : «Tout individu fabricant ou détenteur, sans autorisation, de machines ou engins meurtriers ou incendiaires, agissant par explosion ou autrement, ou de poudre fulminante, quelle qu'en soit la composition, sera puni d'un emprisonnement de six mois à cinq ans et d'une amende de 50 à 3.000 francs.»

Certains des accusés avouent avoir participé à la fabrication de bombes et même à des expérimentations en forêt, d'autres nient toute participation et clament leur innocence.

Parmi eux, Alexandre Lavrenius présente un profil atypique. Contrairement aux autres accusés, il dispose d'une certaine fortune et habite un bel appartement. Il est né à Kourk, en Russie, le 1<sup>er</sup> septembre 1858 de parents norvégiens<sup>7</sup>. En Russie, il était avocat. Compromis par son affiliation au groupe de la Volonté du Peuple, il a été exilé en Sibérie puis gracié après quelques années. Arrivé en France en 1886, il s'est inscrit comme étudiant à la Faculté de médecine. Chez lui, il a installé un laboratoire de chimiste qu'il a d'ailleurs fait visiter à certains collègues, étudiants ou enseignants.

Alexandre Lavrenius explique la présence à son domicile des composants de la panclastite par les travaux qu'il mène sur les "propulseurs à gaz"

destinés à la direction des ballons. De ses déclarations, on comprend qu'il a d'abord envisagé des gaz comprimés, puis des gaz liquéfiés et enfin des gaz produits par des mélanges liquides explosibles. Il dit aussi qu'il était sur le point de faire breveter son dispositif juste avant son arrestation. Il a commandé à la maison Fontaine, un fabricant d'appareils et d'instruments de physique bien connu à Paris, deux exemplaires du propulseur à réaliser d'après ses plans. Ces appareils ont disparu ; Lavrenius les aurait remis à un ami français qu'il refuse de dénoncer.

Plusieurs témoins viennent attester du fait que Lavrenius leur avait parlé depuis longtemps de son projet de propulseur<sup>8</sup>. L'un d'eux, préparateur à l'école de médecine, aurait même contribué à en dessiner le plan<sup>9</sup>.

L'avocat de Lavrenius base son argumentation sur le fait «qu'il n'a été trouvé détenteur d'aucune machine ou engin meurtrier ou incendiaire ni d'aucune quantité de poudre fulminante» et «que les substances chimiques trouvées chez Lavrenius, étudiant en médecine et chimiste, se trouvent dans tous les laboratoires ; qu'aucune ne constitue par elle-même une poudre fulminante». Et, rappelant les expériences poursuivies par Ciurcu après la mort de Buisson, il fait remarquer que ces travaux en vue de « transformer les explosifs en agents de propulsion (...) n'ont rien de chimérique puisque l'an dernier à Asnières, un ingénieur Roumain faisait fonctionner sur la Seine un bateau dont la force motrice était la force explosive <sup>10</sup> ». Il demande donc son acquittement.

Ces arguments ne seront pas retenus. Les deux femmes du groupe seront acquittées alors que Lavrenius et ses cinq co-inculpés seront condamnés à trois ans de prison chacun et 200 francs d'amende. Avec deux d'entre eux, il fera appel mais la condamnation sera confirmée le 8 août 1890<sup>11</sup>.

Lavrenius sera gracié en février 1891 - apparemment pour des problèmes de santé - à la condition de ne jamais revenir en France<sup>12</sup>. Il mourra le 9 février 1896 à Denver, Colorado.

Il est difficile aujourd'hui de se faire une opinion. Lavrenius a-t-il fabriqué des bombes à Paris en 1890 ? Ou bien a-t-il construit un prototype de moteur-fusée à liquides ? Peut-être les deux. Quoi qu'il en soit, il

CLASSEMENT DES DIVERS MOYENS PROPOSÉS POUR LA DIRECTION DES AÉROSTATS.		
MONTGOLFIÈRES ou ballons à air dilaté.	BALLONS A GAZ HYDROGÈNE.	
	AGENTS CHIMICO-PHYSIQUES.	AGENTS mécaniques.
Ouvertures pour l'air chaud.	Air ou gaz comprimé.	Plans inclinés.
Réaction sur l'air ambiant.	Vapeur. { En direct ou jet direct. { Tournant Pompes. { Fixe.	Surfaces tronquées.
	Poudre { Fusées simples. à { Fusées composées. canon. { Canon. Mortier à recul. Bombes.	Vis d'Archimède (hélice).
		Voiles.
		Parachute renversé.
		Rames.
		Roues à ailes.
		Soufflets.
	Oiseaux dressés et attelés.	
	Courants atmosphériques.	
	Machines à points fixes (remorqueurs).	

Tableau Dupuis-Delcourt

semble bien être le premier à avoir proposé publiquement l'emploi d'un explosif bi-liquide pour propulser un véhicule aérien<sup>13</sup>.

## Nota

<sup>1</sup> Jean-François Dupuis-Delcourt, "Nouveau manuel d'aérostation", Manuels Roret, 1850

<sup>2</sup> Pour une analyse étendue - dans l'espace et dans le temps - de ces concepts de propulseurs à réaction, voir : Frank H. Winter et al., "New Observations on Reaction-Propelled Manned Aircraft Concepts, c.a. 1670-1900, A Survey: Part I (1670-1869)", IAC-13-

E4.2.2, 64th IAC, Beijing, China, 2013, et "Part II (1870-1900)", IAC-15-E4.2.6, 66th IAC, Jerusalem, Israel, 2015

<sup>3</sup> Jean-Jacques Serra, "Les premiers véhicules-fusées : bateaux et wagonnets de Buisson et Ciurcu", Espace et Temps n°24, avril 2019

<sup>4</sup> "Les nihilistes à Paris", Journal des Débats, 30 mai 1890

<sup>5</sup> Eugène Turpin, "Notice sur la Panclastite, nouvelle section d'explosifs découverte par Eugène Turpin", E. Bernard et Cie, Libraires-Editeurs, 1882

<sup>6</sup> En 1909, il est apparu que Landesén et Harting, agent de la police secrète russe à Paris n'étaient qu'une seule et même personne. Voir, par exemple, "Harting fait des aveux complets", Le Matin, 26 juillet 1909

<sup>7</sup> "Le procès de nihilistes russes", L'éclair (supplément illustré), 5 juillet 1890

<sup>8</sup> "Tribunal correctionnel de la Seine (9e chambre) - Audience du 4 juillet", Le Droit, 5 juillet 1890

<sup>9</sup> "Bombes russes", L'Intransigeant, 6 juillet 1890

<sup>10</sup> "Tribunal correctionnel de la Seine (9e chambre) - Audience du 5 juillet", Le Droit, 7 juillet 1890

<sup>11</sup> "Les révolutionnaires russes", Le Droit, 7 août 1890

<sup>12</sup> Journal des débats, 7 février 1891

<sup>13</sup> Vers la même époque, Sergei Sergeevich Nezhdanovsky (1850-1940) avait fait des études théoriques très poussées sur la propulsion à réaction, y compris la propulsion-fusée bi-liquides. Mais il n'a jamais entrepris la construction d'un moteur et n'a jamais publié ses travaux. Voir V. N. Sokolsky, "On the works of S. S. Nezhdanovsky in the field of flight based on reactive principles (1880-1895)", IAC 1969, Mar del plata, Argentine.

# Nouveaux livres

par Christian Lardier, administrateur de l'IFHE



**Pix Robert Aubruny de l'Institut Français d'histoire de l'Espace**

**Alexandre Ananoff, l'Astronaute méconnu**  
Seconde édition

Alexandre Ananoff a été, bien avant les grandes passagers de vaisseaux spatiaux, un «Astronaute», c'est-à-dire, selon sa propre définition, l'un de ceux qui s'intéressent à la science des fusées et du voyage dans l'espace (aérospatial). De la fin des années vingt au lancement du premier Spoutnik en octobre 1957, il en a surtout été l'un des grands moteurs, organisant notamment le premier Congrès international d'aéronautique et d'aérospatiale à Paris pour les savants lucifères de Troie. Sa biographie complète (le premier est) inédite, à l'occasion des trente ans de sa disparition.

«Comme les biographies de toutes les grandes personnalités, cet ouvrage devrait être une source d'inspiration au-delà du cercle des passionnés d'aérospatiale, il y a donc la vie d'Alexandre Ananoff beaucoup d'histoire dont sont faits les plus beaux rêves.»  
— Claude Haguenin, président de l'Association Française d'histoire de l'Éspace

— Après une minutieuse enquête et l'étude de centaines de documents souvent inédits, les auteurs font un récit passionnant et abondamment illustré. La lecture est aisée, sans rupture de style et l'ensemble rassemble à un comble, à la façon de ceux d'Ananoff, la trilogie combinée parfaitement le rigueur du spécialiste avec la vivacité de l'admirateur à tout.

Janič Berg, ancienne rédactrice en chef de la revue L'Élémentaire

**LES AUTEURS :**  
Pierre-François Mouriaux est journaliste, responsable de la rubrique Espace de la revue L'Élémentaire et président de l'Association Française d'histoire de l'Éspace.  
Philippe Varnoteaux est directeur en Histoire, spécialiste de la compagnie spatiale française et vice-président de l'Association Française d'histoire de l'Éspace.

HisTories  
d'ÉSPACE  
ISBN: 978-2-8479-5210-0  
Prix: 19,00 €

Cet ouvrage fait suite à un premier volume édité par l'Institut des Aérospatiales de la SEP en 2021, qui retraçait l'histoire de la propulsion d'Ariane 1 à Ariane 4.

Le présent ouvrage est relatif à la propulsion du lanceur Ariane 5.

Huit auteurs, très impliqués dans l'histoire d'Ariane 1 à Ariane 5, ont écrit cette nouvelle aventure et ont participé à la rédaction. On y découvre les particularités à Ariane 5, tout d'abord de celle d'Ariane 1 à Ariane 5, en passant par l'environnement plus complexe autour de 2010. Le contexte est à l'origine de l'essor de la seconde génération d'Ariane 5, et d'un autre monde d'accès entre Ariane 5 et Ariane 6 de proposer des lanceurs à coût réduit sur des longueurs horaires de l'ordre de 100 minutes. De plus, la maîtrise des risques se situe dans le monde et l'évolution des charges utiles rendent les choix de l'Europe difficiles.

La nouvelle spatiale US avait mis sur le sol habit et sur un véhicule réutilisable permettant de lancer de réduire le coût de mise en orbite. Sur Ariane, l'option de faire réutilisable était une autre possibilité d'être à l'origine de la seconde génération d'Ariane 5.

La définition d'Ariane 5 et de la propulsion commence donc par de multiples propositions d'architecture. Ce livre expose la façon dont le choix a été fait par sa firme. Mais avant d'arriver à la version définitive, il a fallu passer par un nombre important de solutions alternatives et les examiner, avec notamment la signature de contrats de coopération avec les Russes et les Américains.

Par ailleurs, le passage d'Ariane 4 à Ariane 5 permettait pour version une dimension considérable du plan de charge jusqu'à 20 tonnes (contre 12,5 tonnes pour Ariane 4) et seulement un moteur (Shuttle) plus gros (il est vrai) pour Ariane 5. En conséquence, la difficulté a été de développer les outils dans des domaines nouveaux comme les piles à combustible, le gaz naturel liquéfié (GNL), les incrémenteurs pour les navires militaires, pour ne citer que les principaux.

Par ailleurs un fort investissement a été engagé dans la préparation du futur, pour développer et tester à l'échelle industrielle les technologies nécessaires à la mise en œuvre d'un lanceur devant succéder à Ariane 5.

ISBN: 979-10-699-7447-0



Soutenez notre action .....Rejoignez-nous

**Bulletin d'adhésion à l'IFHE**

Nom : \_\_\_\_\_ Prénom : \_\_\_\_\_

Adresse : \_\_\_\_\_

Code postal : \_\_\_\_\_ Ville : \_\_\_\_\_

Tél : \_\_\_\_\_ mel : \_\_\_\_\_

Je soussigné(e) adhère à l'IFHE en qualité de membre

Mode de paiement : \_\_\_\_\_ Montant : \_\_\_\_\_

Signature : \_\_\_\_\_

membre : 65 euros  
bienfaiteur : > 65 euros  
étudiant (< 30 ans) : 20 euros

# La conférence de l'IFHE du 24 octobre 2022

L'Institut Français d'Histoire de l'Espace vous convie à sa conférence



**De TOPEX-POSEIDON à SWOT**  
30 ans d'altimétrie océanographique depuis l'espace

24 Octobre 2022  
De 14 h 00 à 18 h 00  
Salle de l'Espace - Siège du CNES - 2 Place Maurice Quentin 75001 PARIS

Au programme:

- Histoire de TOPEX-POSEIDON par M. Jean-Louis FELLOUS, ancien responsable du programme TOPEX-POSEIDON au CNES
- SWOT, pour une surveillance globale de l'eau sur Terre par M. Pascal BONNEFOND – Co-Président de l'OSTST (Ocean Surface Topography Science Team) - Observatoire de Paris – SYRTE
- Océanographie opérationnelle et altimétrie spatiale : 27 ans d'histoire commune par Mme Elisabeth REMY – Responsable du Service « Observations pour les Systèmes d'analyse et de prévision » à Mercator Océan

Entrée gratuite – Inscription obligatoire en envoyant un mail à l'adresse [contact.ifhe@orange.fr](mailto:contact.ifhe@orange.fr) avant le vendredi 21 octobre 2022 – 12 h 00

**L'ASSEMBLÉE EN VISU**

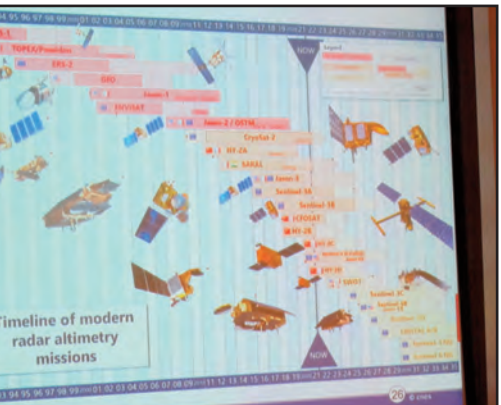
REVUE DE PRESSE  
**THIS IS DAY**  
United Airlines débarque un passager mécontent du service. Un passager du vol 800, originaire de l'Arizona, a été observé d'un vol United. Ce dernier avait notamment exprimé son mécontentement du fait que l'ensemble des membres du crew gâchent de l'avion lorsqu'ils collectent, ce qui serait créé des files d'attente importantes pour les autres passagers. Cela-ci a déclenché une réaction négative de United Airlines.

LES CONTRATS  
**SabahAir commande six Embraer E175-82**  
La compagnie aérienne turque a commandé six avions Embraer E175-82 livrés au début de l'année 2023. Les avions seront livrés à partir de la fin 2023. Le montant du contrat est de près de 300 M\$, prix catalogue.

A NOTER  
**OCI commande**  
Du 12 au 14 à Ankara (Turc), la Convention d'Ankara Industrielle Coopération avec la Défense & Aérospatiale (ICIDA) a été organisée par l'Institut Français d'Histoire de l'Espace (IFHE) et de la Mission de l'Armée de l'Air (MAA) au sein du Centre de l'Armée de l'Air (CEA) à Paris. Le Colonel (P) Jean-Louis Fellous, ancien responsable du programme TOPEX-POSEIDON au CNES, a été invité à participer à la conférence. Le Colonel (P) Jean-Louis Fellous, ancien responsable du programme TOPEX-POSEIDON au CNES, a été invité à participer à la conférence.

**Contre-mesures électroniques pour le C-130J**  
Le C-130J Hercules de la Force armée aérienne (FAA) est équipé d'un système de contre-mesures électroniques (CME) pour protéger l'avion contre les menaces électroniques ennemies.

**Formation sur le C-130J**  
Le C-130J Hercules de la Force armée aérienne (FAA) est équipé d'un système de contre-mesures électroniques (CME) pour protéger l'avion contre les menaces électroniques ennemies.

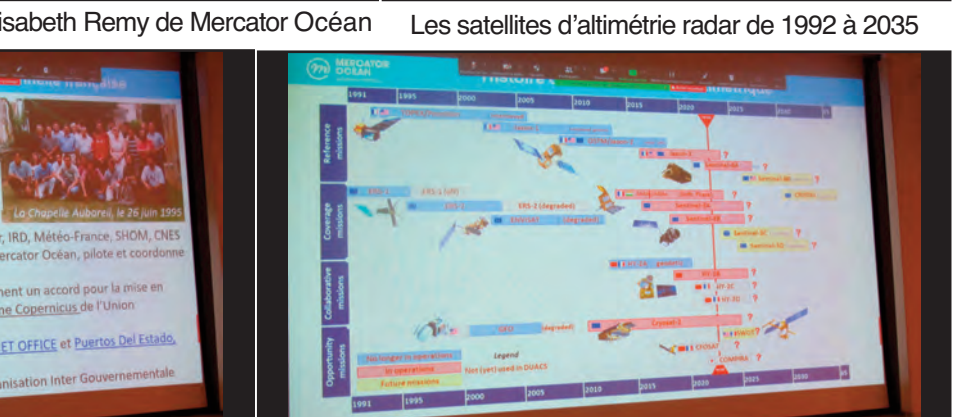


A l'origine de l'océanographie opérationnelle, il y a la conjonction des progrès:

- En observation de la terre par des satellites altimétriques et des bouées autonomes,
- Leur prise en compte dans une modélisation numérique tridimensionnelle.

La Chapelle Auzou, le 26 juin 1995

- 1995: naissance du projet Mercator Ocean: CNRS, Ifremer, IRD, Météo-France, SHOM, CNES
- 2009 – 2014: La France, représentée par Ifremer puis Mercator Océan, pilote et coordonne les projets européens MyOcean
- 2014: la Commission Européenne et Mercator Océan signent un accord pour la mise en place du service de surveillance des océans du Programme Copernicus de l'Union européenne.
- 2017: Entrée de nouveaux partenaires CMCC, NERSC, MET OFFICE et Puerto Del Estado, MO devient Mercator Ocean International.
- 2024: Mercator Ocean International deviendra une Organisation Inter Gouvernementale



Histoire de l'océanographie opérationnelle française

Histoire de l'océanographie altimétrique 1991-2035

## Histoire abrégée de TOPEX-Poséidon

par Jean-Louis Fellous, membre de l'IFHE, Ancien responsable de programme au CNES  
«Program Manager» de la partie française du satellite franco-américain

D'après le texte enregistré de la conférence IFHE du 24 octobre 2022  
en salle de l'espace – Siège du CNES - Paris

Bonjour,

Je suis effectivement l'ancien responsable au CNES de la partie française du satellite franco-américain TOPEX-Poséidon. En anglais on appelait cela «Program Manager». La NASA avait un «Program Manager», un «Program Scientist», un «Project Scientist», tout un tas de gens qui avaient des fonctions un peu analogues mais au CNES on avait regroupé ça en une seule personne, donc c'était assez confortable...

### 1 - Une aventure de longue haleine

C'est une histoire abrégée parce que TOPEX-Poséidon 1 a fonctionné pendant 13 ans ce qui m'oblige à condenser un petit peu dans le cadre de cette présentation. C'est une aventure de longue haleine. Elle commence bien longtemps avant les 30 ans dont on va parler puisque la marque de 30 ans correspond à l'anniversaire du lancement qui a eu lieu le 10 août 1992. L'altimétrie trouve sa source dans un certain nombre d'événements que je vais vous re-

later. Cette aventure débute avec un atelier organisé à Williamstown en 1969 par la NASA auquel assistaient deux Français, François Barlier et Jean-Claude Husson. Cet atelier de Williamstown avait pour objectif de définir les grandes priorités pour l'observation de la terre à partir de l'espace, domaine qui n'était pas encore bien développé à cette époque-là. Cet atelier a conclu en plaçant en tête l'altimétrie pour l'étude de l'océan. Du côté

français, tout a commencé par la géodésie qui était le point fort du département «Calcul d'orbites» dirigé par un certain Michel Lefebvre avec, dès 1966 -1967, les satellites Diapason et Dia-

dème. Ces 2 satellites sont les lointains précurseurs du système de positionnement précis DORIS qui existe toujours aujourd'hui et qui équipe encore pas mal de satellites.

Georges Balmino et Gérard Brachet se sont inspirés des recommandations faites à Williamstown pour définir et présenter en 1970 un projet qui s'appelait DORADE. Ce projet est en fin de compte l'ancêtre de ce qu'on a appelé ensuite une charge utile altimétrique. Du côté américain un premier altimètre est embarqué en 1973 sur la station spatiale SKYLAB. Il va fonctionner pendant deux ans de 1973 à 1975. Un altimètre est ensuite installé sur le satellite GEOS-3 (1975-1979) avant le lancement en 1978 du satellite SEASAT dont je vais vous parler plus longuement par la suite.

Mais avant cela, j'ai évoqué les noms d'un certain nombre de personnes et je souhaite à travers cette planche (Cf. figure 1) mettre un visage sur ces noms. Nous avons perdu au fil des années Michel Lefebvre et Jean-Claude Husson. Georges Balmino, à ma connaissance, se porte bien et même chose en ce qui concerne François Barlier. Enfin Gérard Brachet qui est présent aujourd'hui dans la salle.



Fig 1 : Michel Lefebvre, Jean-Claude Husson, Georges Balmino, François Barlier, Gérard Brachet.



Fig 2 : Vue d'artiste du satellite SEASAT

### 2 – Le satellite SEASAT

SEASAT (Cf. figure 2) est un satellite lancé le 27 juin 1978. Il été conçu par le Jet Propulsion Laboratory (JPL) qui était le laboratoire spécialiste des capteurs actifs pour l'étude des planètes. Il s'était notamment il-

lustré par l'observation par radar de la surface de Vénus. Le JPL s'est dit qu'il ne serait peut-être pas mal de regarder la Terre avec les mêmes types d'outils qui avaient été mis à l'épreuve lors



de l'exploration des planètes. Jusque-là l'observation de la Terre était plutôt la spécialité du Centre Goddard de la NASA situé sur la côte Est des États-Unis. Le JPL, situé pour sa part sur la côte Ouest, s'est donc mis au travail pour installer sur SEASAT un radar altimètre, un radar à synthèse d'ouverture et un diffusiomètre, plutôt diffusomètre pour faire plaisir



Fig 3 : Fritz Schott, Carl Wunsch (au centre), Jim Marsh, George Born, Joe Reid.

à Daniel Vidal-Majar qui n'est pas présent aujourd'hui, et enfin deux radiomètres, un travaillant dans le visible et l'infrarouge, l'autre dans la bande de fréquence des micro-ondes. Tous ces instruments étaient destinés à mesurer différents paramètres de la surface de l'océan, surface qui avait faire dire à Mac-Mahon «que d'eau, que d'eau, mais on n'en voit que le dessus». C'est une citation qui s'applique complètement aux capteurs placés sur satellite qui ne permettent pas d'observer sous la surface océanique. C'est fâcheux. Cependant l'altimétrie a ceci de particulier qu'elle permet quand même d'interpréter une partie de ce qui se passe en dessous de la surface.

### 3 – Après la panne de SEASAT, la NASA se met en ordre de marche

En 1979, après la disparition prématurée de SEASAT qui n'a duré que 3 mois (ce qui a conduit bon nombre de personnes à émettre des conjectures sur les raisons pour lesquelles SEASAT est tombé si tôt en panne, mais on ne suivra pas cette piste-là), la NASA se dit «il va falloir peut-être essayer d'organiser quelque chose autour de l'océanographie qui s'avère quand même intéressante». Elle recrute donc Stan Wilson qui était le gestionnaire d'un programme de recherche en océanographie physique à l'US Navy. Sa lettre de mission est d'établir un programme national d'océanographie spatiale. Il fait l'inventaire et il s'aperçoit qu'il n'y a pas grand monde autour de lui pour travailler sur le sujet. La première action qu'il mène consiste donc à recruter des océanographes dont un certain Bob Stewart qui sera, dans un premier temps, le Project Scientist de TOPEX au JPL, puis de TOPEX-Poseidon, ainsi que d'autres personnes dont certains sont sur cette photo (Cf. figure 3).

Il recrute aussi l'ingénieur de l'altimètre de SEA-

SAT qui s'appelait Bill Townsend et qu'on va revoir régulièrement tout au long de cette histoire. Il le recrute au NASA Headquarters pour être son «Program Scientist». En effet Stan Wilson est chef de la division océanographie spatiale dans laquelle il n'y a personne pour l'instant que lui et il recrute donc un «Program Scientist».

A la suite de ça, Stan Wilson constitue en février 1980 un groupe de travail scientifique. Puis ayant distribué le travail à d'autres personnes, il participe au symposium «Oceanography from Space» qui se tient en mai 1980 à Venise, Venise qui est sa ville favorite. C'est là que je le reverrai bientôt d'ailleurs, puisque nous avons la semaine prochaine l'OSTST 2 qui se tient à Venise et il y aura une table ronde avec Alain Ratier, Stan Wilson. Bill Townsend ne peut pas venir pour des problèmes de santé et Bill Patzert qui était lui aussi invité ne vient pas parce que maintenant cela le révolte de traverser l'Atlantique pour ne parler que pendant une heure dans une table ronde. Il y aura d'autres personnes dont Philippe Escudier et moi. Donc, en mai 1980, Stan Wilson rencontre à Venise Michel Lefebvre. Michel Lefebvre, vous l'avez connu, la première chose qu'il fait c'est de l'inviter à venir à Toulouse.

### 4 – Rapport du groupe de travail scientifique TOPEX

Le 1<sup>er</sup> mars 1981, le groupe de travail scientifique TOPEX publie, sous la houlette de Bob Stewart, un rapport qui s'appelle «Satellite Altimetric Measurements of the Ocean». Ce rapport on peut le télécharger sur internet où je l'ai retrouvé. Il trace la perspective de ce que pourrait être le projet TOPEX. A l'époque, TOPEX est un nom qui ne plaît pas énormément aux États-Unis, car c'était notamment le nom d'une marque de produits anti-acnéique. Du côté de la NASA on n'aime donc pas trop ce nom. Ils pensaient s'en débarrasser, mais finalement il perdurera.

### 5 – Activités françaises de 1978 à 1981

Du côté français entre 1978 et 1981, que se passe-t-il ? Tout d'abord, par suite d'un accord avec la NASA, les 3 mois de données de SEA-

SAT ont donné lieu à une exploitation intensive dans le cadre d'un groupe européen qui s'appelait SURGE (SEA-SAT Users Research Group in Europe) dont faisait partie un certain nombre de brillants européens (dont l'Allemand Klaus Hasselmann qui a récemment reçu un prix Nobel), mais aussi Michel Lefebvre et d'autres personnes certainement mais je ne dispose de la liste complète des gens de SURGE.

En septembre 1981, du 14 au 17 septembre, se tient le séminaire de prospective scientifique spatiale du CNES aux Arcs, une station de sport d'hiver qui n'est pas exactement au bord de la mer, mais qui va avoir une importance considérable pour la suite. Le rapport d'ouverture est présenté par Pierre Morel, directeur général adjoint, et on voit dans l'extrait de ce rapport (Cf. figure 4), que là aussi vous pouvez télécharger sur le site du CNES, qu'il faisait montre d'une certaine intuition. On n'était qu'en septembre 1981 et Pierre Morel dit que la coopération entre le CNES et l'OSTA, l'Office of Space and Terrestrial Applications, est très active et mutuellement satisfaisante, qu'il y a dans le domaine de l'observation de la terre Argos, un autre système analogue Sargos dans le cadre de Sarsat, mais qu'en dehors de tous ces programmes d'application il n'y a pas grand-chose. Il y a des petites opérations comme le satellite UARS sur lequel il y a une expérience française nommée Winters, le lidar embarqué sur avion stratosphérique et qui sera le premier «jouet» qu'on m'a donné à traiter. Je n'étais pas au CNES depuis 2 mois que j'allais aux États-Unis négocier l'embarquement d'un lidar, en fait un petit bout de lidar sur un avion stratosphérique qui était l'avion ER-2, un avion du même type que celui qui s'était fait piéger au-dessus de la Russie. Enfin Pierre Morel évoquait la possible participation à un projet de satellite géodésique et océanographique TOPEX. Le professeur Morel avait donc bien vu.

Durant ce colloque, il y eut des groupes de travail dans lesquels plein de gens ont discuté de tous ces aspects, Kovalevsky et d'autres. Puis Michel Petit, qui est décédé il y a quelques années, alors le directeur de mon premier laboratoire, énonçait ainsi les conclusions de ce colloque pour les sciences de la Terre :

Il faut préciser, enfin, que la coopération entre le CNES et le Office of Space and Terrestrial Applications demeure très active et mutuellement satisfaisante. Sa composante la plus visible, après la réalisation du système de localisation et de collecte de données ARGOS, est le développement et la démonstration d'un système analogue SARGOS destiné à localiser et enregistrer les appels de détresse (dans le cadre du programme américano-franco-canadien SARSAT). Mais, en dehors de ce programme d'application proprement dit, nos projets communs comprennent aussi différentes activités qui sont classées en Europe dans le domaine des sciences orientées vers la Terre (programme UARS, lidar embarqué sur avion stratosphérique, géodésie spatiale ...) et la microgravité (élaboration des matériaux dans l'Espace). La principale perspective ouverte à moyen terme est la participation éventuelle de la France à la réalisation du projet de satellite géodésique et océanographique TOPEX.

Fig 4 : Extrait du rapport d'ouverture du séminaire des Arcs (Septembre 1981)

- \* Entreprendre des études générales sur les projets Poséidon et Gradio,
- \* Améliorer les systèmes de mesure de la cinématique terrestre. Cela c'était plutôt pour aider des opérations au sol,
- \* Soutenir l'embarquement d'un diffusiomètre sur ERS 1. C'est une assez bonne idée puisque c'est l'instrument qui a eu la plus grande postérité ensuite sur les satellites météorologiques européens,
- \* Améliorer l'accès aux données spatiales météorologiques, c'est ce qu'on a appelé le Satmos. Cela a été un des projets sur lequel j'ai travaillé au début,
- \* Développer les ballons de longue durée. Cela sera effectivement fait ainsi que le développement de montgolfières infrarouges,
- \* Faire progresser les techniques de sondage de l'atmosphère par lidar. Tout ça a été effectivement accompli et cela a connu son apogée avec le satellite européen qui s'appelle ADM-AEOLUS,
- \* Favoriser l'accès aux données pour la géophysique interne, spécialement des données sismiques et la physique de l'atmosphère.

Ce que je vois, c'est que rétrospectivement en lisant ça, quelque 40 ans après, tout ça a effectivement été l'axe sur lequel s'est orientée la stratégie scientifique du CNES concernant l'observation de la Terre.

## 6 – La division des programmes de recherche de la Direction des programmes et de la planification du CNES en 1982

En 1982, la direction des programmes et de la planification, dirigée par Jean-Marie Luton, directeur des programmes, comportait plusieurs divisions dont une division «Programmes d'application» dont Gérard Brachet, présent aujourd'hui dans la salle, devait être le responsable, et une division «Programmes de recherche» dont le responsable était Daniel Sacotte. Sous l'auto-

rité de Daniel Sacotte, Il y avait des responsables de programme :

\* Geneviève Debouzy qui s'occupait de l'astronomie,

\* Arlène Ammar-Israël, qui aurait pu être avec nous aujourd'hui mais qui avait d'autres obligations cet après-midi,

\* Patrick Mascart qui était responsable des programmes atmosphère météo,

\* René Bost qui s'occupait des programmes de médecine spatiale et des vols habités, pour mémoire on venait d'avoir avec PVH le premier vol habité d'un Français,

\* Jean-Pierre Chassaing qui s'occupait d'océanographie et de géophysique interne,

\* Michel Auger qui traitait de R&D et des ballons,

\* Pierre Pesenti en charge de la physique des matériaux en impesanteur

\* Et enfin un certain nombre d'électrons libres. Je me souviens par exemple de Hubert Bortzmeyer qui était aussi dans cette division mais qui n'y est pas resté très longtemps et a par la suite été directeur du Centre Spatial Guyanais.

A l'époque il se trouvait que Patrick Mascart souhaitait retourner dans son laboratoire à l'Institut de Physique du Globe de Clermont-Ferrand et Jean-Pierre Chassaing était en partance pour le CNEXO où on lui avait fait des propositions intéressantes. C'était un chemin bien balisé pour aller du CNES au CNEXO qui s'est appelé ensuite l'IFREMER. Yves Sillard avait déjà suivi ce trajet-là (que j'ai aussi suivi en 2020).

## **7 – De part et d'autre de l'Atlantique – L'impératif de coopérer**

De part et d'autre de l'Atlantique on s'aperçoit au début des années 80 qu'il y a une nécessité de coopérer. Stan Wilson raconte qu'en juillet 1982 il a présenté le projet TOPEX devant les directeurs d'agences américaines qui avait trait à l'océan. Tout le monde a dit alors que ce serait très bien d'avoir ce type d'instrument. Mais l'administrateur de la NASA, James Beggs, déclare que la NASA serait d'accord pour travailler avec d'autres agences pour mettre en place ce satellite d'océanographie mais qu'elle ne le fera pas toute seule. Cela impliquait qu'il fallait trouver une coopération, que cela ne pouvait pas être aux États-Unis, qu'il fallait chercher ailleurs. Stan Wilson avait regardé du côté des Anglais qui n'avaient pas de budget pour ce type de coopération, du côté des Allemands qui n'étaient pas

très argentés non plus et puis il s'est souvenu de ce type qu'il avait rencontré à Venise et ensuite à Toulouse. Il s'est dit : je vais tâter le terrain du côté des Français.

C'est le même impératif du côté CNES car le coût de placer l'altimètre Poséidon sur SPOT-2, hypothèse de travail envisagée à l'époque, dépassait de très loin l'enveloppe du budget scientifique. Je ne sais pas si vous vous souvenez encore de ce que c'est que le million de francs à l'époque mais le budget complet de toute l'observation scientifique de la Terre quand je suis arrivé, l'atmosphère et la météo, c'était 2 millions de francs. Il fallait 300 millions de francs pour embarquer simplement Poséidon et peut-être un Doris sur SPOT-2. Donc c'était inconcevable. De part et d'autre de l'Atlantique, on voyait bien qu'il fallait coopérer.

## **8 – Le CNES se met aussi en ordre de marche...**

C'est à cette époque que j'ai été recruté au CNES le 2 novembre 1982. J'ai quitté le CNRS le 31 octobre. Le premier novembre j'ai fait très attention de ne pas avoir d'accidents et à partir du 2 j'étais au CNES. Ma mission était d'une part reprendre les dossiers dont s'occupaient Mascart et Chassaing (Mascart était à mi-temps et Chassaing, tout en étant à plein temps, ne travaillait vraiment qu'à mi-temps) et les ballons dont s'occupait Michel Auger de façon à grouper tout ce qui était atmosphère et océan sous un seul chapeau. Ma mission particulière était de faire de Poséidon un programme en coopération avec la NASA. Cela demandait quand même de changer de braquet. Personnellement j'avais fait des coopérations dans le domaine observation de l'atmosphère vue du sol parce que j'étais un spécialiste radar de la détection des marées atmosphériques. Le mot marée cela fait penser à l'océan mais c'était plutôt de marées atmosphériques dont il était question. Les radars, je connaissais, mais à partir du sol avec une précision de 1 km sur une traînée météoritique à 90 km d'altitude mais pas une précision d'un centimètre à 1336 km d'altitude. C'était quand même un certain choc culturel. On va y revenir.

## **9 – Jeté dans le bain avant de savoir nager**

Cela ne faisait que 2 mois et demi que j'étais au CNES que l'on m'a m'envoyé au Langley **3** pour discuter de l'embarquement d'un petit bout de Laser sur l'ER-2 avec Gérard Mégie et Pierre Fla-

mant qui étaient les promoteurs de ce projet. Puis le lendemain matin, le 26 janvier 1983, je suis arrivé à Washington bien fatigué où je devais présider du côté français une réunion organisée par l'Académie des Sciences américaine sur les altimètres pour l'expérience mondiale WOCE sur la circulation des océans. A cette époque, il existait un grand programme mondial, le World Climate Research Program (WCRP), qui intégrait entre autres deux grandes expériences océaniques WOCE d'une part et TOGA qui s'intéressait plutôt à l'interaction entre l'océan et l'atmosphère dans les régions tropicales. TOGA était essentiellement pilotée par l'idée d'essayer de comprendre le phénomène El Niño. Participait à cette réunion, du côté américain la fine fleur de l'océanographie américaine. C'était le gratin de l'océanographie américaine et donc mondiale en pratique. Et puis du côté français, on était 5 ou 6 dont la moitié ne savait pas même pas ce que c'était que l'altimétrie. Certains dont, par exemple, Jacques Merle qui s'intéressait surtout à l'océan tropical, disaient «qu'on ne verrait rien avec vos altimètres». Dans notre groupe il y avait quand même Michel Lefebvre et Jean-François Minster qui étaient d'un autre calibre. La conclusion de cette journée de discussion a été que c'est intéressant de faire une coopération franco-américaine en altimétrie pour l'expérience mondiale sur la circulation océanique. C'était le premier résultat qu'il fallait à tout prix à la NASA pour avoir une justification de coopérer avec les Français en donnant la préférence à une mission en orbite non héliosynchrone. Ce point éjectait très clairement l'idée de Poséidon sur SPOT comme étant cette mission commune parce que l'orbite héliosynchrone présente le défaut de provoquer ce qui s'appelle l'aliasing, l'effet stroboscopique sur les marées océaniques. Donc si on voulait détecter les marées en plein océan il ne fallait pas être sur une orbite héliosynchrone qui passe toujours à la même heure locale au-dessus d'un même point. Dans les conclusions de cette réunion il était aussi précisé que la mission devrait utiliser d'un altimètre à la technologie éprouvée. Cela impliquait que l'altimètre Poséidon, un instrument qui n'avait pas encore volé et dont on ne savait pas s'il aurait une puissance suffisante, ne pouvait pas être l'instrument principal de la mission. Néanmoins l'idée d'emporter à titre expérimental un altimètre français n'était pas exclue des conclusions de ce rapport, le côté français avait ce qu'il voulait.

## 10 – «French Bluff»

«French Bluff» cette interjection est restée pendant des décennies dans notre tête. C'était Bill Townsend, le Program Manager à la NASA, qui l'avait proférée pendant cette réunion de Washington à la fin de janvier 1983. On avait dit que DORIS permettrait de déterminer l'altitude d'un satellite avec telle et telle précision, il avait dit «French Bluff». Il n'avait pas tort sur le fond car on n'avait absolument aucun argument technique concret et sérieux à opposer à part notre conviction et notre certitude que ça marcherait. Cela donnait un peu le climat d'entente radieuse qui pouvait exister entre les deux délégations. Et là on n'en était qu'au niveau de la science ! Pendant une période qui s'étale de janvier à juin-juillet 1983, une série d'échanges par fax se met en place. Ce sont donc des rouleaux entiers de fax dans lesquels la NASA nous posait des questions techniques sur l'altimètre POSEIDON, combien pèse-t-il, quelles sont les fréquences de Doris, etc. Il fallait répondre à tout ça pratiquement sous 24 heures. Cela a donc été très dense. Manifestement la confiance ne régnait pas. Ils ne nous croyaient. Michel Lefebvre, Norbert Lannelongue qui était le responsable altimètre et Michel Dorrer qui était plutôt le responsable Doris à cette époque-là, préparaient les réponses à toutes ces questions qui venaient de la NASA et moi je les remettais en forme en anglais puisque mes petits collègues toulousains parlaient souvent un anglais assez approximatif. Avant que les réponses ne soient envoyées, elles étaient revues par René Pellat, conseiller scientifique du CNES à l'époque, et qui veillait sur ce programme comme à la prune de ses yeux. Je ne sais pas si tous ici avez pu connaître René Pellat mais c'était « un tueur » et à la NASA il avait été bien repéré comme tel. Les Américains avaient très, très peur de René Pellat. Chaque fois que l'on avait une réunion au JPL et que René s'invitait en disant « tiens je vais venir à cette réunion » les Américains commençaient à flipper un peu (et nous aussi).

## 11 – 5-7 juillet 1983 : Première réunion technique au JPL

Du 5 au 7 juillet 1983, se tient la première réunion technique au JPL cette fois. Il y avait deux absents, Michel Lefebvre et Bill Townsend. Michel Lefebvre ne pouvait être présent mais je ne suis pas sûr que sa présence aurait donné un tour fa-

vorable aux discussions parce qu'il était assez rétif sur certains points qui lui restaient en travers de la gorge (cela il nous l'a dit après). Bill Townsend était l'adversaire numéro un du projet. Il ne voulait absolument pas de cette coopération. Il trouvait que c'était trop risqué mais il se trouve que sa femme était enceinte et qu'elle a donné naissance à Baltimore à un garçon pen-



Fig 5 : Quatre des participants français à la réunion JPL du 5 au 7 juillet 1983 (Michel Avignon, Guy Bondivenne, Michel Dorrer, Norbert Lannelongue)

dant la semaine où se tenait cette première réunion technique. Bill et son épouse ont prénommé leur garçon JASON, une certaine ironie dans l'histoire quand on sait le nom porté par les successeurs de TOPEX-Poséidon.

L'objet de cette réunion était de définir les contours de l'étude de phase B qu'on allait mener sur un scénario de lancement de TOPEX par une fusée Ariane. Ce lancement avait été entre-temps discuté entre les strates supérieures de la NASA et du CNES à la suite de la proposition de Frédéric d'Allest de lancer TOPEX par Ariane, proposition qui a fait frémir pas mal de monde parce que ce serait la première fois qu'un satellite de la NASA, qui avait une importance un peu stratégique à cette époque-là, serait lancé par un lanceur européen. Lors de cette réunion l'objectif était d'étudier aussi l'emport comme passager potentiel en «piggy back» de DORIS et de l'altimètre Poséidon. Autant vous dire que nous, du côté français, c'était notre seuil minimum de ce qui était acceptable alors que du côté américain c'était considéré comme des éléments à faire tomber le plus vite possible.

On est arrivé là-bas dans une grande salle du JPL. Nous étions 6 français dont quatre sont sur cette photo (Cf. figure 5) prise à l'aéroport de Los Angeles juste avant notre retour en France.

Nos interlocuteurs de la NASA nous avaient offert des posters. Nous étions épuisés et on était affalés à attendre l'avion. Nous n'étions tous que des trentenaires ou à peine plus. Il y avait Michel Dorrer donc qui venait tout juste d'être nommé comme chef de projet alors qu'on s'attendait à ce que cela soit Lannelongue. Mais bon cela a été une bonne décision prise assez rapidement au niveau du CNES. Il y avait Guy Bondivenne qui était responsable du lanceur. Il y avait aussi Di-

dier Ulmann, tout juste recruté aux affaires internationales, que l'on ne voit pas sur la photo parce que je pense que c'est lui ou moi qui prenions la photo à ce moment-là. Michel Avignon (à gauche) était responsable des traitements. Norbert Lannelongue, à droite sur la photo, avait été nommé responsable charge utile DORIS et POSEIDON. Et enfin moi qui étais le chef de la délégation.

tion.

## 12 – «Toulouse, is that a city?»

Pendant cette réunion technique, nous avons fait un certain nombre de présentations. On nous écoute assez distraitement. Michel Dorrer présente sa première planche relative au Toulouse Space Center et il y a un Américain qui pose la question «Toulouse, is that a City ?». Ceci vous donne une idée de l'esprit d'ouverture qui pouvait exister du côté du JPL. De notre côté nous nous étions quand même un peu documentés.

Le seul exposé qui retient vraiment l'attention est celui de Guy Bondivenne sur les performances d'Ariane-4, et on l'interroge sur plein de détails. L'adversaire du projet en dehors de Townsend qui n'était pas là, est Charlie Yamarone, chef de projet TOPEX. Il faudra 5 ans pour lui faire admettre qu'il avait des origines italiennes mais depuis il est adorable et on a de très bonnes relations. Yamarone ne prend pas de gants pour affirmer qu'il est impossible d'embarquer Poséidon et une deuxième antenne. L'idée d'un partage de l'antenne de TOPEX le révolte. Pour lui, il est impossible de faire fonctionner ensemble deux émetteurs radar, hors de question de partager le temps d'antenne. C'est alors qu'un de ses ingénieurs le contredit en osant dire qu'il n'y voit pas de problème. Yamarone ignore l'objection tout en fusillant du regard l'importun. Ce qui ressortait visiblement de toute cette conversation c'est que les ingénieurs du JPL étaient assez tentés par l'idée de faire une coopération avec les Français et s'efforçaient de trouver des solutions, alors que le chef de projet Yamarone s'ingéniait à accumuler les obstacles.

## 13 – «Joint Project? What does it mean?»

On leur dit que nous souhaitons que cette coopération se fasse dans le cadre d'un «Joint Project». Ils nous rétorquent «qu'est-ce que c'est qu'un projet conjoint ?». Nous leur expliquons qu'une mission conjointe est un partage complet des responsabilités et des données. Ils nous demandent où se dérouleront les réunions, est-ce qu'il leur faudra dépenser le bon argent américain alloué à la mission en bons repas et en bons vins français. Nous leur répondons pied à pied en précisant que les réunions se tiendront alternativement en France et aux États-Unis et nous irons dépenser le bon argent de mission français en Fast Food et en Coca-Cola. Ils nous imposent l'approche dite Black Box, c'est à dire qu'on ne connaît que des interfaces et que ce qu'il y a dans les boîtiers, on ne doit pas le savoir aussi bien pour les Français que pour les Américains. Ils ne s'intéressent pas à nos instruments même si nous prétendons que l'altimètre à l'état solide, qui était le fer de lance de notre proposition, était quelque chose d'intéressant qui mériterait d'être testé pour pouvoir équiper des satellites dans le futur, ce qui était la grande vision de Michel Lefebvre. Pour leur part, ils nous parlent de TOP, de tubes à ondes progressives, qui ont d'ailleurs parfaitement fonctionné (mais qui avaient flanché sur SEASAT). On avait donc des raisons d'avoir des interrogations sur les TOP. Nous leur avons dit que nous n'étions pas là pour espionner car pour les Américains la technologie des TOP était sensible et qu'ils ne souhaitaient donc pas partager de l'information sur la technologie de ces derniers. Nous leur rétorquons que la technologie des TOP est très ancienne tout mettant en avant la légèreté et la faible consommation de Poséidon et de son amplificateur à état solide. Bref l'ambiance n'était pas spécialement tournée vers une coopération mais plutôt un affrontement. Townsend n'étant pas là, il fut notre allié involontaire. Le seul vrai allié c'est Stan Wilson pour la bonne raison qu'il savait qu'il n'avait pas d'autre choix que celui de coopérer sinon le projet TOPEX était mort. Et de notre côté nous le savions aussi.

9/7/83

- CNES Program Authorities confirm

\* Our interest in participating to a joint program between NASA and CNES, which implies to be involved in the mission definition and science exploration on an equilibrated basis.

\*\* Our willingness to take part in a joint Phase-B study during the next year. One result of this study (possibly at mid term) will be to clarify which option of altimeter/amplifier is selected definitely.

Our final task now is to write down a statement of what is agreed on and what is still under discussion.

Fig 6 : Le transparent « Instructions de la hiérarchie du CNES » présenté le 7 juillet 1983.

### 13 – TOPIDON ? POSEIDEX ?

Stan Wilson et moi, nous avons bien compris qu'il fallait que l'on se mette d'accord indépendamment des discussions qui pouvaient se tenir au niveau technique parce qu'on avait une bonne raison l'un comme l'autre de devoir aboutir à quelque chose qui puisse se faire. Donc nous avons tenu plusieurs conciliabules le soir dans le luxueux hôtel Huntington Sheraton de Pasadena pour tenter de débloquer la situation.

Au cours d'un dîner à l'Athe-naeum, un restaurant réservé aux VIP de l'université Caltech, Stan et moi convenons que, faute de mieux, le projet, qui a connu, au cours du printemps, des ap-

pellations variées et certaines fantaisistes comme Topidon ou encore Poseidex selon le dosage des éléments des deux projets, conservera provisoirement le nom de TOPEX-Poséidon en espérant trouver ultérieurement une meilleure appellation. Ce ne fut pas le cas comme vous le savez.

### 14 – ALLO Daniel ?

Le 7 juillet, alors que nous devions repartir pour l'aéroport à 17 h, la discussion bute toujours sur l'altimètre. On était dans un cul-de-sac. Je demande donc une suspension de séance à 10h du matin. Je vous raconte tout ça car c'est vraiment le moment où j'ai l'impression que la vie du projet s'est jouée. Si on était revenu bredouille de cette réunion, je crois qu'on aurait dû laisser tomber le projet Poséidon. Il fallait absolument que l'on revienne avec un accord. Je dis à la délégation américaine que j'ai besoin d'une suspension de séance pour consulter ma hiérarchie. On m'apporte un téléphone, pas de téléphone portable évidemment à l'époque, et j'appelle mon chef Daniel Sacotte qui était en vacances à Marseille et venait de rentrer de la plage. Je lui explique que l'on est dans une impasse et que l'on n'arrive pas à obtenir un accord. Il me dit «débrouille-toi, de toute façon ils seront obligés d'accepter». Voilà donc les instructions de ma hiérarchie ! Je disposais à cette époque-là d'un ordinateur de marque Crayon-Feutre avec un logiciel qui imitait l'écri-

ture humaine et j'ai fabriqué ce qu'on appelait un transparent dans lequel j'ai écrit les « instructions de ma hiérarchie ». Ce transparent, je l'ai gardé, ce qui me permet de vous le présenter aujourd'hui (Cf. figure 6).

Dans ce transparent il est stipulé que le responsable des programmes du CNES, Daniel Sacotte en l'occurrence, confirme notre intérêt à coopérer sur un projet conjoint, point auquel l'on tenait absolument, et notre accord pour participer à une étude de phase B dans laquelle il y aurait l'embarquement de Doris et de l'altimètre Poséidon ou au moins de l'amplificateur à état solide pour tester son fonctionnement dans les conditions spatiales.

### 15 – Premières victoires

Le ton et le vocabulaire employé dans ce transparent semblent persuader les Américains que nous sommes prêts à rentrer les mains vides s'ils n'acceptent pas d'inclure l'altimètre français dans les études de phase B. Finalement ils l'acceptent avec néanmoins la réserve «if possible». On rédige un protocole d'accord à la hâte avant de partir pour l'aéroport avec les posters de la NASA. La phase B est donc lancée et les ingénieurs ont commencé à travailler ensemble. Et plus ils travaillaient ensemble, plus ils trouvaient des solutions et des réponses. Bref l'obstacle politique franchi, les ingénieurs ont été en mesure de faire de TOPEX-Poséidon un projet qui tienne la route. Quelques mois plus tard, la phase B «conjointe» conclut à la faisabilité d'un lancement de TOPEX par une Ariane 40, avec en passager le système d'orbitographie DORIS en tant que l'un des systèmes nominaux de la charge utile ainsi que TRANET (abandonné ultérieurement), des réflecteurs lasers et un récepteur GPS expérimental. Quant à Poséidon, il est aussi admis à bord et il partagera un temps d'antenne de 5 % du temps total. Pour la NASA, cette allocation de 5 % n'était pas trop difficile à accepter puisque dans la spécification de mission rédigée par le groupe TOPEX scientifique il était écrit qu'ils avaient droit à 89% de données acquises minimum. Donc si les données Poséidon ne sont pas exploitables, ce n'est pas grave, puisque le volume concerné reste dans les 11 % de perte acceptable.

### 16 – De 1983 à 1992

Les équipes du JPL et du CNES vont travailler ensemble pendant 9 ans. Dans un premier temps il y a eu les études de phase C jusqu'en 1987, date à laquelle la NASA obtient enfin une décision de new-start qui correspond aux États-Unis à l'inscription d'une nouvelle ligne dans le budget de la NASA pour le projet TOPEX-Poséidon. Quelques mois après la décision américaine le CNES décroche l'approbation du gouvernement français. Jusqu'au 10 août 1992, date de lancement du satellite par Ariane (vol V52), soit pendant 5 ans, se déroule la phase D. Toutes ces années connaissent des problèmes techniques mais aussi des problèmes politiques entre la France et les États-Unis. Il y eut quelques moments un peu délicats. Il a fallu jongler avec tout ça pour essayer de passer entre les gouttes. D'innombrables péripéties jalonnent ces neuf années, et je vais vous raconter quelques-unes parmi les plus «croustillantes».

### 17 – DORIS sur SPOT-2

En 1984, la décision est prise de lancer un DORIS probatoire (c'est un instrument fabriqué un peu rapidement et prévu pour durer 6 mois) sur le satellite d'observation SPOT-2. On a très peu de temps pour le faire mais on n'a pas d'argent. Pour le financer, le CNES décide d'abandonner l'instrument Winters qui était un instrument passager sur le satellite américain UARS. Isaac Revah et moi, nous allons rencontrer la NASA pour les calmer parce qu'ils étaient furieux qu'on laisse tomber un instrument qui avait été sélectionné. On leur dit oui mais la priorité c'est TOPEX-Poséidon. Finalement la NASA accepte ce choix. Pour calmer le PI de l'instrument Winters, Gérard Thuillier qui a un caractère pas très commode, la France propose de prendre une petite participation dans un instrument canadien, nommé WINDII, qui peut ainsi être installé sur UARS. Finalement Gérard Thuillier accepte ce compromis.

Quant à DORIS sur SPOT-2, lancé en janvier 1990, prévu pour durer 6 mois, il a fonctionné pendant des années et des années. Cela a donné une confiance énorme pour le projet

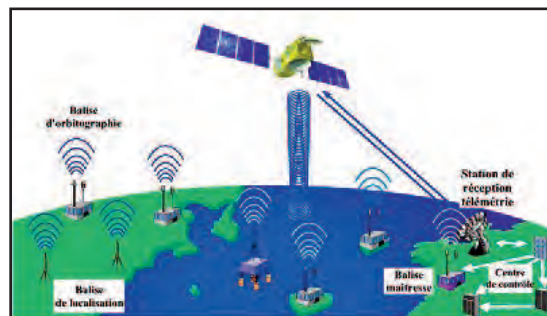


Fig 7 : Système DORIS

TOPEX-Poséidon. L'idée de placer DORIS sur SPOT-2 a vraiment été une idée clé. Sans DORIS sur SPOT-2, nous n'aurions pas pu amener de preuve que le concept fonctionnait et les choses auraient pu s'effiloche.

### **18 – Récupérable en orbite ?**

Au milieu des années 80, les astronautes américains sur la navette spatiale avaient réussi à récupérer, réparer et relancer un satellite de la NASA, je ne me rappelle plus lequel. La NASA annonce que dorénavant, tous les vaisseaux spatiaux devraient être récupérables et réparables dans l'espace. Il y a donc eu, projet par projet, des revues organisées au siège de la NASA. Nous nous sommes donc rendus à la revue concernant le projet TOPEX-Poséidon à laquelle participait Hans Mark, administrateur adjoint de la NASA chargé du transport spatial. Bill Townsend a exposé la mission TOPEX-Poséidon. Il précise notamment que l'orbite est à 1336 km d'altitude et inclinée à 66° et que le lancement est prévu par une fusée Ariane. Il est interrompu directement par Hans Mark qui lui dit : «Non mais cela ne va pas. Ce n'est pas possible. C'est impossible. Ce satellite doit pouvoir être récupérable par la navette et ramener au sol pour le réparer puis on verra». C'était complètement absurde. Je me souviens de la tête de Bill Townsend. C'est comme si quelqu'un lui avait balancé un grand coup de poing dans le ventre. Il est estomaqué qu'un administrateur de la NASA puisse dire une telle ineptie.

### **19 – La Grappling Fixture**

Les ingénieurs de JPL ont alors beaucoup réfléchi. Ils ont imaginé d'ajouter un crochet (Grappling Fixture en anglais) qui était supposé permettre de saisir le satellite avec le bras télémanipulateur de la navette, afin de le placer dans la soute et de le ramener au sol. Après ça on ne sait pas ce qu'on aurait pu faire du satellite puisqu'il n'était pas relançable par un autre lanceur et on ne voit pas comment les Français auraient financé une nouvelle Ariane pour le relancer. Pour rendre le scénario plus crédible, les ingénieurs du JPL ajoutèrent des plus gros réservoirs afin de disposer des ergols nécessaires pour ramener le satellite de son orbite inclinée à 66° à 1336 km sur celle de la navette dans les 350 km d'altitude et à 51°.

Donc il fallait embarquer de grandes quantités d'ergols, ce qui, d'ailleurs, a été très bon parce que

ceci a permis de maintenir la mission en orbite pendant des années et des années alors qu'initialement la mission TOPEX était prévue pour une durée de 3 ans, éventuellement prolongeable à 5 ans. Finalement la mission TOPEX a duré 13 ans. Avec l'ajout de la «Grapple fixture» et des ergols, le bilan de masse de TOPEX-Poséidon ne permettait plus un lancement par une fusée Ariane 40. Il fallait une Ariane-42P, c'est-à-dire une Ariane-40 avec en plus deux propulseurs à poudre, ce qui représentait un surcoût de 100 MF (15 M€) pour la partie française. Nous étions consternés. Comment allions-nous réussir à faire passer ce changement de lanceur auprès de la Direction Générale du CNES ? Revenus en France, nous présentons les changements induits par la nouvelle politique de récupération des satellites de la NASA qui a pour conséquence d'alourdir le satellite TOPEX-Poséidon et par voie de conséquence d'exiger l'emploi d'une fusée Ariane-42P. Frédéric d'Allest, directeur général du CNES qui était en même temps directeur général d'Arianespace, réagit positivement à ce changement. En effet, depuis le premier lancement d'une fusée Ariane, les boosters à propergol solide n'avait jamais été encore utilisés. Il a donc estimé que c'était une aubaine de tester ces boosters à poudre et il a trouvé sans problème les 100 MF supplémentaires.

### **20 – Plan de partage de l'antenne à 5 % ou 10 % ?**

Le dossier de décision de TOPEX-Poséidon mentionnait un plan de partage du temps d'antenne entre les altimètres américain et français, de 95 % pour TOPEX et 5% pour Poséidon. Cependant après que le programme TOPEX-Poséidon a été officiellement lancé du côté américain, quelque part en «haut lieu» du côté français, on décrète que la contribution française étant plutôt de 10 %, l'altimètre français devrait fonctionner 10 % du temps. En fait, pour être précis, que l'altimètre français devrait fonctionner un cycle sur dix. Dans le cas contraire, fin de la coopération. Du côté des équipes techniques françaises, c'est la consternation car l'altimètre Poséidon avait été finalement spécifié et dimensionné sur la base d'un temps de fonctionnement de 5 % du temps. De toute façon, dans notre esprit, il n'y avait pas 2 missions, avec d'un côté les données TOPEX et de l'autre les données Poséidon avec lesquelles on aurait pu faire quelque chose de plus si on avait 10 % au lieu de 5 %. J'en profite pour



signaler qu'au départ les Américains nous avaient posé la question «Que penseriez-vous de ne faire que des mesures sur la Méditerranée ?» Bref c'était aussi idiot, de notre côté cette fois, que le «grappling fixture» de Hans Mark. On est donc parti Michel Lefebvre et moi à Washington pour essayer de leur expliquer «Vous comprenez on n'y est pour rien. On sait bien c'est complètement idiot mais c'est une contrainte politique, etc...». Les Américains nous disent qu'ils comprenaient sachant que pour eux cela passait encore dans les 11% «de données perdues» auxquels ils avaient droit.

## 21 – Le Washington Post

On sort de la NASA, assez accablés, et on achète le Washington Post avant d'aller s'asseoir dans un café. En lisant ce journal, nous eûmes la surprise de découvrir que le Congrès américain avait déjà approuvé le projet TOPEX-Poséidon. Pendant notre rencontre avec la NASA personne ne nous en avait parlé.

Il a fallu attendre encore plusieurs mois du côté français pour que la décision soit prise de lancer officiellement le programme Poséidon. Lorsque la décision est finalement prise, nous reçûmes 3 lettres qui nous annonçaient cette décision, l'une signée par Jacques Chirac Premier Ministre à l'époque, la deuxième signée par Alain Madelin, ministre de l'Industrie et la troisième ayant pour auteur Jacques Valade, ministre de la Recherche. Chacun revendiquait dans son courrier la paternité de cette décision !

## 22 – Nous avons beaucoup appris

Nous avons beaucoup appris en tant qu'ingénieurs du CNES auprès de la NASA. Dans cette affaire nous étions un peu des débutants, même si nous avons une certaine expérience scientifique ou technique. On n'avait jamais eu l'occasion de nous confronter à un programme de cette envergure. Nous avons appris à rédiger un Memorandum of Understanding (MoU) ainsi qu'à publier un «Announcement of Opportunity» qui

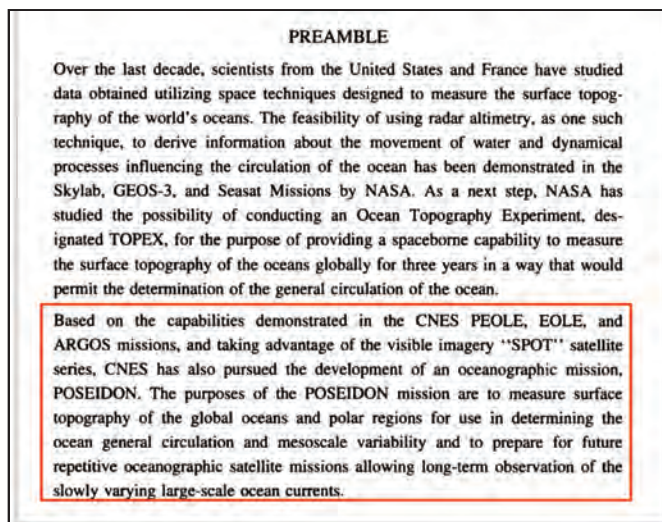


Fig 8 : Le préambule du MoU TOPEX-Poséidon

permettait de sélectionner une équipe scientifique. La NASA nous a permis de découvrir d'autres méthodes de management des projets et de «reporting» ainsi que d'autres grilles d'évaluation.

## 23 – Le préambule du MoU

Je voudrais vous présenter les deux premiers paragraphes du

Memorandum of Understanding (Cf. figure 8) car ils mettent bien en lumière les raisons pour lesquelles la NASA et le CNES ont décidé de travailler ensemble sur ce projet.

Pour la NASA le projet TOPEX s'inscrit dans la poursuite des démonstrations menées avec Skylab, GEOS-3 et SEASAT. Par contre au CNES on s'appuie, je me flatte d'avoir écrit ce paragraphe, encadré en rouge dans la figure 8, qui est absolument mémorable. D'ailleurs Alain Ratier m'a dit qu'il avait été extrêmement utile d'avoir ce texte-là lorsqu'il s'est agi de convaincre les états-membres d'EUTMETSAT de s'engager dans l'altimétrie. A la fin de ce paragraphe il est mentionné «and to prepare for future repetitive oceanographic satellite mission allowing long-term observation of the slowly varying large-scale ocean currents». Je n'ai naturellement pas inventé cela tout seul, j'ai été nourri par la vision de Michel Lefebvre qui dès le début du projet voulait créer une charge utile altimétrique qui pourrait voler sur plusieurs satellites. On n'avait cependant pas encore, à l'époque, l'idée que cela conduirait à une série de satellites. Ce MoU nous a ainsi donné l'opportunité d'écrire ce paragraphe assez visionnaire.

## 24 – Paris - Mai 1988 – Réunion du «Joint Science Working Team»

En mai 1988 s'est tenue à Paris la deuxième réunion c'était du «Joint Science Working Team», c'est à dire de l'équipe scientifique conjointe. Vous voyez que cette fois le «Joint» apparaît bien dans l'appellation de cette équipe. Les membres de cette équipe ont été sélectionnés dans le cadre d'un appel d'offres (Announcement of Opportunity en anglais). Avec la NASA, on s'était partagé le monde. Ils nous avaient dit «hors de

question que vous les Français vous fassiez rentrer des Russes, des Chinois. On va donc se partager le monde. Vous avez l'Europe et l'Afrique et c'est tout. Nous on a le continent américain et les Australiens. Nous n'accepterons pas de propositions venant de Chine ou de l'URSS». Les Américains n'ont finalement sélectionné que des PI (Principal Investigator) américains. Ils étaient une vingtaine. Tous sont sur cette photo (Figure 9) et certains d'entre vous peuvent certainement s'y retrouver. On y voit notamment le professeur Lions, Lefebvre, on voit Minster juste derrière lui. A l'arrière Stan Wilson, etc...

Au CNES nous avons sélectionné 13 PI français et plusieurs d'autres nationalités, dont un Espagnol, un Allemand, un Anglais, une Italienne et un Sud-africain. On avait donc réellement joué le jeu de sélectionner pas seulement que des Français.

## 25 – Et nous leur en avons beaucoup appris

Nous avons beaucoup appris de nos collègues américains mais à eux aussi nous leur en avons beaucoup appris. La coopération a débuté avec des frictions entre eux et nous mais au fur et à mesure elles ont disparu. A la fin nous sommes même devenus les meilleurs amis du monde et eux sont devenus des amoureux de la France. Bill Townsend qui au départ détestait la France, a passé des séjours dans une ferme dans le Périgord et mangé du foie gras du matin au soir. C'est dire le saut culturel que leur a fait faire ce projet.

On leur a notamment appris à n'en faire qu'à sa tête. Par exemple, un jour les ingénieurs du Centre Spatial de Toulouse décident de ne reprendre, malgré le retard, une réunion le lendemain qu'à 9 h 30 alors qu'il était convenu, avec les ingénieurs du JPL, de la reprise des travaux à 8 h 00. Les Américains venus à l'heure dite étaient quittes pour attendre 9 h 30 l'arrivée des Français.

A l'époque le téléphone portable n'existait pas encore et quand nous étions aux Etats-Unis, il nous fallait remplir nos poches de pièces de mon-



Fig 9 : Les participants à la 2e réunion du «Joint Science Working Team» en mai 1988

anglais s'ils posaient leurs questions en français, mais qu'ils oubliaient aussitôt leur anglais dès que la question était en anglais !

Une fois, à la cantine du CST, ils se sont régalés de ris de veau. Ils ont dit « Oh le veau était très très bon ». Quand on leur a dit c'était du ris, ils ont pali car c'est un mets considéré comme im-mangeable aux USA.

Ce sont de petites anecdotes mais qui donnent la mesure du gap culturel qui pouvait exister entre nous et les Américains.

## 26 – Encore un sujet de friction

Il était d'usage de réserver l'accès aux données des missions scientifiques spatiales, surtout en planétologie et en astronomie, aux PI des expériences embarquées pendant une période d'exclusivité pour la bonne raison que c'est eux qui fournissaient leur instrument dans le développement duquel ils s'étaient personnellement investis. Ce n'était pas comme dans les observatoires spatiaux où les données sont à la disposition de tout le monde. Cette période d'exclusivité durait 6 mois ou un an. La durée était fixée dès le début du projet. Mais il y avait toujours un PI pour dire «Ah non, non je n'ai pas fini. J'ai eu des problèmes. Il faut que ça dure plus longtemps».

Aux États-Unis, la communauté océanographique, qui était préparée à utiliser les données d'altimétrie de TOPEX-Poséidon, était infiniment plus nombreuse. Je ne dis pas qu'ils étaient plus malins que nous mais ils étaient plus riches, mieux équipés. Ils avaient des ordinateurs plus puissants. Alors que leurs homologues français se comptaient au début sur les doigts d'une main, avant que grâce à des partenariats, leur nombre

n'augmente. J'avais donc proposé qu'on ait une période d'exclusivité de 6 mois afin que les PI français et autres aient le temps de prendre un peu d'avance. Il nous a été répondu «Non, non, ils ont été sélectionnés 5 ans avant le lancement. Donc ils ont largement le temps de prendre de l'avance par rapport aux autres scientifiques du monde

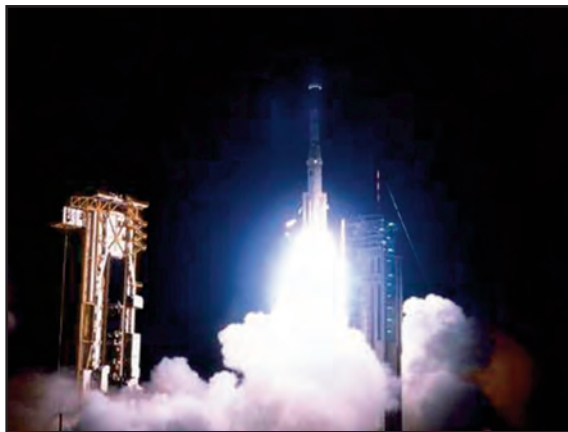


Fig 10 : Lancement de TOPEX-Poséidon le 10 août 1992 par une fusée Ariane 42P.

entier». Ce désaccord fut soumis à la décision du SWT (Science Working Team) qui regroupait les scientifiques français, américains et autres. A l'unanimité, le SWT rejeta la proposition. Grâce à la mobilisation des grands organismes français partenaires du CNES, l'IFREMER, le CNRS, l'IRD, nos chercheurs surent tirer leur épingle du jeu et ont même finalement réussi à prendre la première place sur de nombreux sujets comme celui du niveau de la mer où Annie Cazenave s'est imposée dès le début comme la personne porteuse de la problématique de l'élévation du niveau de la mer liée au réchauffement climatique.

## 27 – Des alertes de dernière minute

Quelques mois avant le lancement, une alerte «composant» fut lancée à propos de certaines résistances de marque Philips mises en cause sur une autre mission. Les gens du projet se sont alors plongés dans les dossiers et les liasses de fabrication des cartes électroniques. Au final il y avait un peu plus de 5000 résistances de ce modèle-là dans le satellite. Les démonter et les remplacer était tout bonnement impossible et il fut décidé d'ignorer cette alerte non sans causer des sueurs froides à l'équipe projet. Comme la suite l'a montré, tout s'est finalement bien passé à ce niveau-là. Une nouvelle alerte fut lancée un mois avant le tir d'Ariane à propos des batteries équipant le satellite et qui avaient été déclarées défectueuses sur UARS. Selon les experts la durée de vie de ces accumulateurs ne dépasserait pas 2 ans alors que la mission nominale de TOPEX-Poséidon devait durer 3 ans. Le JPL, avec l'appui des experts du CNES et des constructeurs de batteries, inventa une stratégie de recharge nommée TLC (Tender Loving Care) qui devait permettre de tenir à peu près 3 ans. Comme vous le savez TOPEX-Poséidon a fonctionné 13 ans, la

stratégie TLC a certainement été plus efficace qu'escompté.

Et enfin le 10 août 1992 le satellite TOPEX-Poséidon est mis en orbite par Ariane.

## 28 – Le satellite TOPEX-Poséidon

TOPEX-Poséidon a été construit sur une plateforme fournie par Fairchild Space Corporation. De l'avis du

CNES ce n'était pas la meilleure proposition. Mais finalement ils ont extrêmement bien travaillé.

La charge utile principale comprenait :

- \* Un altimètre bi-fréquence (13,6 et 5,3 GHz). Le bi-fréquence est important pour faire une correction du retard introduit par l'ionosphère dans le trajet du signal altimétrique,

- \* Un radiomètre hyperfréquence à trois canaux. Ces 3 canaux étaient essentiels pour faire la correction dite troposphérique notamment liée à la teneur en vapeur d'eau et de l'atmosphère,

- \* DORIS

- \* Des réflecteurs laser

En charge utile expérimentale, on trouvait le récepteur GPS et l'altimètre monofréquence Poséidon. Le monofréquence était un inconvénient de Poséidon car il ne pouvait y avoir de correction. Nous disions que l'on pourrait corriger en utilisant des modèles d'ionosphère. On se rendra très vite compte qu'avec le bi-fréquence, c'était bien plus confortable (et les successeurs de Poséidon sont bi-fréquences et intègrent un radiomètre).

L'orbite de TOPEX-Poséidon était inclinée à 66°, à une altitude de 1336 km, avec un cycle de répétition de 9,916 jours, permettant le survol des deux sites d'étalonnage, l'un était la plateforme pétrolière de Harvest en Californie et l'autre sur l'île de Lampedusa en Méditerranée, site dont s'est beaucoup occupé Yves Ménard. L'écart maximal sur la trace devait être au maximum d'un kilomètre d'un cycle au suivant. L'écart entre deux traces successives devait être de 315 km à l'équateur, ce qui donnait une description assez grossière de la circulation océanique mais qui était suffisante pour observer les grands courants mais pas pour la méso-échelle. C'est cette orbite, qu'on appelle l'orbite de référence, qui a été adoptée aussi pour les satellites Jason. Mais à

chaque fois qu'on a eu 2 satellites opérationnels en orbite, on les a placés sur des orbites entrelacées de manière à réduire de moitié l'écart entre les traces.

## 29 – Variation du niveau moyen de la mer de 1993 à 2022

La particularité de TOPEX-Poséidon, et de ses successeurs, est la recherche de la précision ultime dans la détermination du niveau de la mer, ce qu'on a appelé le défi du 1 centimètre. C'est cet enjeu qui a fondé la réputation de cette série de satellites. On n'a pas été loin d'y être arrivé. Je pense même que nous y sommes maintenant.

C'était la condition nécessaire pour mesurer la topographie océanique avec une précision qui permette de déduire les courants marins et l'élévation du niveau de la mer, élévation qui est permanente depuis 1993 (Cf. figure 11). Sur la figure 11, on a superposé les courbes des satellites TOPEX-Poséidon et Jason, mais aussi celles des autres satellites en orbite

polaire dont les orbites ont pu être améliorées grâce à la technique de minimisation des écarts aux points de croisement qui a été mise au point dans les premières années entre les satellites en orbite polaire dont la détermination était un peu moins précise et celles de TOPEX et Jason qui étaient bien meilleures. En utilisant cette optimisation dans les points de croisement on s'aperçoit qu'on a une superposition de toutes ces courbes.

Ces courbes montrent qu'au début l'évolution suivait une droite avec un accroissement du niveau de la mer de plus de 3 millimètres par an. Aujourd'hui on pense que c'est plutôt une accélération de type parabolique avec une hausse autour de 4,2 à 4,3 millimètres par an.

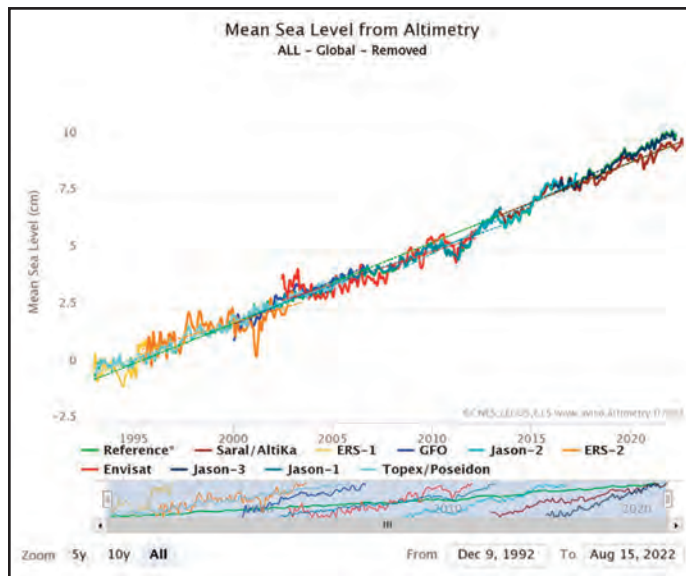


Fig 11 : Niveau moyen des mers

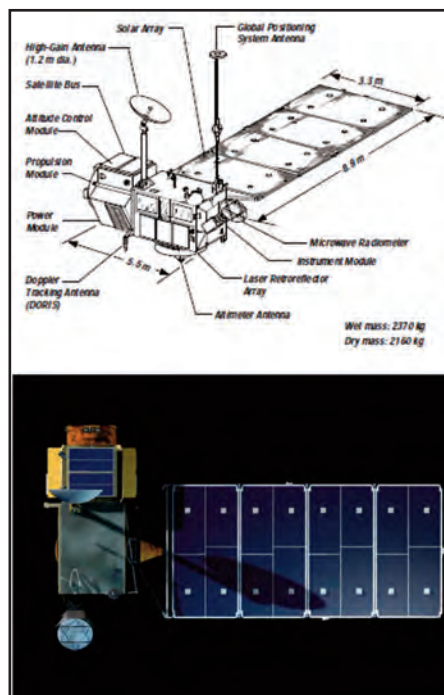


Fig 12 : Le satellite TOPEX-Poséidon

## 30 – Une dernière histoire

Un dernier point que je souhaite vous évoquer. En 1994, un PI américain, je crois que c'était Gary Mitchum, mit en évidence un écart croissant dans le temps entre le niveau moyen de l'océan mesuré par les marégraphes en bord de côtes (mesures censées être une des vérités terrain du système) et celui dérivé des données altimétriques,

en tout cas celles provenant de TOPEX alors que ce biais n'apparaissait pas dans la série discontinue des données de l'altimètre Poséidon, qui ne fonctionnait qu'un cycle sur dix. Ceci fut mis sur le compte de l'immaturité de l'altimètre mono-fréquence français. On se perdit alors en conjectures sur cette rapide augmentation du niveau de la mer jusqu'au jour où un jeune chercheur français, Ouan-Zan Zanife, se procure la chaîne de traitement de données de l'altimètre TOPEX et y découvre une erreur qui provenait des logiciels de SEASAT sur lesquels cette erreur existait. Mais comme

la mission n'avait duré que 3 mois, personne n'avait eu le temps de voir qu'il y avait une dérive. Les Américains ont reconnu qu'il y avait effectivement une erreur. Cette erreur corrigée, toutes les données TOPEX ont été retraitées et à ce moment-là les données de TOPEX s'alignèrent parfaitement avec celles de Poséidon. Cela démontra la qualité de Poséidon mais aussi l'intérêt, pour des missions qui ont une telle exigence de précision et de qualité, de disposer à bord du satellite de deux instruments complètement indépendants. Cela apporte véritablement une grande valeur ajoutée. Ces résultats n'ont pas peu joué dans le choix des versions ultérieures de Poséidon pour équiper les satellites Jason. Je vous remercie pour votre attention.

**Nota**

**1** Poséidon est un acronyme, dont l'auteur n'est autre que Michel Lefebvre : Premier Observatoire Spatial d'Études Intensives de la Dynamique Océanique et du Nivellement des mers. Information fournie par Pascal Bonnefond lors de la conférence du 24 octobre 2022.

**2** Ocean Surface Topography Science Team, groupe international des océanographes spécialistes d'altimétrie, le successeur de l'équipe scientifique franco-américaine de TOPEX-Poséidon.

**3** Le centre spatial Langley de la NASA se trouve à Hampton en Virginie, 200 km au sud de Washington, DC.

**70 ans de NPP Zvezda**

Le 2 octobre 1952, c'était la création de l'usine n°918 à Tomilino près de Joukovsky pour la réalisation de scaphandres, de sièges éjectables et de systèmes de survie pour l'aéronautique, puis pour le spatial. Le premier directeur était Semen Mikhailovitch Alexeiev (1909-1993) en 1952/64, puis Gaï Ilitch Severine (1926-2008) en 1964/2008, puis Sergueï Sergueievitch Pozdniakov (1954) depuis 2008.

L'usine a fourni les matériels nécessaires aux vols de chiens sur les fusées géophysiques, sur Spoutnik-2 en 1957, sur les vaisseaux



décret du 2/10/1952



L'usine n°918 en 1952

1960/61, le scaphandre SK-1 et le siège éjectable du Vostok en 1961/63 (Gagarine à Terechkova), le siège Kazbek pour Voskhod-1, le sas Volga et le scaphandre Berkut pour la sortie extra-véhiculaire de Voskhod-2 en 1965, etc. En 1966, elle est

devenue "Zvezda". Elle a fourni les scaphandres pour tous les vols habités soviétiques/russes depuis le début de l'ère spatiale (SK-1, Berkut, Yastreb, Kretchet, Orlan, Oriol, Sokol, etc), les fauteuils spatiaux UPMK et 21KS, le scaphandre Strij et le siège éjectable



S. M. Alexeiev

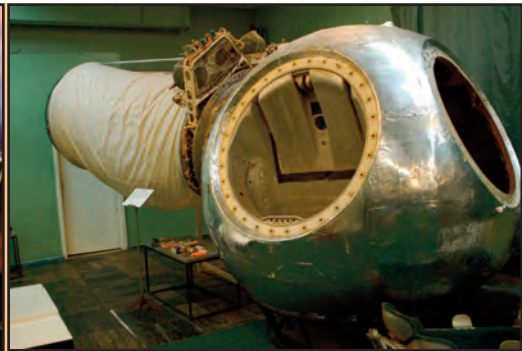


G. I. Severine

Vostok-1K en K-36M pour la navette Bourane, etc.



De g à dr, chiens 1951/57, Spoutnik-2, Vostok-1K, Vostok-3K



Le sas Volga de Voskhod-2



De g à dr, scaphandres SK-1 (Gagarien), Berkout (Leonov), scooter UPMK (1966), Yastreb (Soyouz), Kretchet (N1-L3).

## Célébration des 40 ans de PVH à Toulouse le 27-6-2022

Le 27 juin, le CST a célébré les 40 ans du premier vol habité (PVH) de juin 1982. Jean-Loup Chrétien a assisté à une Conférence format «After-Launch», puis a visité des plusieurs sites du CST (Cadmos, etc) avant d'enregistrer une interview vidéo pour la DCO.



De g à dr, Laurent Braak, Jean-Loup Chrétien, Geneviève Gargir



De g à dr, Laurent Braak, Véronique Neveu, Jean-Loup Chrétien, Remi Canton, Philippe Bioulez

## 65 ans de Spoutnik-1 le 4-10-2022



De g à dr, A. A. Petroukovitch, You. I. Borissov, L. M. Zelenyi, ? (Chine).

Les 4 et 5 octobre 2022, un séminaire international s'est tenu à l'Institut de recherches cosmiques (IKI). Le 1<sup>er</sup> jour était consacré à la philosophie spatiale (Tsiolkovsky, le cosmisme, Vernadsky, Tchijevsky, etc), le 2<sup>e</sup> jour était consacré à la science spatiale (You.I.Borissov de Roscosmos, James Head, géologue de l'Université de Brown, Bernard Foing, professeur (Europe), Ji Wu, professeur (Chine), M. R. Gilfanov, O. You. Lavrova, A. You. Trokhimosky (IKI). Le 8 octobre, c'était la journée porte ouverte de l'IKI.



## Célébrations des 40 ans de PVH en Russie



Le 1<sup>er</sup> juillet 2022, au RGANTD (Archives d'Etat de la documentation scientifico-technique) de Moscou, l'exposition "L'homme marche à travers les étoiles" a été inaugurée en présence de Vladimir Djanibekov, commandant de bord de Soyouz-T6, de Serguei Krikalev, cosmonaute, directeur des vols habités à Roscosmos, Youri Batou-

rine, cosmonaute, ancien directeur de l'Institut d'histoire des sciences et techniques (IIET RAN), etc. Puis le 21 octobre, toujours au RGANTD, une conférence a été organisée avec projection d'un film et l'intervention des cosmonautes Vladimir Djanibekov, Alexandre Ivantchenkov, Serguei Avdeiev, etc.

## ARAN : 65 ans de Spoutnik-1 et 40 ans de PVH le 12-10-2022



Le 12 octobre 2022, les Archives de l'Académie des sciences (ARAN) a inauguré l'exposition "Per aspera ad astra" sur le 65<sup>e</sup> anniversaire du lancement de Spoutnik-1 avec un volet sur les 40 ans du premier vol habité (PVH) de juin 1982.



De g à dr, A. V. Rabortkevitch, directeur ARAN, L. M. Zelenyi, ancien directeur IKI RAN.



Olga Selivanova de l'ARAN présente l'exposition sur les 40 ans de PVH



### Livre sur les 40 ans de PVH

Un livre sur la mission PVH a été publié à cette occasion par les Archives de l'Académie des sciences (ARAN), le musée de la cosmonautique de Moscou (MMK) et la Fédération de cosmonautique de Russie (FKR) en décembre 2022. Il a été réalisé par Tatiana A. Pilet-Gevorkian, épouse de V. A. Djanibekov, Svetlana A. Limanova (chef du secteur Histoire de l'ARAN), Nadejda M. Ossipova (adjoite pour la science de l'ARAN) et Olga V. Selivanova (chef du secteur des fonds personnels de l'ARAN). Il a été imprimé, avec le soutien de Roscosmos, à 1000 exemplaires.



## Maison russe des sciences et de la culture de Paris le 12-1-2023



Le livre a été présenté à la Maison russe des sciences et de la culture de Paris le 12 janvier 2023 par A.V.Rabortkevitch, directeur de l'ARAN, lors d'une soirée organisée pour les 40 ans de PVH (juin 1982) et les 30 ans d'Antares (juillet 1992). Des interventions filmées de J-L Chrétien, V. A. Djanibekov, A. S. Ivantchenkov, M. Tognini et S. V. Avdeiev ont été présentées. Il a été offert à Chirstian Lardier (IFHE), Thierry Montmerle (astrophysicien) et Nicolas Pillet (IFHE).

De g à dr, A. V. Rabortkevitch, C. Lardier, T. Montmerle, N. Pillet.

Affiche de la conférence



Jean-Loup Chrétien




Vladimir Djanibekov



Michel Tognini

## Bon de commande

 <p><b>50 ANS DE COOPERATION SPATIALE FRANCE-URSS/RUSSIE</b> Genèse et évolutions 1966-2016</p> <p><small>Sous la direction d'Arlène Ammar-Israël Préface de Jean-Yves Le Gall Introduction de Jacques Blamont</small></p> <p><b>T&amp;A</b> <small>Tessier &amp; Ashpool</small></p> <p><small>INSTITUT FRANÇAIS D'HISTOIRE DE L'ESPACE</small></p>	<h3>50 ANS DE COOPERATION SPATIALE FRANCE-URSS/RUSSIE GENESE ET EVOLUTIONS 1966-2016</h3> <p>Depuis sa création, l'Institut Français d'Histoire de l'Espace (IFHE) est engagé dans la réalisation de livres de témoignages qui sont écrit par les acteurs des programmes spatiaux. Chaque livre, qui comprend une soixantaine de contributeurs, constitue un ouvrage de référence. En 2007, l'IFHE a publié le livre «Les débuts de la recherche spatiale française : au temps des fusées-sondes». En 2010, il a publié le livre «Les ballons au service de la recherche scientifique». Ces livres ont été réalisés en partenariat avec le Cnes et la 3A Cnes. Ils ont reçu le prix Aubinière. Deux autres livres doivent sortir en 2015 : celui sur la coopération spatiale Franco-URSS/Russe et celui sur l'Observation spatiale de la Terre (imagerie optique et radar).</p>
---	---

### Sommaire

- Première partie : D'une volonté politique à un âge d'or scientifique ;
- Chapitre 1 : Le lancement d'une histoire singulière
- Chapitre 2 : Organisation institutionnelle et souvenirs personnels
- Deuxième partie : Des premières missions scientifiques aux vols habités ;
- Chapitre 3 : Les programmes de coopération pour l'exploration pacifique de l'espace
- Chapitre 4 : Les vols habités en orbite basse (de Saliout-7 à Mir)
- Troisième partie : De l'URSS à la Russie : vols habités et lanceurs ;
- Chapitre 5 : Bouleversement politique
- Chapitre 6 : Les vols habités après 1995
- Chapitre 7 : Cosmonautes à la Cité des étoiles
- Chapitre 8 : La coopération industrielle et les lanceurs depuis les années 90
- Chapitre 9 : Compléter la gamme des lanceurs
- Chapitre 10 : Le regard de la presse
- Quatrième partie : Prospective
- Chapitre 11 : Table ronde du 20 novembre 2013 « Prospective avec la Russie »
- Conclusion
- Annexes

Comme les livres précédents, il comprend 400 pages abondamment illustrées de documents d'archives.

**Son prix est de 49,50 euros TTC + 10 euros de frais de port (France métropolitaine) = 59,50 euros par exemplaire**

### Bon de commande

A retourner à : Tessier & Ashpool  
6 rue Saint-Laurent BP 432 Chantilly Cedex 60635

### 50 ANS DE COOPERATION SPATIALE FRANCE-URSS/RUSSIE GENESE ET EVOLUTIONS 1966-2016

Nom et prénom.....  
Adresse.....  
Téléphone ..... adresse mail .....  
Signature



## Bon de commande



### OBSERVATION SPATIALE DE LA TERRE LA FRANCE ET L'EUROPE PIONNIERES

Depuis sa création, l'Institut Français d'Histoire de l'Espace (IFHE) est engagé dans la réalisation de livres de témoignages qui sont écrit par les acteurs des programmes spatiaux. Chaque livre, qui comprend une soixantaine de contributeurs, constitue un ouvrage de référence. En 2007, l'IFHE a publié le livre «Les débuts de la recherche spatiale française : au temps des fusées-sondes». En 2010, il a publié le livre «Les ballons au service de la recherche scientifique». Ces livres ont été réalisés en partenariat avec le Cnes et la 3A Cnes. Ils ont reçu le prix Aubinière. Deux autres livres doivent sortir en 2015 : celui sur la coopération spatiale Franco-Russe et celui sur l'Observation spatiale de la Terre (imagerie optique et radar).

#### Sommaire

- **Première partie : Les prémices 1960-1977** ; Contexte national et international – Rôle et initiatives de la Défense ; Mise en synergie des domaines scientifiques et des perspectives d'utilisation de l'imagerie spatiale ; La France prend l'initiative, consciente des nombreux intérêts géostratégiques de l'observation de la Terre depuis l'espace ; Premières actions et programmes de niveau européen ; Les premières études et développements technologiques exploratoires.
- **Deuxième partie : La concrétisation des projets (1977 – 1986)** ; Les filières civiles, SPOT et ERS ; De SAMRO à la décision de programme HELIOS (1978 – 1986) ; Les choix technologiques ; La coopération internationale ; La mise en place du cadre juridique de l'observation de la Terre depuis l'espace.
- **Troisième partie : La mise en œuvre (1987-1995)** ; Lancements SPOT, ERS, HELIOS – Evolution et liens ; L'exploitation des premiers satellites SPOT et des deux satellites ERS de l'ESA ; Développement des Coopérations et des Relations Internationales ; L'Union Européenne entre en scène ; Exportation de stations de réception et de systèmes de traitement ; La réalisation du programme HELIOS 1 ; Evolutions de l'Europe de la Défense et observation satellitaire ; Définition et préparation de la génération suivante ; La diversification des initiatives et le rôle croissant de l'industrie .
- **Quatrième partie : L'ouverture au grand public et nouvelles applications (1996 – 2010)** ; Décisions politiques et apparition des satellites commerciaux ; Révolution apportée par Internet ouverture vers la Société de l'Information ; Développements des instruments et sauts technologiques ; Exploitation d'ENVISAT ; Naissance et mise en œuvre de GMES ; L'ère de l'offre de services ; Evolution des besoins et des politiques de la Défense ; Exportation ; Un contexte international en évolution rapide.

Comme les livres précédents, il comprend 400 pages abondamment illustré de documents d'archives.

**Son prix est de 49,50 euros TTC + 10 euros de frais de port (France métropolitaine) = 59,50 euros par exemplaire**

## Bon de commande

A retourner à : Tessier & Ashpool

6 rue Saint-Laurent BP 432 Chantilly Cedex 60635

**OBSERVATION SPATIALE DE LA TERRE**

**La France et l'Europe pionnières**

Nombre d'exemplaires..... Montant total.....euros

Nom et prénom.....

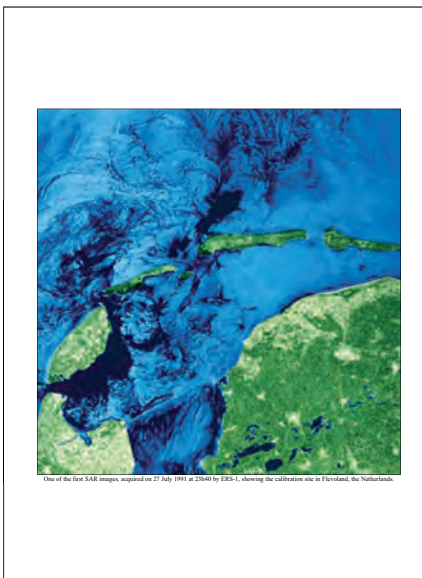
Adresse.....

Signature

# NOUVEAU : l'Observation de la Terre en anglais



400 pages – format 22,5 cm x 29 cm – unpublished texts and illustrations – Price : 49,50 € / £ 41.25



One of the first SAR images, captured on 17 July 1971 at 23h30 by ERS-1, showing the coastline on in IJsselmeer, the Netherlands.

**CONTENTS**

■ Foreword: Steering Committee	9
■ Preface: Yves Sillard	11
■ Statement: Josef Aebischer	15
<b>PART 1 - THE BEGINNINGS 1960-1970</b>	
COORDINATOR: JEAN-JACQUES DUCHESNELLES	
■ Introduction: Jean-Jacques Duchesnelles	19
■ Space, a new strategic area of defence: Jean-Jacques Duchesnelles	20
■ Scientists and future users rally round: Alice Chubrouil	33
■ Earth observation satellites: France takes the initiative: Gérard Brachet	42
■ Europe enters the scene: first steps and programmes: Guy Duchesnois	48
■ Overview of initial studies and exploratory technologies: Jean-Jacques Duchesnelles, Christian Linder	60
<b>PART 2 - PROJECTS BECOME REALITY 1977-1986</b>	
COORDINATORS: JEAN-JACQUES DUCHESNELLES, PHILIPPE AUBRY	
■ Introduction: Gérard Brachet	81
■ The civilian sector, from SPOT to ERS: Gérard Brachet	82
■ The defence sector, from the SAMMO project to the decision to go ahead with Helios: Yves Blin, Jean-Jacques Duchesnelles	116
■ The main technological choices for high resolution observation satellites: Philippe Aubry, Guy Duchesnois	129
■ International cooperation gets on the move: Gérard Brachet, Guy Duchesnois	152
■ A legal framework for Earth observation: Gérard Brachet, Guy Duchesnois	156
<b>PART 3 - IMPLEMENTATION AND EXPANSION 1986-1995</b>	
COORDINATORS: GÉRARD BRACHET, JEAN-JACQUES DUCHESNELLES	
■ Introduction: Jean-Jacques Duchesnelles	163
■ Exploitation of the first SPOT satellites and ESA's two ERS satellites: Gérard Brachet, Guy Duchesnois	166
■ Development of international relations and partnerships: Gérard Brachet, Guy Duchesnois and Jean-Jacques Duchesnelles	190
■ The European Union enters the scene: Gérard Brachet, Guy Duchesnois, Jean-Paul Malgouyres, Jean-Jacques Duchesnelles	200
■ Expanding receiving stations and processing systems: Philippe Aubry	212
■ The Helios programme: Yves Blin, Philippe Aubry, Jean-Jacques Duchesnelles	216
■ Evolution of European defence and satellite observation: Jean-Jacques Duchesnelles, Anne-Marie Manigay	231
■ Definition and preparation of the next generation of European observation satellites: Gérard Brachet, Philippe Aubry, Guy Duchesnois	236
■ A diversification of initiatives and the increasing role of industry: Claude Goumy, Jean-Jacques Duchesnelles	251
<b>PART 4 - A REVOLUTION: VERY-HIGH-RESOLUTION IMAGERY BECOMES WIDELY AVAILABLE 1994-2010</b>	
COORDINATORS: JEAN-JACQUES DUCHESNELLES, JACQUES SIMON, MICHEL BURFFORD	
■ Introduction: Jean-Jacques Duchesnelles	257
■ A major change in the political context and the advent of commercial observation satellites: Gérard Brachet	258
■ The Internet revolution and exploitation of SPOT4 and 5: Philippe Diklaou, Gérard Brachet	265
■ Developments and technological breakthroughs: Michel Burfford, Guy Duchesnois, Jacques Lasser, Jean-Jacques Duchesnelles, Marc Troncin, Philippe Aubry	275
■ The exploitation of Envisat from March 2002 to April 2012: Guy Duchesnois, Henri Larré	292
■ Birth and implementation of GMES Copernicus: Gérard Brachet, Guy Duchesnois	302
■ The age of services and integrated applications: Marc Troncin, Guy Duchesnois, Gérard Brachet	315
■ Trends in defence needs and policies from 1996 to 2010: Yves Blin, Jean-Jacques Duchesnelles	328
■ French experts of Earth observation satellite systems: Michel Burfford, Jean-Jacques Duchesnelles	343
<b>CONCLUSION - REVIEW AND PROSPECTS</b>	353
COORDINATOR: GÉRARD BRACHET, JEAN-JACQUES DUCHESNELLES	
<b>APPENDICES</b>	
1 - Basic principles of satellite imaging: Jean-Jacques Duchesnelles	361
2 - Management of radio frequencies for geosynchronous Earth observation: Eduardo Marzoli (ESA)	370
3 - Text of Resolution 41/85 of the General Assembly of the United Nations adopted on 13 November 1986: Principles Relating to Remote Sensing of the Earth from Outer Space	373
4 - Radio telemetry and its applications to ground movements: Didier Mousset (CNES)	375
5 - Airborne SAR campaigns organised by ESA between 1986 and 1995: Guy Duchesnois	379
6 - United States legislative texts on Earth observation and the export of associated products, taken from public sources and the archives of the Clinton library	380



Image captured by Sentinel-2B on 30 July 2015. View of the south of Rome - Landscape of fortified farms and dry lake beds with salt.

**Purchase order to send with your cheque & postal address to :**

**Tessier & Ashpool Ltd**  
**Rue St Laurent - BP 432**  
**60635 Chantilly cedex (FRANCE)**

**or make a payment by transfer to our accounts :**

**BE 24 0013 8692 9238 (for Payments in Euros €)**  
**GB 81 NWBK 608 007 60104449 (for payment in GB Pounds)**

## Carnet gris

### Gilbert Gasset (20-10-1944 à 17-4-2021)

Physicien de formation, il travaille dans le spatial depuis 1969. Il fait sa thèse de 3e cycle au CESR du professeur Cambou sur l'étude des aurores boréales et sa thèse d'Etat sur la tenue aux rayonnements des photopiles solaires. Puis il rejoint le professeur Planel pour faire des mesures de dosimétrie et exploiter des détecteurs solides de particules de retour de l'espace. Puis il entre au Groupement scientifique en biologie et médecine spatiales (GSBMS) qui fut créé en 1993 par le pro-



fesseur André Bès, suite au départ à la retraite de Planel. C'est une structure transversale de la Faculté de médecine de Ranguel de l'Université Paul Sabatier qui coordonne des laboratoires des sciences de la vie impliqués dans la recherche spatiale. Il était passionné de sculpture et était trésorier de l'association "Atelier Couleurs d'Autan". Ses créations avaient été exposées à la médiathèque Simone de Beauvoir à Ramonville en juin 2021.

### Lodewijk Van Den Berg (24-3-1932 à 16-10-2022)

Diplômé de l'Université technique de Delft (Hollande), il part aux Etats-Unis et passe un doctorat en science appliquée à l'Université de Delaware. Il travaille comme ingénieur chimiste chez EG&G Corporation à Goleta (Californie). Il est sélectionné comme astronaute en 1983 avec Mary-Helen Johnston comme doublure. Il vole comme spécialiste de charge utile (four VCGS/Vapor Crystal



Growth System) sur la mission Spacelab-3 de STS-51B du 29-4 au 6-5-1985. Après son retour sur Terre, Lodewijk van den Berg continue de travailler sur des expériences de cristallogénèse chez EG&G et devient le chef de la section de science des matériaux. Puis il déménage en Floride pour devenir scientifique en chef à la Constellation Technology Corporation.

### James McDivitt (10/6/29-13/10/2022)

Né à Chicago, il rejoint l'USAF en janvier 1951 et devient pilote en mai 1952. Il effectue 145 missions de combat en Corée sur F-80 et F-86. Il sert dans des bases de l'USAF en 1953/57, puis étudie à l'Université du Michigan en 1957/59. Il termine l'école des pilotes d'essai d'Edwards en 1960. En 1962, il cumule 2500 heures de vol dont 2000 h sur avions à réaction. En septembre 1962, il est recruté comme astronaute de la Nasa. Il effectue son premier vol à bord de Gemini-



4 en juin 1965. Puis il s'entraîne sur le programme Apollo : doublure d'AS-204, puis prime de AS-205/208, commandant d'Apollo-9 (essai du LEM) en mars 1969. En août 1969, il est chef du programme pour Apollo-12 à 16. En juin 1972, il devient général et quitte la Nasa. Il devient vice-président de Consumers Power Co à Jackson en 1972, puis président de Pullman Standard Co à Chicago en 1975, puis vice-président de Rockwell International Co à Pittsburgh en 1981/95.

### Miroslav Germachevski (15/9/41-12/12/2022)

Né dans la région de Rovno (Ukraine) pendant la guerre sous occupation allemande. Après ses études secondaire, il entre à l'école d'aviation "Janek Krasicki" de Demblin qu'il termine en 1964. En 1971, il termine l'Académie de l'état-major général de Pologne. Il sert comme pilote de chasse dans l'armée de l'air polonaise. En 1976, il est recruté comme cosmonaute dans le cadre d'Intercosmos. Il s'entraîne pendant deux ans à la Cité des Etoiles et effectue un vol d'une semaine dans l'espace à bord de Soyouz-30 en juin 1978. Il fait partie de l'équipe du gé-



néral Jaruzelski en 1981. En 1982, il termine l'Académie de l'Etat-major général "Vorochev" de Moscou (colonel), puis devient chef de l'école des pilotes "École d'aigles". Puis il est chef adjoint de la direction politique de l'armée jusqu'en 1988. En 1988/1991, il est chef de l'école de pilotage des officiers supérieurs à Demblin (Général de brigade), puis commandant adjoint de l'armée de l'air et de la défense aérienne de la Pologne. A la retraite en 2000. En 2001/2006, il est élu de l'Union des forces de gauche démocratique (SDLS).

## Jacques Durand (10-2-1939 à 10-11-2022)

Né à Neuilly-sur-Seine, il termine Supaéro en 1961, passe une maîtrise de sciences aéronautiques, puis devient ingénieur système SNECMA/ELECMA de 1964 à 1968 (régulation d'entrée d'air de Concorde), puis travaille chez Matra de 1969 à 1974 (satellites de télécoms, puis responsable Système du satellite Aerosat en 1972/73). Il occupa ensuite la fonction de chef du programme ECS (European Communication Satellite) à l'ESTEC de 1975 à 1989 et termina sa carrière comme chef du programme de développement Ariane à



l'ESA de 1989 à 2004. Il était chevalier de l'Ordre national du mérite. Il avait été élu correspondant de l'Académie de l'Air et de l'Espace en 2001, membre titulaire en 2006 et était devenu membre honoraire en 2014. Il était membre de l'IFHE dont il avait été administrateur pendant plusieurs années. Son épouse France de Jongh/Durand avait publié le livre "De la fusée Véronique au lanceur Ariane" en 1998. Nous transmettons toutes nos condoléances à France et sa famille.

## Raymond Orye (21-9-1931 à 20-11-2022)

Né à Hasselt (Belgique), il est diplômé de l'Ecole royale militaire/division Polytechnique de Bruxelles où il obtient le diplôme d'ingénieur civil en 1954. En 1957-1958, il suit un cours de perfectionnement post-universitaire au College of Aeronautics à Cranfield (Royaume-Uni). Officier de l'armée belge, il occupe divers postes techniques (notamment pour la mise en service du missile sol-air Hawk) et opérationnels en Belgique et en Allemagne de l'ouest (Bonn et Aix-la-Chapelle). Début 1963, il rejoint l'ELDO et y travaille sur la planification du lanceur Europa-1 puis comme contrôleur de projet Europa-3. En 1973 il rejoint l'ESRO où il est chargé de la mise en route du programme de développement



Ariane-1. En 1975, il entre à l'ESA où il est d'abord en charge du développement et de la qualification d'Ariane-1 puis de la mise en œuvre de la coopération ESA/Cnes sur le Centre spatial guyanais. Parallèlement il négocie, en coopération avec le Cnes, la vente hors Europe des premiers lancements d'Ariane à l'organisation internationale de télécommunications par satellite Intelsat. Dès la création d'Arianespace en 1980, il est nommé censeur au conseil d'administration et y représente l'ESA. Jusqu'à son départ à la retraite en 1996, il dirige à l'ESA les programmes de développement Ariane-1, Ariane-2-3, Ariane-4 et Ariane-5. Il est officier de la Légion d'honneur en 2002.



©courtoisie Fernando Dobias

## Bernard Chabbert (21-4-1944 à 15-12-2022)

Né à Casablanca (Maroc) de Gustace Chabbert (19-11-1904 à 25/2/1976) et Rosa Maria Capelli (25/9/1912 à 23/1/1999), mariés le 26/8/1939 à Muret (Haute Garonne). Son père entre dans l'Aéropostale le 1/12/1929 et travaille au Sénégal et au Maroc où Bernard est né en avril 1944 pendant la 2<sup>e</sup> guerre mondiale. A la libération, son père est adjoint du Centre d'exploitation d'Orly, puis retourne au Maroc où il prend la direction d'Air Atlas le 1/2/48 (devenu Royal Air Maroc). Ayant redressé la compagnie, il reçoit la Légion d'honneur en août 1952. Fin 1954, il est directeur d'Air France à Madagascar. En 1961, il est vice-président d'Air Madagascar. En 1967, il prend sa retraite comme inspecteur général d'Air France à l'île Maurice. Bernard, pour sa part, fait des études de droit, puis s'engage dans le journalisme. Il entre à Europe n°1 en 1971 et couvre les



vols Apollo, Skylab, Apollo-Soyouz en 1971/75, puis les vols Shuttle à partir de 1981, le premier vol français de Jean-Loup Chrétien en 1982, etc. Il publie "L'homme-fusée" et "Spaciale première" en 1982, puis "Les fils d'Ariane" en 1986. Il commente le Meeting aérien de la Ferté-Allais depuis 1974 et celui du Salon du Bourget. En 1991/96, il produit et anime l'émission télévisée "Pégase", qui sera reprise sur Internet à partir de 2002. Puis il lance la chaîne Aerostar TV en 2015. Il totalise 1 600 heures de vol avec plus de 250 types d'avions différents. Sa femme Eve était hôtesse de l'air à Air France et son fils Antoine est pilote de ligne. En 2020, il avait publié son dernier livre "Saint Ex" sur l'auteur du "Petit prince" avec qui son père avait travaillé et qui était son "modèle", tout comme Youri Gagarine est le mien. Christian Lardier

## Vladimir Evguenievitch Nesterov (1/7/49-28/12/2022)

Né à Tcherepovetz dans la région de Vologda, il termine l'Institut d'aviation de Moscou (MAI) en 1972, puis sert dans les forces spatiales (GUKOS). Il est représentant militaire du KB KhimMach (OKB-2 d'Isaiev). Il termine l'Académie militaire Dzerjinsky en 1978, puis retourne au GUKOS où il devient adjoint en 1988, puis chef de secteur en 1990 (colonel). De 1992 à 1999, il est chef adjoint de la direction des lanceurs et de l'infrastructure terrestre de l'Agence spatiale Russe. De 2000 à 2005, il en prend la direction. Le 25 novembre 2005, il est



nommé à la tête du centre Khrounitchev. En 2009, il est constructeur général des moyens de lancement. En 2012, il quitte la direction de Khrounitchev tout en restant à la tête du programme Angara. Le 30 décembre 2014, il quitte définitivement Khrounitchev. Il a participé à plus de 500 lancements (Soyouz, Zenit, Cyclone, Cosmos), à des dizaines de Commission d'état et a même été plusieurs fois président de la commission. Il a notamment participé au programme Energia-Bourane. Il a reçu le prix d'Etat en 1997.

## Walter Cunningham (16/3/32-3/1/2023)

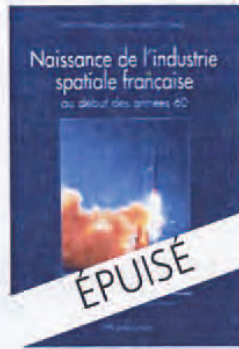
Né à Creston (Iowa), il rejoint l'US Navy à 19 ans et devient pilote de chasse en 1953. Il sert dans l'US Marine Corps en 1953/56, effectuant 54 missions de guerre en Corée. Il passe dans la réserve en 1956/75, finissant avec le grade de Colonel. Retournant aux études, il termine l'Université de Californie (UCLA) en 1960, puis passe un master de physique en 1961. Pendant trois ans, il travaille à la Rand Corporation sur les questions du magnétisme terrestre. En octobre 1963, il est sélectionné dans le groupe d'astronautes n°3 de la Nasa. Il était membre de l'équipage d'Apollo-2 en 1965 (Schirra, White et Cunningham), mais le programme fut remanié à la suite de la tragédie d'Apollo-1 en janvier 1967. Finalement, il fait partie de l'équipage d'Apollo-7 en



octobre 1968 (Schirra, Eisele, Cunningham). Il effectue un vol de 10 j 20 h 08 min en orbite terrestre. Après son vol, il dirige le bureau AAP (Apollo Applications Program) qui prépare la future station orbitale Skylab. En 1971, il est pressenti pour l'équipage n°4 (Cunningham, Musgrave, Mc Candless). Mais ce vol étant annulé, il quitte la Nasa en 1971 et devient vice-président de Century Development Corp. En 1974/76, il est président de Hydrotechnics Development Co. En 1976/79, il est vice-président de 3D International. Il crée et dirige Capital Group à Houston en 1979/87, puis Genesis Fund en 1987/1999. Au cours de sa carrière, il a accumulé plus de 4 500 heures de vol, dont plus de 3 400 en avion à réaction.



**Des premières expériences aux premiers satellites**  
Actes de la 1<sup>ème</sup> rencontre de l'IFHE  
23-24 octobre 2000, Paris  
Édité par l'ESA : SP-472  
**gratuit**



**Naissance de l'industrie spatiale française**  
au début des années 60  
Actes de la 2<sup>ème</sup> rencontre de l'IFHE  
23-24 octobre 2001, Paris  
Prix de vente public : **22 Euros**  
266 pages, format 16,5x24  
ISBN : 2-9518920-0-4



**La France et l'Europe spatiale**  
1957-1972  
Actes de la 3<sup>ème</sup> rencontre de l'IFHE  
30-31 octobre 2003, Paris  
Prix de vente public : **25 Euros**  
268 pages, format 16,5x24  
ISBN : 2-9518920-1-2



**Les débuts de la recherche spatiale française.**  
**Au temps des fusées-sondes**  
prix de vente 50 euros  
400 pages format 22 x 28 cm  
Editions Edite  
ISBN : 978-2-846-08215-0



**Actes 2005 : Les relations franco-américaines dans le domaine spatial 1957-1975**  
actes de la 4<sup>ème</sup> rencontre de l'IFHE  
8-9 décembre 2005  
prix de vente 35 euros  
400 pages format 16,5 x 24 cm  
ISBN : 978-2-846-08238-9



**Le général Robert Aubinière**  
par R. Aubinière et A. Lebeau  
prix de vente 21 euros  
208 pages format 15,5 x 24 cm  
Edition FRS-L'Harmattan  
ISBN : 978-2-296-05193-5

### BON DE COMMANDE

à retourner à l'IFHE, 2 place Maurice Quentin - 75001 Paris.

<b>La France et l'Europe spatiale</b>	25 € (+3 € port) =	28 € x _____ = _____
<b>Au temps des fusées-sondes</b>	50 € (+3 € port) =	53 € x _____ = _____
<b>Actes 2005</b>	35 € (+3 € port) =	38 € x _____ = _____

**Les membres de l'IFHE bénéficient d'un tarif préférentiel**

<b>La France et l'Europe spatiale</b>	12 € (+3 € port) =	15 € x _____ = _____
---------------------------------------	--------------------	----------------------

**Règlement par chèque à l'ordre de l'IFHE**

NOM : \_\_\_\_\_ Prénom : \_\_\_\_\_  
Fonction : \_\_\_\_\_  
adresse : \_\_\_\_\_ code postal : \_\_\_\_\_ ville : \_\_\_\_\_