

**MISSION
SCIENTIFIQUE
FRANCO-SOVIETIQUE
SALICUT 7**



1982

**MISSION
SCIENTIFIQUE
FRANCO - SOVIETIQUE
SALICUT 7**

**DOSSIER DE PRESSE
DOCUMENT A**

CNES
Centre National d'Études Spatiales
129, rue de l'Université
75007 PARIS (France)

1982

Conseil INTERCOSMOS
Académie des Sciences de l'U.R.S.S.
Leninsky Prospekt, 14
MOSCOU V-71 (U.R.S.S.)

S O M M A I R E

	<u>Pages</u>
I. LE CENTRE NATIONAL D'ETUDES SPATIALES	1
II. LA COOPERATION SPATIALE FRANCO-SOVIETIQUE	3
Bilan des expériences réalisées en coopération	3
Analyse des projets	5
Le programme VEGA	19
III. LE VOL HABITE FRANCO-SOVIETIQUE	23
Sélection et entraînement des spationautes	23
Les deux spationautes français	24
Les cosmonautes soviétiques	25
Badges des tenues de vol	28
IV. LA MISSION SCIENTIFIQUE	29
Les expériences	29
Médecine	29
Biologie	33
Elaboration de matériaux dans l'espace	34
Astronomie	37
Expériences mises en oeuvre en orbite après le vol du spationaute français	39
Organismes et laboratoires français participant au vol habité franco-soviétique	59
Sociétés industrielles participantes	61
Les principaux expérimentateurs scientifiques	62
Les responsables scientifiques au CNES	63
L'équipe du projet "P.V.H." du CNES	64
Un repas français à bord	65
Le déroulement de la mission	67
Calendrier du projet	69
V. LE DEROULEMENT DE LA MISE EN ORBITE DES DIFFERENTS ELEMENTS DE LA MISSION	71

I. LE CENTRE NATIONAL D'ETUDES SPATIALES

Institué en 1961, le Centre National d'Etudes Spatiales (CNES) est l'organisme de mise en oeuvre de la politique spatiale française. Il a pour mission, non seulement d'orienter et de soutenir les recherches dans ce secteur, mais aussi d'animer le développement économique et de gérer les coopérations bilatérales avec d'autres pays ou grands organismes dans le domaine de l'espace.

Doté de quatre centres : à Paris (Siège), à Toulouse (centre technique)^{1}, à Evry (Direction des Lanceurs) et en Guyane française (base de lancement), le CNES a mené à bien depuis vingt ans un grand nombre de programmes, seul ou en coopération.

Si le programme de lanceurs ARIANE, réalisé dans le cadre de l'Agence Spatiale Européenne (ASE), est le plus connu, d'autres sont en cours de préparation. Dès 1983, les deux satellites (lancés par ARIANE) du système TELECOM-1 assureront les communications téléphoniques, vidéo, télématique. Le premier satellite français pour la télédétection des ressources naturelles sera lancé en 1984. La Suède et la Belgique participent à ce programme. C'est en 1985 qu'interviendra le lancement de deux satellites de télédiffusion directe TDF-1 (France) et TV-SAT (Allemagne Fédérale).

Dans le domaine des stations automatiques ou habitées, le CNES a entrepris un certain nombre d'études, telles que SOLARIS (Station Orbitale Laboratoire Automatique pour le Rendez-vous et les Interventions Spatiales) et HERMES, véhicule de transport habité.

Membre de l'Agence Spatiale Européenne, la France participe très activement aux programmes communautaires scientifiques (satellite EXOSAT pour l'étude des rayonnements X, satellite d'astrométrie HIPPARCOS, sonde cométaire GIOTTO, sonde d'exploration des pôles du Soleil, télescope spatial et laboratoire spatial à bord de la navette spatiale américaine) et aux programmes d'applications de télécommunications (satellites MARECS, ECS), de météorologie (satellites METEOSAT)...

Autre collaboration : celle du CNES avec la NASA pour le programme ARGOS de collecte de données et de localisation par satellite appliqué à la météorologie, l'océanologie, à la recherche et au sauvetage.

Le budget du CNES, de près de 3 milliards de francs en 1982, provient de subventions du Ministère de la Recherche et de la Technologie, du Ministère de l'Industrie et d'autres ministères utilisateurs des moyens spatiaux, auxquelles s'ajoutent des ressources commerciales propres.

^{1} où est installée l'équipe de projet du vol habité franco-soviétique.

II. LA COOPERATION SPATIALE FRANCO-SOVIETIQUE

La coopération spatiale franco-soviétique a comme origine l'accord intergouvernemental de coopération scientifique et technique, comprenant l'étude et l'exploitation de l'espace à des fins pacifiques, signé le 30 juin 1966 à Moscou.

Depuis cette date, un grand nombre d'expériences ont été réalisées, touchant pratiquement tous les domaines importants de la recherche spatiale.

Les deux partenaires responsables de la coopération sont le Centre National d'Etudes Spatiales (CNES) pour la France et le Conseil INTERCOSMOS de l'Académie des Sciences de l'U.R.S.S. pour l'Union Soviétique.

BILAN DES EXPERIENCES REALISEES EN COOPERATION

Les tableaux 1 à 9 représentent, par domaine d'activité, l'ensemble des expériences lancées et en cours de développement.

Aéronomie et météorologie (tableau 1)

C'est en aéronomie qu'ont commencé, dès 1967, les premières activités de cette coopération : il s'agissait de l'étude de la thermosphère polaire à partir de l'île de Heyss, point géographique particulièrement bien situé.

Les campagnes annuelles de lancement de fusées-sondes et de sondage de l'atmosphère par laser à l'aide d'une station française ont permis d'accumuler des données très précieuses pendant la durée d'un cycle solaire (11 ans).

En météorologie, en dehors des échanges d'information, les travaux sont limités, les deux pays étant membres de l'Organisation Météorologique Mondiale (O.M.M.).

Magnétosphère et ionosphère (tableau 2)

On peut souligner l'activité particulièrement importante de ce groupe et constater l'évolution du niveau d'intégration des expériences : après quelques expériences en ballons (OMEGA), plusieurs expériences ont été embarquées sur satellites soviétiques (ARCAD 1 et 2, CALIPSO) ; puis, le projet ARAKS a associé les techniques soviétiques de canons à électrons et la technique française de mesure des ondes et des particules ; enfin, le programme ARCAD 3, lancé le 21 septembre 1981, représente la réalisation en commun d'une charge utile complète d'un satellite.

Physique solaire (tableau 3)

C'est dans ce domaine que l'on voit la première expérience française embarquée sur une sonde soviétique vers Mars (STEREO 1 et MARS 3), permettant l'étude à deux dimensions, dans le plan de l'écliptique, des diffé-

rents types de sursauts solaires. Il faut signaler aussi l'expérience SIGNE 1 embarquée sur PROGNOZ 2 qui fut lancée à la même époque que le satellite américain OSO 7 et qui a permis la mise en évidence des rayonnements gamma solaire.

Les expériences entreprises jusqu'à maintenant concernent essentiellement la physique solaire en "ondes radio" mais une coopération s'amorce dans le domaine ultraviolet.

Astronomie (tableau 4)

Les techniques relatives à l'astronomie gamma sont particulièrement bien adaptées aux véhicules soviétiques, en raison des possibilités d'embarquer des expériences lourdes et de la multiplicité des occasions de vol. L'étude et la localisation des sursauts gamma est un des points forts de notre coopération.

En astronomie UV, le programme UFT, spectromètre français qui équipera un télescope spatial soviétique, sera lancé en 1982 sur une plate-forme soviétique à pointage triaxial.

Etude de la Lune, des planètes, du milieu interplanétaire (tableau 5)

Le photomètre Lyman Alpha, embarqué sur MARS 7, a permis la première mesure de température du milieu interplanétaire à l'aide d'une cellule à hydrogène et, avec la sonde MARS 5 en orbite autour de Mars, la température exosphérique de Mars a pu être mesurée.

Les multiples opportunités d'embarquement de cette expérience ont permis d'obtenir de très bons résultats, aussi bien pour le milieu interplanétaire que pour les exosphères de Mars et Vénus.

La mission Vénus-Halley, qui prendra place en 1984, a pour objectif d'étudier la planète Vénus (1985 - atmosphère et sol) et d'observer la comète de Halley (1986). Une dizaine d'expériences françaises sont prévues (cf. tableaux pages 20 et 21).

Biologie (tableau 6)

Les sciences de la vie dans l'espace sont traitées dans le cadre des programmes de satellites COSMOS récupérables ou des programmes habités (station SALIOUT). Elles concernent les effets des rayonnements et de l'absence de la pesanteur sur la matière vivante. Plusieurs travaux ont été réalisés ou sont en cours de préparation dans le domaine de la biologie et de la physiologie, notamment dans le cadre du vol du spationaute français.

Géodésie (tableau 7)

Des réflecteurs laser fournis par la France ont été placés sur la Lune grâce aux véhicules LUNAKHOD soviétiques.

Science des matériaux (tableau 8)

C'est le dernier groupe de travail qui s'est constitué au sein de la coopération franco-soviétique. Des expériences françaises de métallurgie et de croissance cristalline ont été embarquées à bord de SALIOUT 6 dès 1979.

Expériences de technologie (tableau 9)

Dans le cadre de la coopération technologique, les satellites SRET 1 et 2 ont permis de qualifier des piles solaires à usage spatial, ainsi que le système radiatif cryogénique du satellite METEOSAT.

Vol habité

A l'occasion de leur rencontre à Moscou en avril 1979, M. Leonid BREJNEV a proposé à M. Valéry GISCARD D'ESTAING, alors Président de la République Française, de faire voler conjointement un cosmonaute soviétique et un spationaute français à bord d'un vaisseau spatial soviétique.

Le CNES a procédé à la sélection de deux candidats, M. Patrick BAUDRY et M. Jean-Loup CHRETIEN. Le programme scientifique qui sera réalisé en commun au cours de ce vol (1982) est composé de trois expériences dans le domaine de l'étude scientifique de l'espace, de quatre expériences dans celui de l'élaboration des matériaux et, enfin, de cinq expériences pour la biologie et la médecine spatiales (voir chapitre "La mission scientifique").

ANALYSE DES PROJETS

La coopération spatiale franco-soviétique a progressivement évolué : après une phase d'apprentissage, elle est parvenue à un stade de routine, les équipes bilatérales réalisant des expériences de plus en plus complexes. On distingue trois grandes catégories de travaux :

- le module d'expérience : il s'agit d'instruments entièrement développés par les scientifiques français et embarqués sur des véhicules soviétiques ; grâce à ce principe, un grand nombre de scientifiques français ont pu accéder et s'initier aux techniques spatiales en réalisant des expériences dans des délais rapides et à des coûts faibles ;
les résultats obtenus ont donné aux scientifiques français un bon niveau international et leur ont permis de réaliser un certain nombre de "premières" ;
- l'expérience intégrée : élaboration en commun d'une expérience importante avec partage de la réalisation des équipements (exemple : ARAKS, GAMMA 1, UFT) ;
- le projet en coopération : réalisation d'une mission commune, comme ARCAD, VEGA.

METEOROLOGIE ET AERONOMIE

TITRE DE L'EXPERIENCE	DATE - LIEU	ORGANISMES RESPONSABLES EN FRANCE	OBJECTIFS
Thermosphère polaire	île de Heyss 1 campagne/an depuis 1967 avec fusées soviétiques	SA	Mesure de température pour étudier les échauffements sporadiques en zone aurorale.
COLOMBE	Sept. 1968 sur Cosmos 226 Juin 1969 sur METEOR	Météorologie Nationale	Etude de la nébulosité dans le visible et l'I.R.
Sondes météorologiques soviétiques M 100	Kerguelen 1973 - 1974 Kourou Dec. 1971 " Oct. 1977	Météorologie Nationale	Mesure de la température de la pression et densité de l'atmosphère, de la vitesse et direction du vent. Surveillance de la stratosphère. Comparaison de capteurs.
Sondage laser	île de Heyss - 1977 Hiver 1978-1979 Hiver 1979-1980	CRPE	Etude des alcalins (Na, K, Li) et de l'ozone de 18 à 28 km. Etude de la mésosphère polaire.
Tirs de fusées MR 12	île de Heyss Printemps 1979	CRPE	Etude des paramètres de l'ionosphère polaire.
Fusées M 100	1981 - Thumba (Inde)	SA	Mesure par luminescence de H, O ₂ , H ₂ O dans la haute stratosphère.

TITRE DE L'EXPERIENCE	DATE - LIEU	ORGANISMES RESPONSABLES EN FRANCE	OBJECTIFS
OMEGA 1-68 1-68 1-69 1-70 2	Campagne ballons mars-avril 1968-Arkhangelsk Kerguelen janvier-mars 69:Arkhangelsk février-mars 70:Arkhangelsk janvier-mars 71:Arkhangelsk Kerguelen	CESR	Etude des phénomènes électromagnétiques dans le champ magnétique
ARCAD 1 2	27 déc. 1971 : OREOL 1 26 déc. 1973 : OREOL 2	CNES-CESR	Mesures des spectres en énergie des protons et des électrons précipités lors de phénomènes auroraux
	3 21 sep. 1981 : type AVOST	CRPE-CESR-LGE	Etude de la magnétosphère
CALIPSO 1 2	29 juin 1972 : PROGNOZ 2 25 Nov. 1976 : PROGNOZ 5	CESR CESR	Etude des particules de faible énergie dans la magnétosphère
ARAKS	26 Janv. 1975 15 Février 1975 2 fusées ERIDAN	CESR-LGE Institut Astrophysique de Paris Obs. de Haute-Provence	Injection d'électrons énergétiques dans l'ionosphère et dans la magnétosphère
SAMBO 1 2	Campagne ballons 20 janv.-20 mars 1974 : KIRUNA (Suède) janvier-mars 1979 : KIRUNA (Suède)	CESR CESR	Etude de la dynamique et de la nature physique des particules aurorales pénétrant dans l'atmosphère Campagne de ballons pour l'étude des phénomènes liés aux sous-orages magnétosphériques en corrélation avec le satellite MAGIK

TABLÉAU 2 (suite)

MAGNETOSPHERE ET IONOSPHERE (suite)

CIRCE		Dec. 1971 : KOUROU Fusées soviétiques MR 12 Fusées françaises VERONIQUE	CNES/RSR GRI	Analyse de données sur les paramètres de la haute atmosphère
IPOCAMP	1	Mars 1974 : île de Heyss	CRPE	Etude de l'ionosphère polaire
	2	Mars-Avril 1977 : Fusées		
IPOCAMP	3	soviétiques MR 12 Mars 1979	CRPE	

TITRE DE L'EXPERIENCE	DATE - LIEU	ORGANISMES RESPONSABLES EN FRANCE	OBJECTIFS
STEREO 1 5	28 Mai 1971 Sonde Mars 3 5 et 9 Août 1973 Sondes Mars 6 et 7	GAS - MEUDON GAS - MEUDON	Etude de la directivité des sursauts solaires type I et II Etude de la directivité des sursauts solaires type III
SIGNE 1 3	29 Juin 1972 17 Juin 1977	CESR SA	Etude des neutrons et rayons γ d'origine solaire. Surveillance solaire
GEMEAUX S1 S2	5 et 9 Août 1973 Sondes Mars 6 et 7 22 Sept. 1977: PROGNOZ 6 30 Oct. 1978 : PROGNOZ 7	CEA - SACLAY	Etude du gradient héliocentrique du rayonnement cosmique dans l'espace interplanétaire : accélération et propagation de particules

ASTRONOMIE

TITRE DE L'EXPERIENCE	DATE - LIEU	ORGANISMES RESPONSABLES EN FRANCE	OBJECTIFS
SIGNE 2 MP 1 " 2 MP 2 " 2 MP 3	22 sept. 1977 : PROGNOZ 6 30 oct. 1978 : PROGNOZ 7 2e semestre 1981 : PROGNOZ 9	CESR	Etude des sursauts γ cosmiques et des éruptions solaires
SIGNE 2 MS 1 " 2 MS 2 " 2 MS 3 " 2 MS 4	9 sept.78 : sondes VENERA 11 14 sept.78 : sonde VENERA 12 2e sem. 81 : 2 sondes VENERA 13 et 14	CESR	Etude des sursauts γ cosmiques et des éruptions solaires
SIGNE 3	17 juin 1977 : satellite français lancé par URSS	CNES - CESR	Etude du rayonnement γ entre 0,02 et 10 MeV Etude des sursauts γ
GALACTIKA	22 sept. 1977 : PROGNOZ 6 30 oct. 1978 : PROGNOZ 7	LAS	Etude du rayonnement UV entre 1 100 Å et 2 100 Å
RS 17 B	Ballons 1981	CESR	Astronomie γ de basse énergie
GAMMA 1	1982 : satellite automatique soviétique	CESR-CEA/Saclay	Etude du rayonnement γ cosmique E > 50 MeV
SPECTRE 2	1982	CESR	Etude des sursauts X et γ (E > 20 keV) et des émissions X (E > 20 keV)
UFT (UV)	1982 : satellite soviétique	LAS	Spectroscopie UV (1 200 - 3 000 Å) au foyer d'un télescope spatial soviétique

PIRAMIG	1982 : SALIOUT 7	SA - LAS Institut d'Astrophysique de Paris	Etude des galaxies dans le Visible et le proche IR
SIRENE	1982 : SALIOUT 7	CESR	Etude des sources X d'énergie comprise entre 2 et 600 keV (Mission du spationaute français)
PCN	1982 : SALIOUT 7	Institut d'Astrophysique de Paris	Etude des sources de faible inten- sité du ciel nocturne (Mission du spationaute français)
Scintillateur Gamma	1982 : SALIOUT 7	CESR - CEA/Saclay	Essais d'un collimateur à grille pour améliorer la résolution des téléscopes de l'expérience Gamma (Mission du spationaute français)

TABLEAU 5

ETUDE DE LA LUNE, DES PLANETES, DES PLANETES, DU MILIEU INTERPLANETAIRE

TITRE DE L'EXPERIENCE	DATE - LIEU	ORGANISMES RESPONSABLES EN FRANCE	OBJECTIFS
PHOTOMETRE LYMAN ALPHA	Juillet-Août 1973 : MARS 4 - 5 - 6 - 7 27 Mars 1972 : VENERA 8 Août 1975 : VENERA 9 et 10	SA	Mesure de la température du milieu interplanétaire. Mesure de la température et distribution de H dans l'exosphère de Mars et Vénus
HYDROGENE ET HELIUM INTERPLANETAIRE	25 novembre 1976 : PROGNOZ 5 22 septembre 1977: PROGNOZ 6 30 octobre 1978 : PROGNOZ 7	SA	Etude de H, He et He ⁺ dans le milieu interplanétaire et l'environnement terrestre
ANALYSE DES ECHANTILLONS LUNAIRES	LUNA 16 - 20 - 24	CEA - IPG - Observatoire de Meudon	Composition chimique - âge - propriétés optiques, processus d'érosion - interaction vent solaire et sol lunaire - effets du rayonnement cosmique
GEMEAUX T	5 et 9 Août 1973 : Sondes Mars 6 et 7	CE5R	Evolution et propagation des perturbations du vent solaire - interactions du vent solaire sur le champ magnétique et l'ionosphère de Mars

ETUDE DE LA LUNE, DES PLANETES, DU MILIEU INTERPLANETAIRE (suite)

TABLEAU 5 (suite)

SPECTRO EUV	21 et 25 décembre 1978 : Sonde VENERA 11 et 12	SA	Mesure de H, He et des gaz rares dans le milieu interplanétaire et au voisinage de Vénus
ETUDE DE VENUS ET DE LA COMETE DE HALLEY	2 sondes lancées fin 1984 - début 1985 Vénus 1985 - Halley 1986	LPSP - LAS - SA - CRPE - Observatoires de Meudon et Besançon- CEA - ONERA	Etude de l'atmosphère et du sol de Vénus. Observation de la comète.

TITRE DE L'EXPERIENCE	DATE - LIEU	ORGANISMES RESPONSABLES EN FRANCE	OBJECTIFS
BIOBLOC 1	25 Novembre 1975 : COSMOS 782	Laboratoire de Biologie Médicale (Faculté de Médecine de Toulouse)-INRA (Dijon)	Etude des problèmes de radiobiologie sur des objets biologiques en vie latente, en voie d'activation et sans radio-protecteurs chimiques
BIOBLOC 2	3 Août 1977 : COSMOS 936	"	
BIOBLOC 3,4 BIOBLOC 5	sur SALIOUT 6 et COSMOS 1982 - SALIOUT 7	"	(Mission du spationaute français)
HISTOS 0	25 nov. 1975 : COSMOS 782	Hopital Necker CERMA	Effet des ions lourds sur des tissus animaux
HISTOS 1	3 août 1977 : COSMOS 936	Institut Pasteur	Réponse immunitaire chez le rat à un antigène spécifique après un vol spatial
ULYSSE	3 août 1977 : COSMOS 936		
CYTOS 1	Janvier 1978 : SALIOUT 6	Laboratoire de Biologie Médicale - Toulouse	Etude de l'influence des facteurs de vols spatiaux sur la prolifération cellulaire
CYTOS M	1980 : SALIOUT 6	"	
CYTOS 2	1982 : SALIOUT 7	"	(mission du spationaute français)
MINERVE DS 1	1982 : SALIOUT 7	Laboratoire de Neuro-physiologie de Toulouse	Etude hémodynamique cérébrale par débitmètre sonographique (Mission du spationaute français)

BIOLOGIE (suite)

TABLEAU 6 (suite)

PRIMATE	1982 : COSMOS	CRMA - INSERM	Etude du sommeil ; coordination tête, main, oeil
Echotomographie cardiovasculaire	1982 : SALIOUT 7	CHU - Tours	Etude de la répartition du sang dans les organes en impesanteur (Mission du spationaute français)
POSTURE	1982 : SALIOUT 7	Lab. de Physiologie Neurosensorielle	Etude des interactions vision péri- phérique - équilibre (Mission du spationaute français)

TABLEAU 7

GÉODÉSIE

TITRE DE L'EXPERIENCE	DATE - LIEU	ORGANISMES RESPONSABLES EN FRANCE	OBJECTIFS
REFLECTEURS LASER SUR LA LUNE (TL-2)	Déposés par LUNAKHOD-1 le 17 novembre 1970 et par LUNAKHOD-2 le 15 janvier 1973	CNES	Téléométrie Lunaire - étude des mouvements de la Lune
ISAGEX	1971 - expérience spatiale internationale		Géodésie
ARCANT	Caméra soviétique AFU 75 à l'Île de la Nouvelle Amsterdam Campagne à Kourou	CNES	Forme de la Terre par observations photographiques simultanées de satellites hauts

TITRE DE L'EXPERIENCE	DATE - LIEU	ORGANISMES RESPONSABLES EN FRANCE	OBJECTIFS
ELMA 01	Mars 1979 sur SALIOUT 6	-Laboratoire de Chimie du Solide (Bordeaux) - Lab. d'Etude de la solidification du CEN Grenoble. Dépt. Métallurgie -Laboratoire Louis Neel Grenoble	Programme destiné à réaliser l'élaboration de matériaux dans les fours Kristall en ambiance spatiale 5 expériences d'élaboration de croissance des cristaux 2 expériences d'élaboration métallurgiques.
Calibration du four Kristall	1982 : SALIOUT 7	Lab. d'Etude de la solidification - Dépt. Métallurgie CEN Grenoble	Modélisation mathématique du comportement thermique du four (Mission du spationaute français)
ELMA 02	1982 : SALIOUT 7	-Lab. d'Etude de la solidification - Dépt. Métallurgie CEN Grenoble -Lab. de Chimie du solide (Bordeaux)	Elaboration d'alliages nouveaux par solidification d'émulsions métalliques en impesanteur (Mission du spationaute français)
Diffusion	1982 : SALIOUT 7	Lab. de Thermo-dynamique et Physico-chimie Métallurgique (Grenoble) Univ. Lyon I	Quantification des paramètres de diffusion d'un alliage polycristallin en phase liquide (Mission du spationaute français)

TITRE DE L'EXPERIENCE	DATE - LIEU	ORGANISMES RESPONSABLES EN FRANCE	OBJECTIFS
SRET	4 avril 1972	Département d'Etude et de Recherche de Technologie Spatiale de l'ONERA/CERT (Toulouse)	<ul style="list-style-type: none"> - Qualification de piles en couche mince - Expérience de prévision de la dégradation des piles au silicium à partir de résultats obtenus en laboratoire
SRET 2	5 juin 1975	CNES et Département d'Etude et de Recherche de Technologie Spatiale de l'ONERA/CERT (Toulouse)	<ul style="list-style-type: none"> - Qualification du système radiatif cryogénique du type Météosat - Etude du vieillissement de films plastiques et revêtements thermiques

LE PROGRAMME VEGA

Depuis le début des programmes américains et soviétiques d'exploration planétaire (MARINER, VOYAGER, VENERA), les groupes scientifiques français ont pu placer à bord de ces sondes des instruments modestes ou être associés à l'exploitation de certaines expériences. Cet engagement français est donc resté limité. Le coût extrêmement élevé des missions interdisant pratiquement à la France d'envisager de s'engager dans la réalisation d'une mission planétaire dans un cadre national, la proposition soviétique d'associer la France à la mission VEGA d'exploration de la comète de Halley et de la planète Vénus représente donc une première chance pour les laboratoires scientifiques français.

A l'origine du programme VEGA, un des plus ambitieux de la coopération franco-soviétique dans le domaine spatial, on trouve le projet VENERA 84, dont l'objectif essentiel était l'étude approfondie de l'atmosphère dense de la planète Vénus à l'aide d'un ballon pressurisé flottant à l'altitude de 56 km. La France était chargée de la réalisation du ballon de 9 m de diamètre portant des instruments scientifiques.

Ce projet a été profondément remanié en 1980 pour devenir le projet "Vénus-Halley", ou VEGA, qui comprend, outre la participation de la France et de l'U.R.S.S., celle d'un certain nombre de pays associés au programme INTER-COSMOS.

Le projet VEGA prévoit le lancement de deux sondes au mois de décembre 1984, chaque sonde comprenant un module d'atterrissage sur le sol de Vénus et un module de survol de la comète de Halley. Avant leur arrivée au voisinage de la planète, les sondes vont se séparer en deux parties : les deux modules d'atterrissage vont se diriger vers Vénus (juin 1985) et les deux sondes cométaires vont poursuivre leur route pour intercepter la comète à une distance d'environ 10 000 km, en mars 1986.

La mission VEGA présente deux objectifs majeurs :

Etude de l'atmosphère et du sol de Vénus

Les modules d'atterrissage seront porteurs d'instruments (tableau 1) dont l'objectif est, d'une part, au cours de la traversée des couches denses de l'atmosphère de Vénus, d'effectuer des mesures sur :

- la composition chimique des nuages en phase gazeuse et en phase condensée,
- les paramètres d'état (pression, température),

d'autre part, lorsque les modules se poseront et avant qu'ils ne soient détruits par les conditions très sévères de température et de pression, d'effectuer une série de mesures pour l'étude de la composition du sol de Vénus.

Etude de la comète de Halley

Selon toute vraisemblance, les comètes sont les corps les plus primitifs de notre système solaire. Ceci explique l'intérêt suscité au plan mondial par le passage à proximité du Soleil de la comète de Halley, dont l'orbite est connue de façon assez précise et qui est l'une des plus brillantes.

Les noyaux des comètes, sources de toute activité cométaire, n'ont jamais encore été vus ; leurs dimensions présumées sont si faibles (diamètre inférieur à 10 km) que même un grand télescope spatial ne devrait pas parvenir à les photographier. Le survol de cette comète par une sonde spatiale devrait permettre d'obtenir des informations uniques sur les propriétés physicochimiques du noyau, sur sa structure et son évolution.

Les sondes cométaires du programme VEGA utiliseront la planète Vénus comme tremplin gravitationnel pour passer à proximité de Halley (à une distance d'environ 10 000 km) au mois de mars 1986. Les instruments embarqués (tableau 2) effectueront des mesures qui donneront des informations sur :

- la taille, la nature et la température du noyau ;
- l'abondance et la nature des poussières dans la chevelure et dans la queue ;
- l'interaction entre la comète et le vent solaire.

Tableau 1

Expériences placées sur le module d'atterrissage sur le sol de Vénus

Nom	Participation française	Laboratoires
Bloc météo	Capteurs de température	Service d'Aéronomie
Spectrophotomètre	Optique et électronique de la voie UV	Service d'Aéronomie
Spectromètre fluorescence X	Compteurs proportionnels	Laboratoire de Géochimie Comparée et Systématique
Spectromètre de masse associé à un collecteur d'aérosols	Détecteurs Maîtrise d'oeuvre	C.R.P.E. S.E.P. - C.E.A. Service d'Aéronomie
Chomatographe en phase gazeuse	Calibration	C.R.P.E. S.E.P. - C.E.A. Service d'Aéronomie
Senseur d'humidité		
Spectromètre Gamma		

Tableau 2

Expériences placées sur la sonde cométaire de Halley

Nom	Participation française	Laboratoires
Caméra TV	Télescope de la caméra petit champ	Service d'Aéronomie LAS
Spectromètre	Optique, électronique pour les canaux UV et visible	Observatoire de Besançon Service d'Aéronomie
Spectromètre IR	Maîtrise d'oeuvre	L.P.S.P. Observatoire de Meudon
Spectromètre de masse pour la poussière		
Compteur de poussières		
Plasmag 1 (analyseur d'ions et de vent solaire)		
Magnétomètre		
Analyseur des ondes de plasma de 0,1 à 200 Hz		C.R.P.E.
Analyseur des ondes de plasma de 100 à 30000 Hz	Maîtrise d'oeuvre	C.R.P.E. ESTEC

III. LE VOL HABITE FRANCO-SOVIETIQUE

SELECTION ET ENTRAINEMENT DES SPATIONAUTES

La sélection des candidats spationautes a été effectuée en France par le Centre National d'Etudes Spatiales (CNES) avec le concours, pour la partie médicale, des experts et moyens des Services de Santé des Armées et du Laboratoire de Médecine Aérospatiale (LAMAS).

C'est en octobre 1979 qu'un appel à candidatures a été adressé aux organismes de recherches, laboratoires scientifiques, Armées, compagnies aériennes, sociétés industrielles du secteur aérospatial... Sur 400 lettres d'intention reçues, 193 dossiers (dont 15 % de candidatures féminines) ont été pris en compte.

Les différentes étapes d'évaluation physique, médicale et de connaissances scientifiques et techniques ont conduit à retenir 4 candidats (3 pilotes militaires et 1 pilote civil) et une candidate (chercheur scientifique, pilote).

En juin 1980, le choix final de deux candidats, Patrick BAUDRY et Jean-Loup CHRETIEN (voir notices biographiques), concluait la sélection.

En septembre de la même année, ils rejoignaient le Centre Youri Gagarine à la Cité des Etoiles pour suivre l'entraînement des cosmonautes : enseignement théorique, simulation de vol à bord des vaisseaux SOYOUZ T, SALIOUT, apprentissage du comportement en apesanteur au cours de vols en avion, procédures de secours, dispositions de survie en cas d'amerrissage notamment.

A cette formation spécifique s'ajoute, bien entendu, celle des travaux à réaliser pendant la semaine en orbite.

Deux équipages franco-soviétiques furent formés, chacun devant être apte à remplir la mission :

- équipage n° 1 : Vladimir Alexandrovitch DJANIBEKOV
(commandant de bord)

Alexandre Sergueïevitch IVANTCHENKOV
(ingénieur de bord)

Jean-Loup CHRETIEN
(expérimentateur)
- équipage n° 2 : Leonid Denissovitch KIZIM
(commandant de bord)

Vladimir Alexeievitch SOLOVIEV
(ingénieur de bord)

Patrick BAUDRY
(expérimentateur).

C'est une commission mixte franco-soviétique qui doit confirmer, quelque temps avant le vol, le choix de l'équipage devant effectuer la mission.

LES DEUX SPATIONAUTES FRANÇAIS

Patrick BAUDRY : Commandant de l'Armée de l'Air
 Né le 6 mars 1946 à DOUALA (République Unie du Cameroun)
 Marié
 Père d'une petite fille, Mélodie, âgée de 6 ans.

Après une formation de Mathématiques Spéciales, il est entré à l'Ecole de l'Air en 1967 - il a été breveté pilote de chasse en 1970. Après une période de 6 ans en unité opérationnelle sur Jaguar, il est sorti major de l'Ecole des pilotes d'essais britanniques ETPS. Il a effectué plus de 3500 heures de vol.

Au moment de sa présélection, il était pilote d'essais au Centre d'Essais en Vol de Brétigny-sur-Orge.

Ses loisirs sont orientés vers les sports mécaniques (moto, auto), le marathon, le squash et le ski.

Sa région familiale est le Bordelais.

Décoration : Officier de l'Ordre National du Mérite.

Jean-Loup CHRETIEN : Colonel de l'Armée de l'Air
 Né le 20 août 1938 à La Rochelle (France)
 Marié
 Père de 4 garçons : Jean-Baptiste, 20 ans ;
 Olivier, 17 ans ; Emmanuel, 15 ans ; François, 8 ans.

Après une formation de Mathématiques Spéciales, il est entré à l'Ecole de l'Air en 1959 - il a été breveté pilote de chasse en 1962. Après une période de 7 ans en unité opérationnelle sur Mirage, il rejoint l'Ecole des pilotes d'essais d'Istres en 1970. Il a effectué 7 années d'essais en vol. En particulier, il a été pilote responsable du programme Mirage F1. Il a effectué plus de 5000 heures de vol.

Au moment de sa présélection pour le vol habité franco-soviétique, il était Adjoint au Chef de la Division de la Défense Aérienne Sud.

Ses centres d'intérêt sont l'orgue, la voile en Bretagne l'été, le ski en hiver.

Décorations : Officier de l'Ordre National du Mérite
 Chevalier de la Légion d'Honneur
 Médaille de l'Aéronautique.

°

° °

Détachés de l'Armée de l'Air, Patrick BAUDRY et Jean-Loup CHRETIEN participent à la mission franco-soviétique en tant que personnel du Centre National d'Etudes Spatiales (CNES) et, ce, pour une durée de 3 ans.

Après le dépouillement des travaux scientifiques, qui demandera plus d'une année, Patrick BAUDRY et Jean-Loup CHRETIEN pourront participer, au CNES, à l'étude de projets futurs concernant les stations automatiques ou habitées, ou rejoindre leur corps d'origine.

LES COSMONAUTES SOVIETIQUES

Vladimir Alexandrovitch DJANIBEKOV (commandant de bord - équipage n° 1)

Deux fois héros d'Union Soviétique, aviateur cosmonaute d'U.R.S.S., le Colonel DJANIBEKOV est né le 13 mai 1942 au village d'Iskandar, dans la région de Tachkent.

Dès sa sortie, en 1965, avec mention de l'Ecole Supérieure d'Aviation d'Eïsk, il est entré dans les forces armées de l'air.

En 1970, il entre au Parti Communiste d'U.R.S.S. Cette même année, il fait partie du détachement de cosmonautes. Il suit le cours complet de préparation au vol américano-soviétique des vaisseaux APOLLO et SOYOUZ, au vol sur les vaisseaux SOYOUZ, SOYOUZ T et les stations orbitales SALIOUT. Il participe plusieurs fois au contrôle des vols des vaisseaux pilotés et des stations spatiales.

Il accomplit son premier vol spatial en 1978 comme commandant du vaisseau SOYOUZ 27. Avec l'arrimage du vaisseau spatial SOYOUZ 27 avec le complexe orbital piloté SALIOUT 6 - SOYOUZ 26 sur une orbite proche-terrestre, on a, pour la première fois dans l'histoire de l'astronautique, créé un ensemble d'études scientifiques piloté comprenant une station orbitale et deux vaisseaux orbitaux.

Il accomplit son deuxième vol spatial en mars 1981 selon le programme international INTERCOSMOS comme commandant du vaisseau spatial SOYOUZ 39 avec le citoyen de la République Populaire de Mongolie GOURATCHA. Au cours de ce vol, le vaisseau SOYOUZ 39 a été arrimé à l'ensemble orbital SALIOUT 6 - SOYOUZ T-4 et le programme prévu d'études et d'expériences couronné de succès.

La femme de V.A. DJANIBEKOV, Lilia Mounirova, travaille à la Cité des Etoiles.

V.A. DJANIBEKOV a deux filles, Inna née en 1969 qui est au lycée, et Olga née en 1979.

V.A. DJANIBEKOV est Vice-Président de la Société d'Amitié "U.R.S.S.-Espagne".

Ses heures de loisirs sont consacrées à la technique radio et au dessin.

Alexandre Sergueïevitch IVANTCHENKOV (cosmonaute - équipage n° 1)

Héros d'Union Soviétique, aviateur cosmonaute d'U.R.S.S., Alexandre Sergueïevitch IVANTCHENKOV est né le 28 septembre 1940 à Ivanteïevka, dans la région de Moscou.

Sorti en 1964 de l'Ecole d'Aviation de Moscou, il travaille dans un bureau d'études et participe au développement et aux essais de nouveaux modèles de technique spatiale.

Il est membre du Parti Communiste depuis 1972.

En 1973, il fait partie d'un contingent de cosmonautes. Il suit le cycle complet de préparation au col soviéto-américain APOLLO-SOYOUZ et au vol des programmes des vaisseaux pilotés SOYOUZ, SOYOUZ T et de la station orbitale SALIOUT.

En 1978, il participe comme ingénieur de bord au vol de longue durée sur le vaisseau SOYOUZ 29 et la station SALIOUT 6 pendant 140 jours. Au cours de ce vol avec le commandant du vaisseau spatial SOYOUZ 29, V.V. KOVALENKO, il reçoit à bord de l'ensemble orbital deux équipages internationaux avec des cosmonautes de Pologne et de la République Démocratique d'Allemagne. Ils déchargent trois cargos de transport PROGRESS, font une sortie dans le cosmos qui dure plus de 2 heures et réalisent un large programme d'expériences techniques, médico-biologiques et d'astrophysique. L'équipage revient se poser sur la Terre à bord du SOYOUZ 31.

Sa femme, Rimma Alexandrovna, est responsable scientifique du premier institut médical de Moscou.

Sa fille, née en 1968, est à l'école.

Il aime faire du tourisme, du ski alpin ; il joue au basket, au tennis.

Leonid Denissovitch KIZIM (commandant de bord - équipage n° 2)

Héros d'Union Soviétique, aviateur cosmonaute d'U.R.S.S., le Colonel Leonid Denissovitch KIZIM est né le 5 avril 1941 dans la ville de Krasny Liman, dans la région de Donetsk.

En 1959, il entre à l'Ecole Supérieure d'Aviateurs de Tchernigovsk "Leninsky Komsomol", qu'il réussit brillamment en 1963. Après ses études, il rejoint un contingent des forces armées aériennes. Au cours de son service, il acquiert la maîtrise de 12 types d'avions.

En 1965, il entre dans le contingent des cosmonautes. En 1966, il devient membre du Parti Communiste d'U.R.S.S.

Sans interrompre sa préparation aux vols spatiaux, il réussit par correspondance, en 1975, l'Académie des Forces aériennes I.A. Gagarine.

Il accomplit son premier vol spatial comme commandant de l'équipage à trois du vaisseau SOYOUZ T-3 en novembre 1980. Au cours de ce vol, se sont poursuivis les essais des systèmes de bord et de structure du modèle perfectionné de la série SOYOUZ T dans différents régimes du vol et en arrimage avec l'ensemble orbital SALIOUT 6 - PROGRESS 11. Lors du vol de l'équipage de SOYOUZ T-3 avec le commandant KIZIM, l'ingénieur de bord MAKAROV et le cosmonaute chercheur STREKALOV, il accomplit des réparations permettant ainsi de prolonger le fonctionnement de la station SALIOUT 6.

Sa femme, Galina Federovna, est ingénieur.

Son fils, Leonid, né en 1973, va à l'école.

Ses distractions sont le tourisme en automobile.

Vladimir Alexeievitch SOLOVIEV (cosmonaute - équipage n° 2)

Vladimir Alexeievitch SOLOVIEV est né le 11 novembre 1946 à Moscou.

Il termine, en 1970, l'Institut Technique Supérieur de Moscou, Baoumann, puis travaille dans un bureau d'études où il participe au développement et à la création de nouveaux modèles de technique spatiale.

En 1977, il devient membre du Parti Communiste d'U.R.S.S.

En 1978, il entre dans un contingent de cosmonautes. Il suit le cycle complet de préparation au vol sur le vaisseau spatial SOYOUZ T et sur la station orbitale SALIOUT.

Sa femme, Elena Ioueva, est ingénieur mécanicien.

Il a deux enfants : son fils Sergueï, né en 1970 qui est écolier, et sa fille qui est née en 1981.

Il aime voyager, faire des marches en montagne et des circuits en bateau.

BADGES DES TENUES DE VOL

Les membres d'équipages portent plusieurs écussons sur leur combinaison de vol (scaphandre et tenue de travail) :

- drapeau du pays,
- armoiries officielles du pays,
- badges des organismes (CNES pour la France, INTERCOSMOS pour l'U.R.S.S.),
- enfin, l'emblème de la mission franco-soviétique qui est commun à tous les membres de l'équipage. Il s'agit de "l'homme constellation", dessin formé de petits points blancs étoilés sur fond bleu nuit, qui symbolise les thèmes scientifiques de la mission : l'astronomie, la répartition moléculaire, l'homme objet d'études médicales.

Il est dû à l'artiste français Michel GRANGER.

IV. LA MISSION SCIENTIFIQUE

Pour préparer cette mission, le CNES a fait appel à une quinzaine d'équipes de chercheurs (cf. liste page 62), certaines ayant déjà participé à des programmes sur des véhicules automatiques ou habités (SKYLAB, SALIOUT 6), d'autres -en particulier dans le domaine médical- étant nouvelles et apportant à la fois un élargissement des compétences dans les missions spatiales et pouvant tirer profit de celles-ci pour leurs propres recherches fondamentales, en physiologie humaine par exemple.

On trouvera dans les travaux décrits ci-dessous les thèmes de l'astronomie, l'élaboration de matériaux, et une série de thèmes médicaux (physiologie et biologie). Ces thèmes ont été définis après consultation du Comité des Programmes Scientifiques du CNES qui rassemble les représentants des différentes disciplines de la recherche spatiale et propose les grandes orientations.

Au total, l'instrumentation scientifique et technique française représente environ 400 kg. Celle-ci a été mise au point par une collaboration entre les équipes scientifiques et industrielles (cf. liste des principales sociétés participantes - page 61). Les contrôles généraux de développement et d'aptitude au vol ont été réalisés au Centre Spatial de Toulouse, où est installée l'équipe de projet "P.V.H." (Premier Vol Habité) du CNES.

LES EXPERIENCES

A. MEDECINE

Les différentes expériences sont subdivisées en deux groupes :

- les expériences relatives à l'étude du fonctionnement cardiovasculaire et de sa régulation : DS1, ECHOGRAPHIE ;
- les expériences relatives à la physiologie sensorielle : POSTURE.

Expérience DS1

On sait que le séjour en impesanteur s'accompagne chez l'homme de modifications cardiovasculaires importantes. En particulier, l'absence de pesanteur entraîne une redistribution du volume sanguin : un litre de sang environ abandonne l'étage inférieur du corps pour se diriger vers les régions thoracique (poitrine), cervicale (cou) et céphalique (tête).

L'expérience DS1 étudie la circulation sanguine cérébrale qui est une circulation locale très importante, car l'activité du cerveau (donc toute l'activité du spationaute) est liée directement à cette circulation.

L'expérience DS1 consiste, grâce à un dispositif à ultrasons, à mesurer la vitesse sanguine au niveau des artères qui alimentent le cerveau (système carotidien).

Par ailleurs, le temps d'éjection systolique du ventricule gauche peut être également mesuré à partir des enregistrements correspondant à l'artère carotidienne primitive.

Cette méthode de mesure, atraumatique, permet de suivre d'une façon précise la redistribution de la masse sanguine vers le territoire encéphalique au cours de la première phase d'un vol spatial.

L'appareil utilisé comporte une sonde à inclinaison fixe qui est posée sur la face latérale du cou et un ultrasonographe. Les enregistrements sont transmis au sol, en temps réel, par télémesure.

Responsable scientifique : Laboratoire d'Hémodynamique du Service de Neurologie du Centre Hospitalier Universitaire de Toulouse-Rangueil.

Echographie

Cette expérience utilise un appareil à effet Doppler et un échotomographe rapide à balayage électronique pour étudier la fonction cardiovasculaire chez le spationaute lors des phases successives d'entraînement, de séjour en impesanteur et de reconditionnement au sol.

Lors du séjour du spationaute en impesanteur, son système cardiovasculaire subit des perturbations importantes qui n'ont pas encore été étudiées de manière systématique et précise. Or, les durées de séjours sont de plus en plus longues. Par ailleurs, on envisage d'envoyer dans des laboratoires placés en orbite des scientifiques n'ayant pas forcément subi un entraînement physique intensif.

Les explorations cardiovasculaires ont fait de grands progrès ces dernières années, grâce à l'apparition de techniques analogues à celles du radar et utilisant les ultrasons : l'échographie permet de visualiser⁽¹⁾ des coupes du coeur et des vaisseaux. La vélocimétrie Doppler (DS1) étudie les courbes de vitesse du sang. Ces examens réalisés par voie externe sont simples et parfaitement atraumatiques (application d'une palette sur la peau).

L'expérience, qui est une "première" dans les vols habités, se propose de suivre les différentes phases de l'évolution de l'appareil circulatoire, grâce à l'emploi combiné d'un échotomographe et d'un dispositif à effet Doppler.

Les objectifs principaux du programme ECHOGRAPHIE sont la mesure et l'étude des modifications au cours du temps des paramètres fondamentaux qui caractérisent la fonction cardiaque (dimensions des cavités, épaisseur du myocarde, fraction d'éjection) et la circulation (vitesse instantanée du sang dans les artères et les veines, calibre des vaisseaux) ; le débit dans les vaisseaux irriguant le cerveau sera en particulier étudié.

Ces études seront effectuées aux trois stades suivants : lors de l'entraînement au sol, au cours du séjour en impesanteur et pendant la phase de reconditionnement après le retour sur Terre ; elles auront pour but de :

(1) Les images sont lisibles directement par le spationaute sur écran vidéo. Elles sont en outre enregistrées pour expertise après le vol.

- connaître les capacités d'adaptation de l'organisme à des conditions hémodynamiques particulières ;
- pouvoir préciser les conditions d'hygiène concernant le système cardiovasculaire les mieux adaptées et les moins contraignantes pour un séjour de longue durée en impesanteur ;
- mieux définir les conditions de simulation au sol qui recréent certains effets de l'impesanteur sur le système cardiovasculaire ;
- mieux comprendre sur le plan de l'hémodynamique fondamentale l'influence des paramètres liés à l'inertie sanguine (réflexion d'onde de pression) et aux contraintes mécaniques qui agissent sur le système vasculaire (influence sur la compliance vasculaire).

L'équipe de chercheurs qui réalisera cette expérience groupe des médecins et des techniciens appartenant au Laboratoire de Biophysique de la Faculté de Médecine de Tours et au Service de Médecine Nucléaire et Ultrasons du Centre Hospitalier Universitaire de Tours.

Métabolisme hydrominéral et calcique

Les expériences DS1 et ECHOGRAPHIE seront complétées par des études de l'équilibre hydrominéral lié au déplacement du volume sanguin et au métabolisme du calcium, lié au remodelage du tissu osseux, lui-même dépendant des pressions axiales exercées sur le squelette par les forces de gravité. Ces études seront effectuées à partir d'échantillons de sang et d'urine prélevés avant le vol et pendant toute la phase de reconditionnement à la pesanteur après le retour sur Terre.

Ces études seront réalisées par les équipes des Laboratoires d'Hormonologie de la Faculté de Médecine de Lyon, de Réadaptation Fonctionnelle de la Faculté de Médecine de Saint-Etienne et d'Hémodynamique de Toulouse.

Posture

Le contrôle de la posture nécessite l'intervention de nombreux capteurs qui renseignent notre système nerveux sur les positions et les changements de position des différentes parties du corps (tête, cou, bras, tronc ... pieds), ainsi que sur les forces qui s'exercent au niveau de ces mêmes parties. Parmi ces dernières, la force de pesanteur joue un rôle essentiel au sol.

Les informations sensorielles sont saisies à différents niveaux : sur le groupe des muscles antagonistes, sous les pieds (pression du poids du corps), au niveau de l'oreille interne (équilibre) et de l'oeil (maintien postural) ; elles peuvent interagir et sont appelées à se compléter. Elles permettent le maintien de l'équilibre qui s'avère très précaire chez les bipèdes, en raison de l'extrême réduction de la base de sustentation.

Dans certaines circonstances, elles provoquent des situations conflictuelles entraînant des déséquilibres posturaux associés éventuellement à des réactions végétatives (vertiges, nausées).

Dans l'espace, en raison de l'absence de gravité, les informations en provenance du système otolithique seront profondément perturbées. Cette situation sera mise à profit pour étudier :

- l'accroissement de la dépendance visuelle chez les spationautes ;
- la persistance des programmes moteurs posturaux qui anticipent l'exécution des mouvements volontaires au sol ; ces programmes posturaux sont élaborés lors de la période d'apprentissage pour minimiser les mouvements du corps ; en état d'impesanteur, une nouvelle stratégie devrait la remplacer ;
- l'activité réflexe des muscles posturaux ; l'absence de pesanteur devrait permettre de préciser si cette activité réflexe est liée au contrôle de l'activité musculaire antigravitaire ou au contrôle de la stabilité du corps.

Les expériences seront répétées après le vol pour étudier la réadaptation au champ de gravité terrestre.

L'expérience est réalisée à l'aide :

- d'une plate-forme mobile selon un degré de translation ; elle sert de support aux capteurs biomécaniques qui concernent :
 - . l'angulation de la cheville par rapport à la plante des pieds,
 - . l'angulation de la plante des pieds par rapport à la plate-forme ;
- de capteurs physiologiques et biomécaniques comportant :
 - . des capteurs angulaires pour la mesure de l'angulation de la cheville,
 - . des détecteurs de décollement des talons,
 - . des capteurs de position de la plate-forme,
 - . des accéléromètres fixés au poignet du sujet par l'intermédiaire d'un support orientable,
 - . des capteurs myographiques fixés au niveau de quatre muscles de la jambe droite (fléchisseur et extenseur de la cheville et du genou) ;
- d'une électronique de commande assurant :
 - . la fonction contrôle-commande de l'expérience au moyen d'un micro-processeur,
 - . la numérisation des signaux myographiques et accélérométriques et leur formatage avant enregistrement,
 - . la génération de signaux test pour les chaînes myographiques et accélérométriques.

L'expérience est réalisée par le Laboratoire de Physiologie Neurosensorielle du C.N.R.S. à Paris.

B. BIOLOGIECytos-2

Cette expérience s'inscrit dans un programme de recherches concernant les effets des facteurs de l'environnement spatial sur la cellule.

Déjà, une première expérience a été effectuée par un laboratoire du Groupe de Recherches Biologiques Spatiales (G.R.B.S.) de Toulouse. Cette expérience, CYTOS-1, avait été réalisée sur la paracémie, c'est-à-dire sur un organisme unicellulaire, à l'aide d'un incubateur placé à bord de la station orbitale SALIOUT 6.

L'expérience CYTOS-2 utilisera un incubateur de même type qui sera placé à bord de SALIOUT 7.

Le but de CYTOS-2 est d'étudier le comportement de différentes espèces bactériennes, placées dans des conditions d'impesanteur, vis-à-vis de différents antibiotiques.

Cette expérience a donc :

- un but pratique : mieux comprendre les mécanismes d'apparition des accidents infectieux chez les spationautes et, donc, envisager un meilleur abord thérapeutique de ces problèmes ;
- un but de recherche fondamentale : en utilisant des antibiotiques à mode d'action différent, explorer les différentes structures ou fonctions de la cellule bactérienne.

Les cultures sont préparées à Moscou quelques jours avant le vol. Chaque culture comportera le milieu additionné de l'antibiotique. Les bactéries seront contenues dans de petites ampoules de verre placées elles-mêmes à l'intérieur des sachets plastiques renfermant les cultures. Ces ampoules seront cassées en cours de vol.

La croissance ou non des bactéries indiquera le degré d'efficacité de l'antibiotique vis-à-vis des espèces bactériennes embarquées.

Responsable scientifique : Groupe de Recherches Biologiques Spatiales (G.R.B.S.) - Toulouse.

Biobloc-3

Le programme BIOBLOC, associé au programme BIOSTACK, a pour but d'étudier les effets des différentes composantes du rayonnement cosmique et, notamment, les effets des ions lourds cosmiques.

On sait en effet que ces particules sont de poids atomique et d'énergie élevés. Elles déposent, le long de leur trajet, dans les organismes vivants des doses pouvant atteindre plusieurs milliers de rads. On conçoit que les ions lourds cosmiques puissent constituer ainsi un danger pour les vols habités, notamment pour les vols prolongés et pour certains organes en particulier.

Toutes les expériences déjà réalisées et l'expérience BIOBLOC-3 utilisent une méthode particulière qui permet d'établir une corrélation entre les objets biologiques et les trajets des particules lourdes. Cette corrélation est obtenue grâce à l'empilement de couches biologiques et de détecteurs visuels, émulsions nucléaires, qui enregistrent le passage des particules du rayonnement cosmique.

Les objets utilisés pour BIOBLOC-3 seront des oeufs d'*Artemia salina* ou des graines (graines de tabac).

Les études, après le vol, porteront sur les effets individuels des particules lourdes, ainsi que sur les effets du vol spatial sur les objets non touchés par ces particules.

Les critères d'étude seront, soit la détermination des capacités de développement, soit la recherche d'anomalies de développement, soit la mise en évidence d'effets génétiques.

Toutes ces études biologiques seront précédées par de longues et délicates études physiques dans le but de déterminer les trajectoires des ions lourds cosmiques et de calculer les dépôts d'énergie libérés par ces particules dans l'intérieur des objets biologiques soumis au vol spatial.

Responsable scientifique : Groupe de Recherches Biologiques Spatiales
(G.R.B.S.) - Toulouse.

C. ELABORATION DE MATERIAUX DANS L'ESPACE

Parmi les trois caractéristiques essentielles de l'environnement spatial : absence de gravité, absence d'atmosphère gazeuse et présence de rayonnements divers, seule la première semble devoir introduire des modifications notables et irréalisables sur Terre du comportement de la matière fluide.

Les expériences déjà réalisées ont clairement montré que de nombreux processus classiques de la science des matériaux étaient fortement influencés par les divers effets de la gravité, ce qui, jusqu'à présent, n'avait pas été clairement démontré et n'apparaissait pratiquement jamais dans la description mathématique des mécanismes physiques mis en jeu.

Cette absence de gravité intéresse de façon particulière les états fluides. Elle permet, notamment :

- la disparition des phénomènes thermoconvectifs (qui, en dépit de l'immobilité apparente des liquides, donnent naissance à une agitation extrêmement importante),
- la disparition de la poussée d'Archimède,
- la disparition de la pression hydrostatique,
- la disparition des phénomènes de sédimentation ou de ségrégation,
- la lévitation naturelle de la matière,
- l'observation de certains phénomènes (tels que les phénomènes capillaires) à des échelles beaucoup plus importantes que sur Terre.

Du fait que les processus d'élaboration font généralement intervenir le passage en phase liquide ou gazeuse, il résulte que les conditions d'impesanteur ont des conséquences sur les caractéristiques des matériaux obtenus.

Ces conditions peuvent être mises à profit pour diminuer les défauts de structure et de répartition des matériaux, ou même pour tenter de réaliser des structures et compositions nouvelles, en faisant notamment appel à des procédés de mise en oeuvre originaux, tels que la lévitation.

La période actuelle des recherches sur l'élaboration des matériaux en impesanteur a un caractère encore exploratoire et les premiers résultats ont fait apparaître la nécessité d'accentuer les efforts fondamentaux de compréhension des mécanismes complexes généralement mis en jeu. L'expérimentation en impesanteur contribue elle-même à ces efforts en permettant des approches nouvelles.

Si les espoirs mis dans ces recherches se confirment, l'exploitation systématique de procédés d'élaboration applicables à des matériaux d'importance technologique à usage terrestre pourra être envisagée à bord des plates-formes ou stations orbitales en projet.

Calibration du four MAGMA

Le nouveau programme lié au vol du spationaute français permettra aux expérimentateurs d'utiliser un nouveau four de type "Kristal" à cartouches⁽¹⁾ expérimentales de plus grande taille. La France complète ce matériel par des équipements de mesure et d'enregistrement de température en différents points du four et de la cartouche (au total, 14 points de mesure). Simultanément, les niveaux d'accélération résiduelle du four pourront être enregistrés. Ces moyens permettront de procéder à une calibration fine de l'installation. Les programmes expérimentaux français et soviétiques pourront alors se développer en 1982 et 1983, en bénéficiant de conditions expérimentales connues avec précision.

Responsable scientifique : Laboratoire d'Etudes de la Solidification du
Département de Métallurgie du Centre d'Etudes
Nucléaires de Grenoble (Commissariat à l'Energie Atomique).

Mesure des coefficients d'interdiffusion

L'expérience DIFFUSION⁽²⁾ se propose de mesurer la vitesse de dissolution d'un alliage solide polycristallin dans son propre liquide à la température d'équilibre thermodynamique du système : son objectif est d'accéder aux paramètres essentiels retenus dans la formulation mathématique des mécanismes de solidification des alliages. Bien évidemment, la dissolution d'un cristal dans son propre liquide en équilibre ne peut avoir lieu

(1) au nombre de deux.

(2) une cartouche.

par définition et, seules, les zones de défauts du cristal qui présentent donc un état hors équilibre thermodynamique sont susceptibles d'être corrodées. En particulier, le défaut majeur constitué par le plan d'accolement de deux cristaux désorientés - ou joint de grains - se creusera dans ces conditions à une vitesse évoluant dans le temps.

Les mesures de la vitesse, des courbures de l'interface solide-liquide et des masses transportées à la température d'expérience et en impesanteur doivent renseigner exactement sur la nature des phénomènes de transport atomique et permettre de quantifier avec précision les paramètres de la diffusion en phase liquide.

Responsable scientifique : Laboratoire de Thermodynamique et Physicochimie
Métallurgiques de l'Université de Grenoble.

Solidification des alliages non miscibles

L'expérience IMMISCIBLE⁽¹⁾ fait partie du programme de recherches sur l'élaboration d'alliages nouveaux par solidification d'émulsions métalliques en impesanteur.

L'expérimentation en microgravité permet de s'affranchir des phénomènes de thermoconvection et de sédimentation qui interdisent au sol l'obtention de structures finement dispersées régulières et de rendre prépondérants des effets qui, au sol, n'interviennent qu'au second ordre.

On sait, par exemple, qu'un liquide simple constitué d'une seule phase demeure immobile en impesanteur, tandis que les liquides non immiscibles, à deux phases, sont encore animés de mouvements internes dus à des interactions physiques et physicochimiques aux limites de phase. Ces mouvements, encore mal connus, conduisent à des modifications de la répartition des particules dans le liquide et donc à des structures du solide final non régulières.

Ce sujet particulier est le thème du programme expérimental IMMISCIBLE, réalisé en coopération avec l'Union Soviétique par le Département de Métallurgie du Centre d'Etudes Nucléaires de Grenoble.

(1) deux cartouches.

D. ASTRONOMIE

	Scintillateur gamma	Sirène	P.C.N.	Piramig
Domaine d'observa- tion	rayonnement gamma	X	visible	visible et proche infrarouge
Forme des résultats	signal numérique	signal numérique	photo couleur	photo noir et blanc gain 600

Piramig

PIRAMIG est une chambre photographique à haute sensibilité. Elle est destinée à étudier, dans le visible et le proche infrarouge, l'atmosphère, le milieu interplanétaire et les galaxies.

Intérêt des observations spatiales

Un instrument d'optique placé dans un observatoire terrestre reçoit des signaux lumineux en provenance de l'atmosphère (entre 0 et quelques centaines de km d'altitude), du milieu interplanétaire (jusqu'à plusieurs centaines de millions de km d'altitude) et, encore plus loin que la ligne de visée, des galaxies. La séparation de ces différentes composantes est délicate, en particulier dans l'infrarouge proche : l'hydroxyle (OH) mésosphérique est responsable d'émissions relativement intenses vers 85 km d'altitude et le milieu interplanétaire où les sources galactiques n'ont pratiquement pas été étudiées dans cette gamme de longueurs d'onde.

A bord d'un véhicule spatial, il suffit d'orienter l'instrument vers le haut pour qu'il observe le milieu interplanétaire et les galaxies sans contamination atmosphérique ; il suffit de l'orienter faiblement en dessous du plan horizontal local pour qu'il observe tangentiellement les émissions atmosphériques.

Il est devenu aujourd'hui usuel de demander à des astronautes ou à des cosmonautes de prendre des clichés d'aurores polaires ou de fuseaux zodiacaux (SKYLAB, SALIOUT 6 ...). L'instrument proposé lors de la mission du spationaute français est suffisamment performant et polyvalent pour permettre l'étude morphologique et photométrique des sources atmosphériques, interplanétaires ou galactiques observées.

Objectifs scientifiques de la mission

1. Physique atmosphérique :

- observation de la structure, de la répartition et de l'évolution des ondes de OH mésosphériques, afin de mieux comprendre les échanges énergétiques entre la mésosphère et la stratosphère ;

- observation de phénomènes auroraux peu intenses, afin d'étudier la réponse dynamique de l'atmosphère à l'activité aurorale.

2. Milieu interplanétaire :

- étude dans l'infrarouge de la luminance et de la polarisation du nuage de poussières interplanétaires (nuage zodiacal) et ce, en particulier, au gegenschein (direction antisolaire) et dans les fuseaux, afin de mieux comprendre la dynamique de ce nuage.

3. Galaxies :

- étude de l'émission galactique diffuse, mal connue dans l'infrarouge proche, afin de séparer la composante due aux étoiles supergéantes jeunes de celle due à la vieille population stellaire ;

- étude de sources extragalactiques faibles.

Description de l'instrument et de son mode opératoire

L'instrument PIRAMIG a une masse de l'ordre de 30 kg. Il est constitué de sous-ensembles habituels (chambre photographique, filtres, objectifs) et de sous-ensembles déjà développés pour des missions spatiales antérieures (dérouleur de film, datation électronique, pupitre de commande).

En raison de sa sensibilité élevée, PIRAMIG ne fonctionne qu'en phase de nuit orbitale et n'est jamais utilisé en période de pleine lune. Suivant la procédure établie, les spationautes procèdent à un étalonnage de l'instrument avec un sensitomètre puis, lorsque la nuit orbitale commence, après pointage de la station, prennent une série de clichés (temps de pose de l'ordre de la seconde) avec divers filtres, l'orientent vers une deuxième direction, etc. jusqu'à la fin de la nuit orbitale qui, à l'altitude du SALIOUT, ne dure guère qu'une trentaine de minutes. Cette expérience sera utilisée pendant toute la semaine de la mission du spationaute français.

Responsable scientifique : Service d'Aéronomie du C.N.R.S. (Verrières-le-Buisson).

Maîtrise d'oeuvre : Laboratoire d'Astronomie Spatiale (LAS) du C.N.R.S. (Marseille).

Expérience P.C.N.

La Photographie du Ciel Nocturne (P.C.N.) sera réalisée pour la première fois par le spationaute français à l'occasion du vol orbital à bord de la station SALIOUT. L'appareil de prises de vues sera disposé devant l'un des hublots "astronomiques", sur une monture à trois degrés de liberté. L'orientation précise de l'appareillage destiné à obtenir les clichés sera assurée manuellement grâce à l'utilisation d'une lunette de visée spécialement conçue à cet effet.

Il est ainsi prévu d'enregistrer les radiations les plus faibles du ciel nocturne. Le programme d'observations orbitales prévoit l'étude de nombreuses sources de faible luminosité qui étaient jusqu'ici obscurcies, masquées ou polluées par le voile de l'atmosphère terrestre : différentes régions de l'énorme nuage de poussières qui emplit le milieu interplanétaire, essentiellement dans les régions zodiacales ; il prévoit aussi l'étude des émissions de la haute atmosphère terrestre de 80 à 350 km d'altitude et plus particulièrement des arcs subtropicaux ionosphériques qui entourent la Terre entre 250 et 300 km d'altitude, ainsi que des aurores polaires.

Le programme d'observation couvrira aussi l'étude de phénomènes encore inconnus, dont l'importance ne peut qu'être soupçonnée, tels que la distribution à l'échelle d'un continent des éclairs dans les massifs nuageux des orages tropicaux.

L'institut d'Astrophysique de Paris (du C.N.R.S.) a la responsabilité du développement de cette expérience.

E. EXPERIENCES MISES EN OEUVRE EN ORBITE APRES LE VOL DU SPATIONAUTE FRANÇAIS

Sirène

Cette expérience a pour objet l'étude du rayonnement X en provenance de sources galactiques et extragalactiques dans une large gamme d'énergie (de 2 à 600 keV) avec une bonne résolution spectrale ($\approx 10\%$) et une bonne résolution temporelle (1 ms).

La station orbitale habitée soviétique présente une possibilité unique d'effectuer une étude systématique de ces sources en s'affranchissant de l'absorption atmosphérique qui élimine toutes possibilités de les détecter à partir du sol. Elle évite les contraintes inhérentes aux stations automatiques embarquant des télescopes (dispositifs de pointage coûteux et longs à réaliser). Enfin, le mode d'acquisition des données par l'intermédiaire d'un enregistreur de bord devrait permettre de saisir rapidement l'information scientifique.

Objectifs scientifiques

Après les résultats obtenus par les missions d'observation du ciel des satellites UHURU, ARIEL V, OSO 8, HEAO 1 et HEAO 2 (Einstein), il est clair que l'étude du rayonnement X est d'une importance fondamentale dans les développements futurs de l'astronomie. Les rayons X sont créés, soit dans des plasmas de haute température ($> 10^6$ K), soit dans des interactions

entre particules de hautes énergies avec des champs magnétiques et des photons ; ils sont, d'une manière générale, impliqués dans des sources ou dans des configurations de l'univers qui mettent en jeu des énergies considérables.

Afin de comprendre ces phénomènes, il est donc nécessaire d'effectuer une étude détaillée qui implique une complète investigation de la variabilité des sources et de leur spectre avec une bonne résolution (10 %) et dans une large gamme d'énergie (de 2 à 600 keV).

L'étude envisagée devrait ainsi permettre d'accéder :

- aux propriétés de la matière dans des conditions extrêmes à proximité des étoiles à neutrons et des trous noirs ;
- à la structure des régions dans lesquelles naît le rayonnement X (magnétosphère des étoiles à neutrons et disques d'accrétions autour des trous noirs) ;
- à la composition du gaz intergalactique dans les amas de galaxies et la façon dont il évolue.

L'ensemble expérimental de l'expérience SIRENE (étude spectrométrique des sources X) se compose de :

- | | | |
|--|-------|-----------|
| - un détecteur de rayons X de 20 à 600 keV - RS 17 | } IKI | |
| - un détecteur de rayons X de 2 à 25 keV - SKR 02 | | |
| - un détecteur de rayons X de 2 à 30 keV - GSPS | | ASE/ESTEC |
| - un bloc d'interface et de contrôle - BIC | | C.E.S.R. |
| - un enregistreur magnétique. | | CNES |

Les responsables scientifiques de cette expérience sont :

- pour la partie française : le Centre d'Etude Spatiale des Rayonnements (Toulouse) ;
- pour la partie soviétique : l'Institut de Recherches Spatiales (Moscou).

Scintillateur Gamma

Il s'agit d'une expérience technologique destinée à étudier l'amélioration de la résolution des télescopes Gamma, par l'utilisation d'un collimateur à grille.

Si cette technique s'avère fructueuse, elle pourra être utilisée dans le cadre des projets franco-soviétiques d'observation spatiale Gamma.

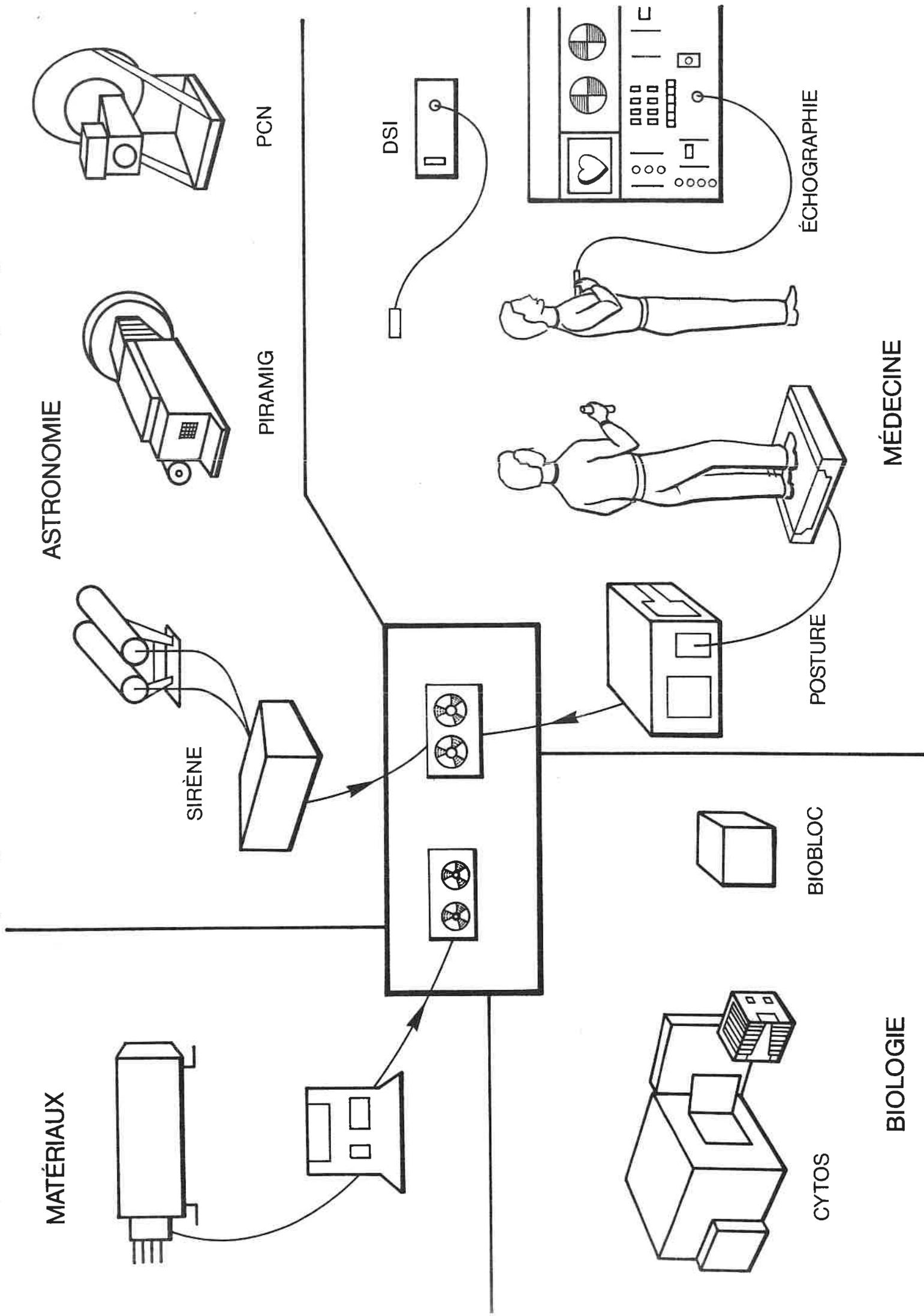
Responsables scientifiques : Centre d'Etude Spatiale des Rayonnements (Toulouse) et Commissariat à l'Energie Atomique (Saclay).

ELMA-2

Vingt-quatre cartouches françaises seront utilisées pour des expériences d'élaboration de matériaux.

°
° °

Comme cela a été le cas pour les autres programmes de la coopération franco-soviétique, les résultats obtenus sont portés à la connaissance de la communauté scientifique internationale par des publications. Des communications de compte rendu sont faites, en particulier à la réunion annuelle du COSPAR qui rassemble les chercheurs de tous les pays.



MATÉRIAUX

ASTRONOMIE

SIRÈNE

PIRAMIG

PCN

DSI

CYTOS

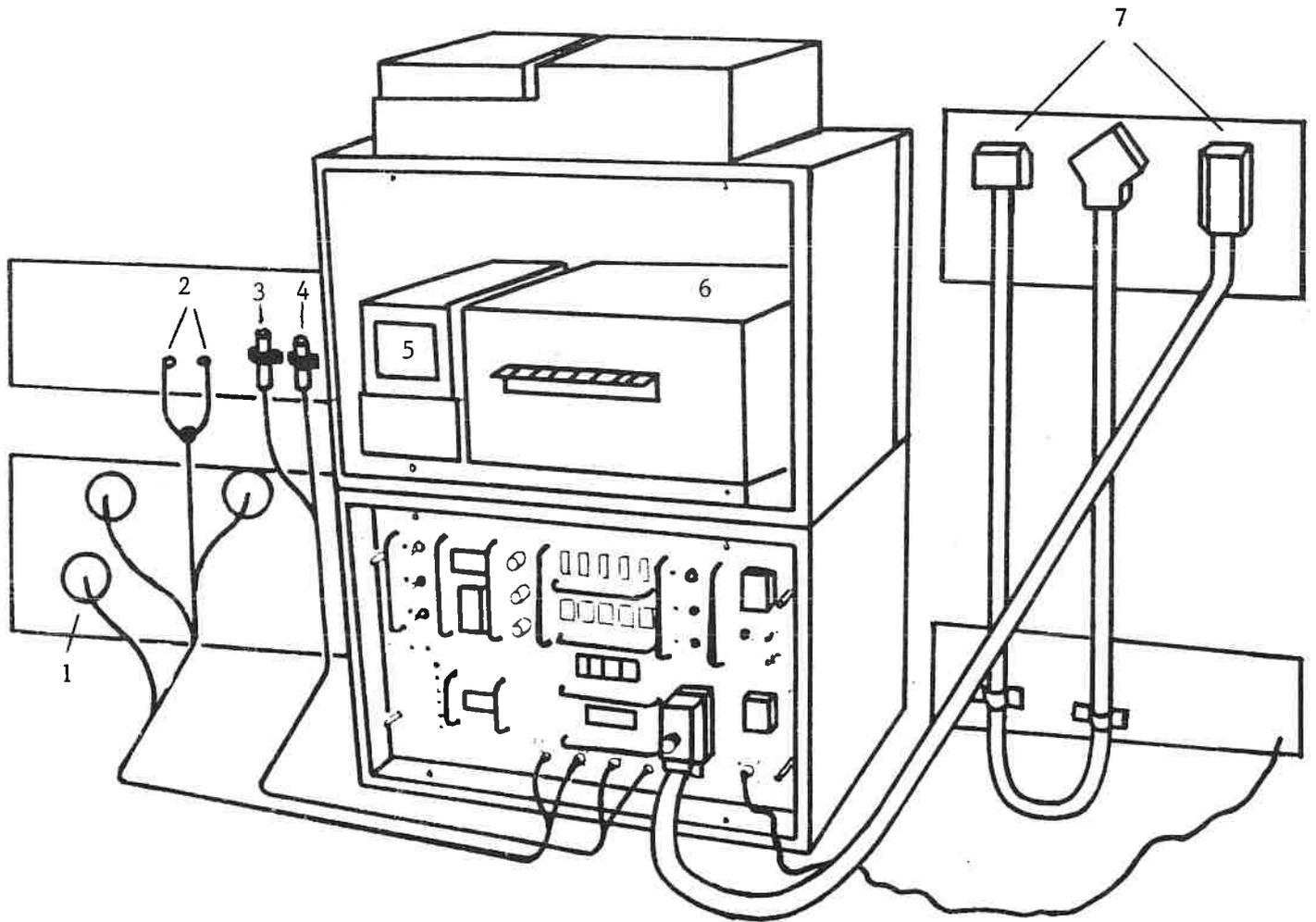
BILOBLOC

POSTURE

ÉCHOGRAPHIE

BIOLOGIE

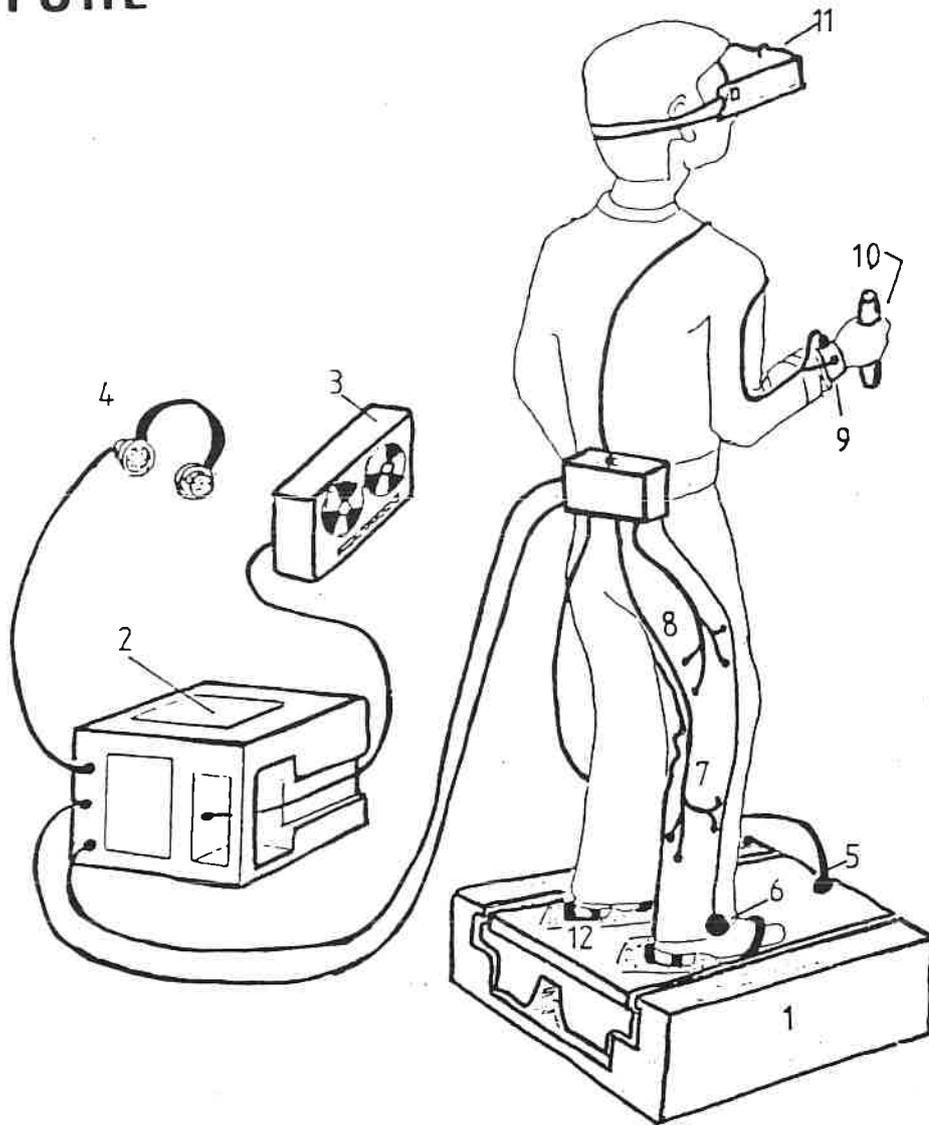
MÉDECINE



1. Electrodes électrocardiogramme
2. Ecouteurs de signal Doppler
3. Sonde Doppler (vitesse de la circulation sanguine)
4. Sonde mode temps-mouvement pour visualisation cardiaque
5. Ecran vidéo de visualisation directe des organes
6. Magnéscope enregistreur
7. Sondes pour l'imagerie échotomographique (plan en coupe des organes).

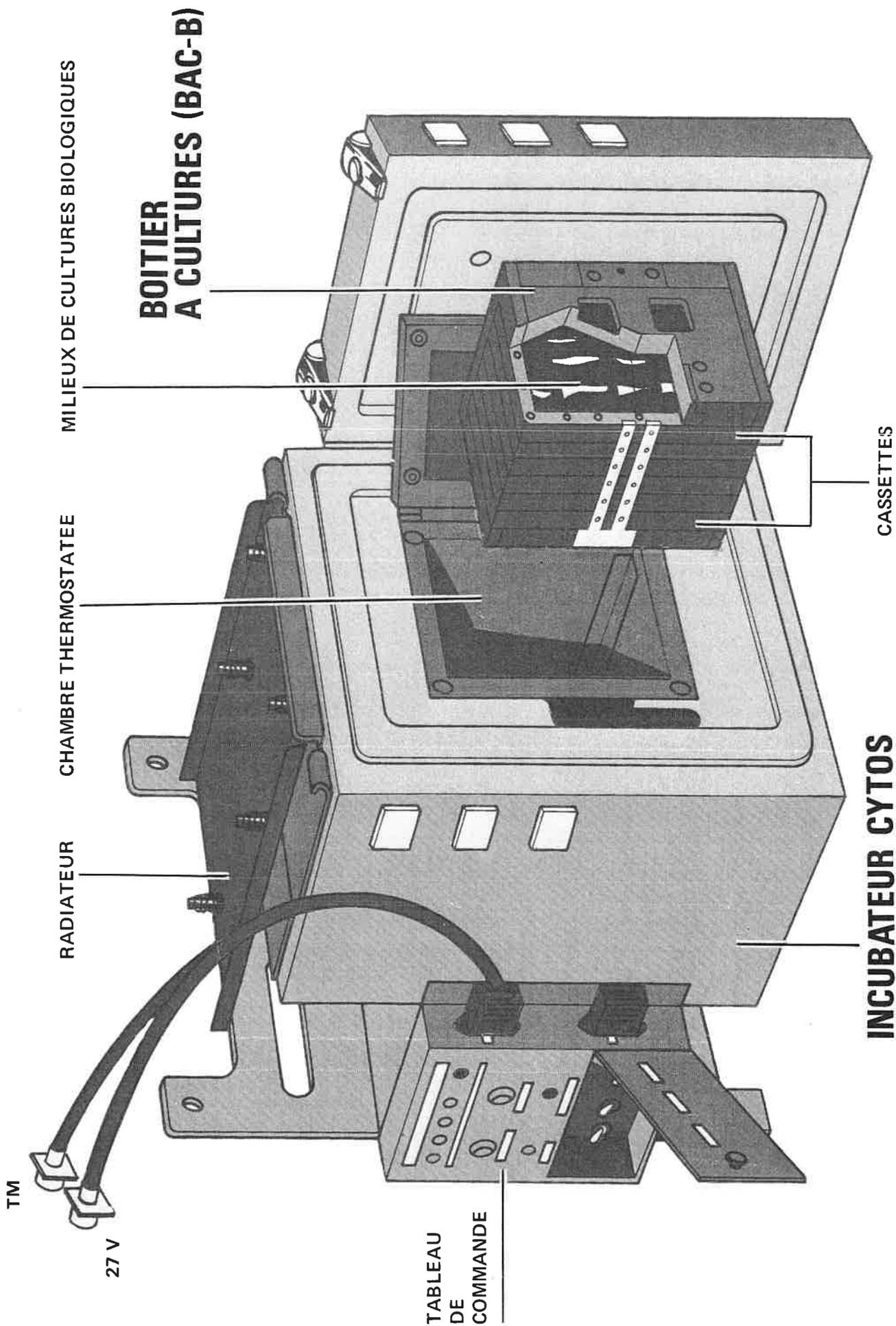
ECHOGRAPHIE

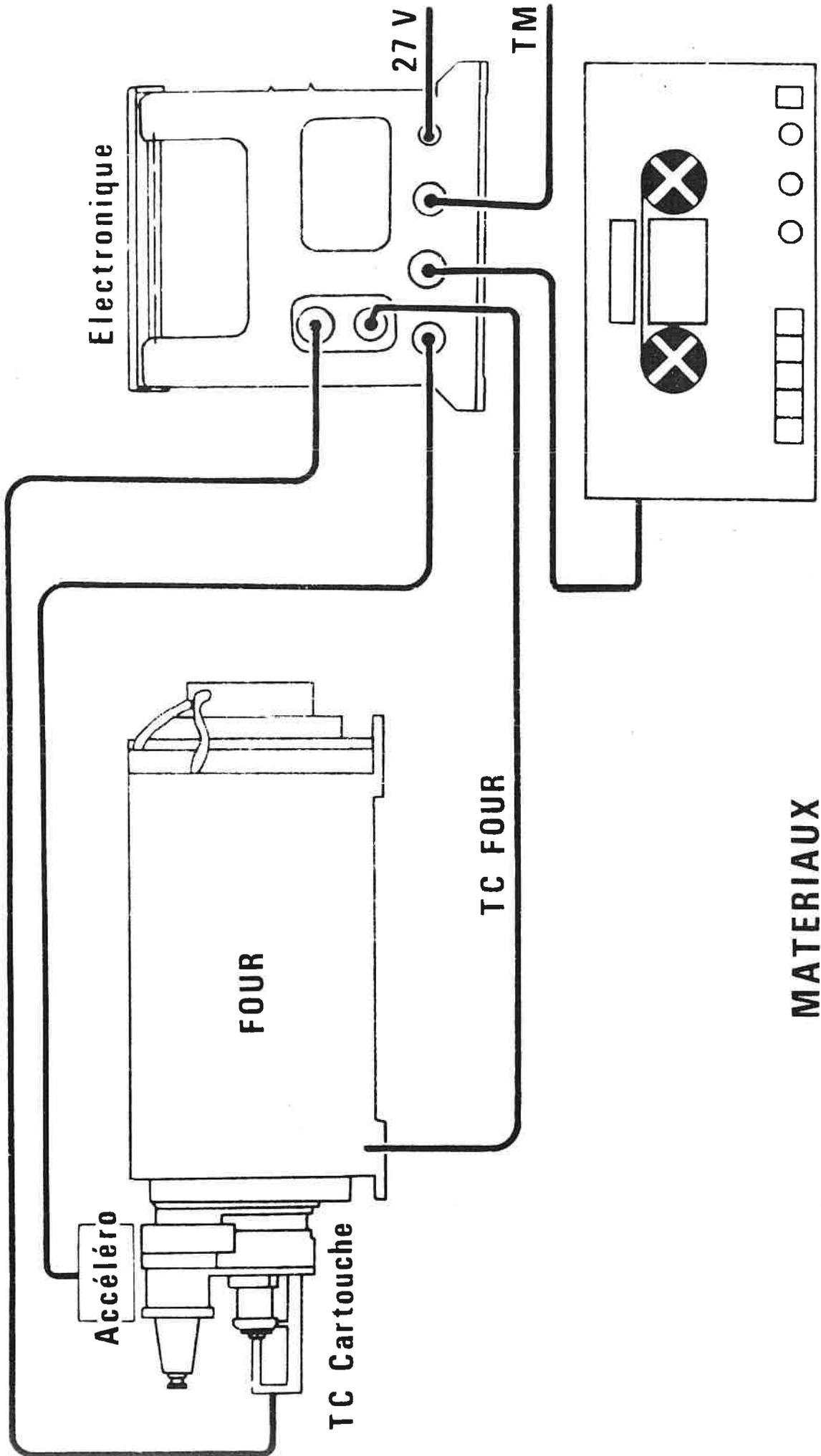
POSTURE



1. Plate-forme de translation
2. Calculateur
3. Enregistreur
4. Casque d'écoute du "bruit" musculaire
5. Potentiomètre de déplacement de la plate-forme
6. Potentiomètre d'inclinaison de la cheville
7. Electrodes de surface d'activité musculaire
8. Electrodes de surface d'activité musculaire
9. Accéléromètre
10. Masse de contrainte (1 kg)
11. Lunette d'occultation du champ visuel périphérique

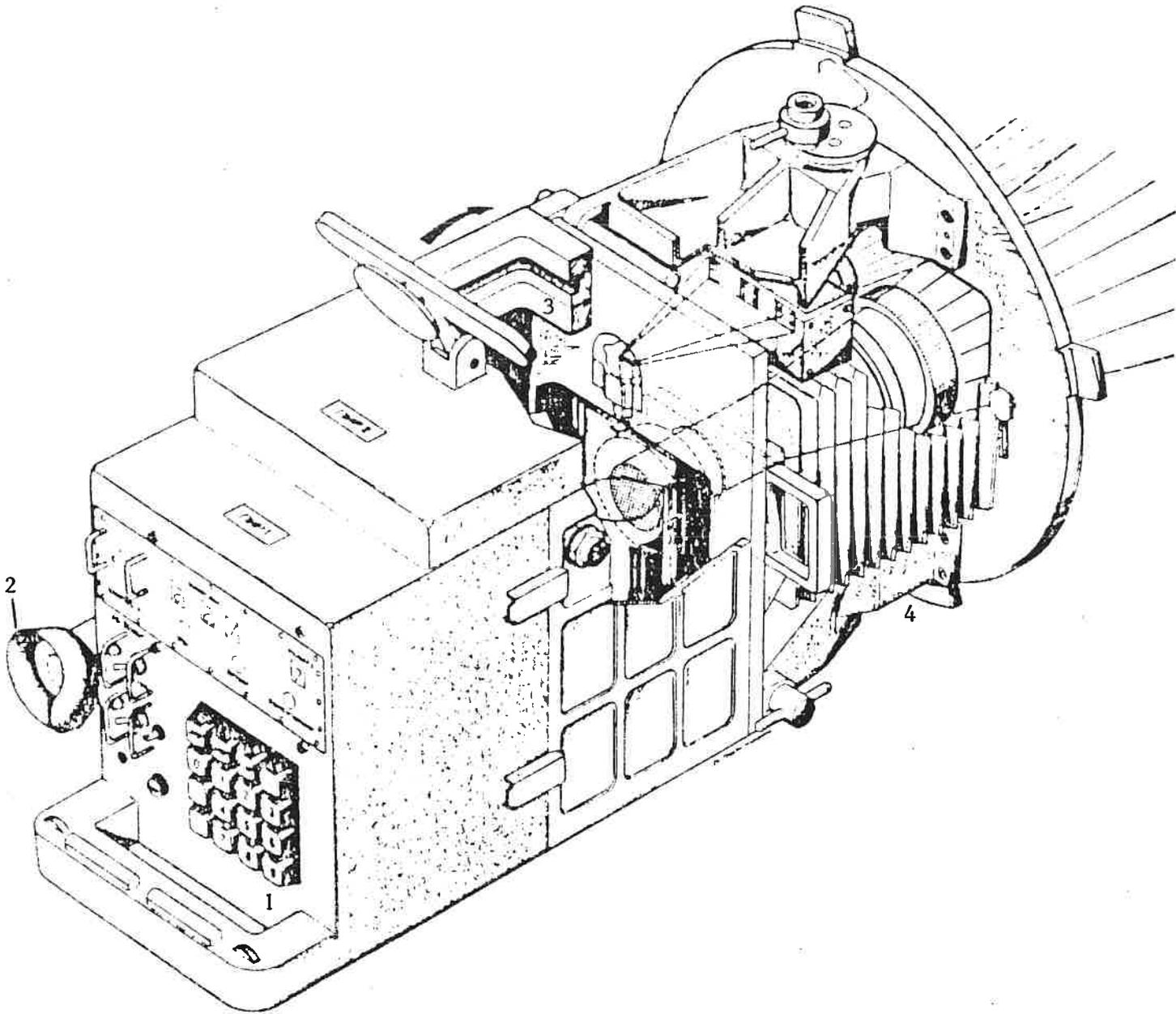
EXPERIENCE CYTOS II





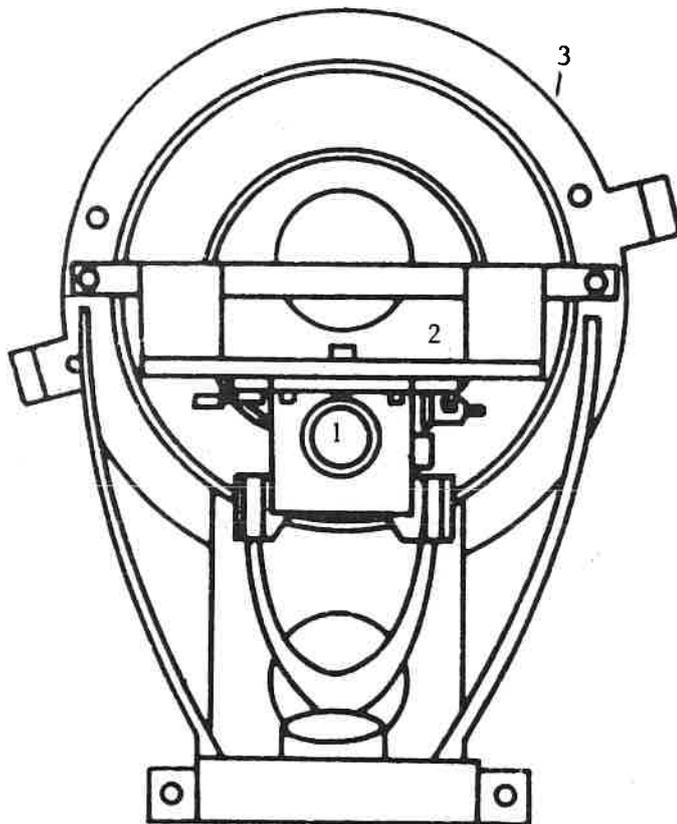
MATERIAUX

1. Pupitre de commande
2. Viseur de vérification du pointage
3. Trappe de changement de films
4. Soufflet.



PIRAMIG

Caméra destinée à l'étude photographique à haute sensibilité de l'atmosphère, du milieu interplanétaire, de la galaxie et des galaxies proches.

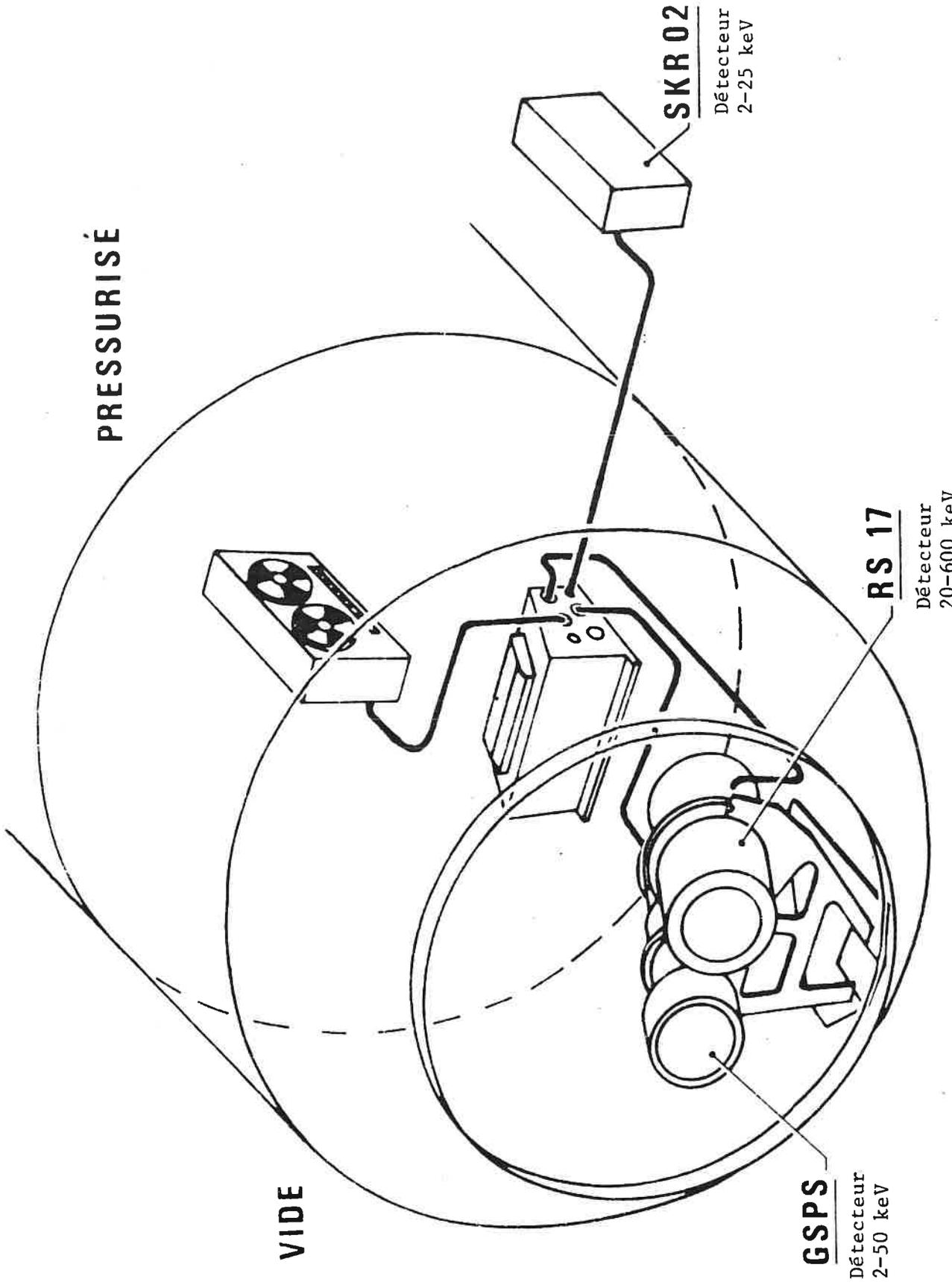


PCN

(Photographie du Ciel Nocturne)

Vue de l'implantation de l'appareil photographique sur le hublot de la station :

1. Viseur
2. Emplacement de l'appareil photographique
3. Adaptation au hublot.



SIRÈNE (expérience d'astronomie X)

ORGANISMES ET LABORATOIRES FRANÇAIS PARTICIPANT AU VOL HABITE FRANCO-SOVIETIQUE (ordre alphabétique)

	<u>Expériences</u>
Centre d'Etudes Nucléaires de Grenoble (C.E.N.G.)	Calibration & alliages
Centre d'Etudes et de Recherches Psychologiques de l'Armée de l'Air (CERPAIR) - <i>Paris</i>	Sélection spationautes
Centre d'Etude Spatiale des Rayonnements (C.E.S.R.) - <i>Toulouse</i>	SIRENE & GAMMA
Centre National d'Etudes Spatiales (CNES) - <i>Paris</i>	Maîtrise d'oeuvre
Centre Principal d'Expertise Médicale du Personnel Navigant (C.P.E.M.P.N.) - <i>Paris</i>	Sélection spationautes
Commissariat à l'Energie Atomique (C.E.A.) - <i>Saclay</i>	GAMMA
Direction Centrale des Services de Santé des Armées (D.C.S.S.A.) - <i>Paris</i>	Choix et expertise de la nourriture
Groupe de Recherches Biologiques Spatiales (G.R.B.S.) - <i>Toulouse</i>	CYTOS & BIOBLOC
Groupe de Recherches sur la Circulation Cérébrale (G.R.C.C.) - <i>Toulouse-Rangueil</i>	DS1 & ECHOGRAPHIE
Institut d'Astrophysique de Paris (I.A.P.)	PIRAMIG & P.C.N.
Institut de Physique du Globe (I.P.G.) - <i>Paris</i>	PIRAMIG & P.C.N.
Laboratoire d'Astronomie Spatiale (LAS) - <i>Marseille</i>	PIRAMIG & P.C.N.
Laboratoire de Bactériologie - <i>Toulouse-Rangueil</i>	CYTOS
Laboratoire de Biogéographie de l'Université Paul-Sabatier de Toulouse	BIOBLOC
Laboratoire de Biophysique Médicale (L.B.M.) de l'Université de Tours	ECHOGRAPHIE

Laboratoire d'Histophysiologie et Radiobiologie Végétales (L.H.R.V.) - <i>Montpellier</i>	BIOBLOC
Laboratoire d'Hormonologie - <i>Lyon</i>	ECHOGRAPHIE
Laboratoire de Médecine Aérospatiale (LAMAS) du Centre d'Essais en Vol - <i>Brétigny-sur-Orge</i>	Sélection spationautes
Laboratoire de Physiologie Neurosensorielle (L.P.N.) du C.N.R.S. - <i>Paris</i>	POSTURE
Laboratoire de Thermodynamique et Physico-Chimie Métallurgique (L.T.P.C.M.) - <i>Grenoble</i>	DIFFUSION
Service d'Aéronomie (S.A.) du C.N.R.S. - <i>Verrières-le-Buisson</i>	PIRAMIG & P.C.N.
Service Central d'Etudes et de Réalisations de l'Intendance (SCERI) - <i>Saint-Cloud</i>	Choix et expertise de la nourriture

SOCIETES INDUSTRIELLES PARTICIPANT AU VOL HABITE FRANCO-SOVIETIQUEExpériences

- ECHOGRAPHIE : Société MATRA - *Vélizy*
Société INTERELEC - *Le Bourget*
- POSTURE : Société BERTIN - *Plaisir et Aix-en-Provence*
- Enregistreurs : Société ENERTEC - *Vélizy*
- Matériaux : Société CROUZET - *Valence*
- SIRENE et CYTOS : Société STEEL - *Mazères-sur-Salat*
- Essais : SOPEMEA - *Centre Spatial de Toulouse*

LES PRINCIPAUX EXPERIMENTATEURS SCIENTIFIQUESASTRONOMIE :

- PIRAMIG : Mme Anny-Chantal LEVASSEUR-REGOURD
Service d'Aéronomie du C.N.R.S.
M. Alain MAGNAN
Laboratoire d'Astronomie Spatiale du C.N.R.S.
- P.C.N. : M. Serge KOUTCHMY
Institut d'Astrophysique de Paris
- SIRENE : M. Raoul TALON
Centre d'Etude Spatiale des Rayonnements (C.E.S.R.)

BIOLOGIE :

- BIOBLOC 3 : M. Gilbert GASSET & M. Hubert PLANEL
Groupe de Recherches Biologiques Spatiales
(G.R.B.S.)
- CYTOS 2 : M. René TIXADOR & M. Hubert PLANEL
Groupe de Recherches Biologiques Spatiales
(G.R.B.S.)

MATERIAUX

- DIFFUSION : M. Nicolas EUSTATOPOULOS
Laboratoire de Thermodynamique et Physico-Chimie
Métallurgique (L.T.P.C.M.)
- CALIBRATION DU FOUR &
ALLIAGES IMMISCIBLES : M. Claude POTARD & M. Jean-Pierre PRAIZEY
Centre d'Etudes Nucléaires de Grenoble (C.E.N.G.)

MEDECINE :

- ECHOGRAPHIE : M. Léandre POURCELOT
Laboratoire de Biophysique Médicale (L.B.M.) de
l'Université de Tours
- POSTURE : M. Francis LESTIENNE
Laboratoire de Physiologie Neurosensorielle
(L.P.N.)
- DS1 : M. André BES & M. Antonio GUEL
Groupe de Recherches sur la circulation Cérébrale
(G.R.C.C.)
- MEDECIN DE L'EQUIPAGE : Médecin Général Raymond CARRÉ
Centre d'Etudes et de Recherche de Médecine
Aéronautique (CERMA)

L'EQUIPE DU PROJET "P.V.H." DU CNES/CENTRE SPATIAL DE TOULOUSE
(ordre alphabétique)

M. Marc ALFRED	Responsable technique de l'enregistreur
M. Paul BECHEREAU	Contrôle du projet "Alimentation"
M. Laurent BRAAK	Coordonnateur de l'ensemble des expériences
M. René CAPRARO	Responsable technique de l'expérience POSTURE
Mme Bernadette HIEST	Secrétaire du projet
M. Jean-Pierre LEPAGE	Responsable technique de l'expérience MATERIAUX
M. Jacques RAFFIN	Responsable technique de l'expérience BIOLOGIE
M. Pierre SIMON	Responsable technique de l'expérience ECHOGRAPHIE
M. Michel VIEILLEFOSSE	Chef du projet

UN REPAS FRANÇAIS A BORD

Afin de participer pleinement à tous les aspects d'un vol habité et d'apporter un élément de confort psychologique non négligeable, les responsables français ont décidé, avec l'aide d'industriels bénévoles, de présenter un repas "national", le reste de la nourriture étant entièrement soviétique (cf. description spécifique).

Compte tenu de la faible quantité (4 kg en tout), il était exclu d'entreprendre des études sophistiquées et coûteuses. Le parti fut donc pris d'utiliser des produits déjà sur le marché en les modifiant légèrement pour les rendre aptes au vol. Néanmoins, de nombreux essais furent nécessaires.

Première contrainte : l'environnement spatial (température, accélérations, vibrations, chocs...). La dimension, l'emballage (étanchéité) et l'étiquetage doivent aussi être rigoureusement étudiés. La dernière exigence concerne les contrôles microbiologiques (bactéries, moisissures, etc.).

Pour sélectionner les produits et donc les industriels, le CNES fut assisté par la Direction Centrale des Services de Santé des Armées (D.C.S.S.A.) qui possède déjà une certaine expérience dans le domaine des vivres spéciaux. Celle-ci s'est assurée le concours du Centre d'Etudes et de Recherches de Médecine Aéronautique (CERMA) et du Service Central d'Etudes et de Réalisations de l'Intendance (SCERI).

Le choix s'est alors porté sur le menu suivant :

	<u>Industriels :</u>
<u>Hors-d'oeuvre :</u>	
. Crème de crabe	
. Pâté de campagne village	
. Pâté au poivre vert	
<u>Plats à réchauffer :</u>	
. Civet de lièvre à l'alsacienne	
. Langouste riz pilaf, sauce à l'armoricaine	
<u>Fromage :</u>	
. Fromage de Cantal fondu	CLAUDEL-ROUSTANG (<i>Lons-le-Saulnier</i>)
<u>Dessert :</u>	
. Bâtonnets de pâte de fruits	LA CIGALLETTE (<i>Cabrières d'Avignon</i>)
. Palets de pâte de fruits	KEMMEL (<i>Bourbourg</i>)
. Crème au chocolat	BANANIA (<i>Maisons-Laffitte</i>)
<u>Pain :</u>	
. Pain de mie	MINOTERIE BISCOTTERIE D'ECHENON
. Pain de seigle	(<i>Saint-Jean de l'Osne</i>)

Outre les apports caloriques, les qualités gustatives et de texture, qui peuvent être altérées dans l'espace, firent l'objet de soins particuliers.

Les deux conteneurs (SODICRAL - *Plaisir*) de transport se présentent sous la forme de boîtes à biscuits d'un poids de 360 et 310 g, comportant un aménagement intérieur et un système d'ouverture. Une identification des aliments est inscrite en français et en russe.

C'est vers la mi-mai que les derniers exemplaires furent livrés en U.R.S.S. pour les ultimes analyses.

LE DEROULEMENT DE LA MISSION

Le spationaute français effectuera un séjour d'une semaine à bord de la station orbitale SALIOUT .

SALIOUT est la première station apte à réaliser en même temps l'amarrage de deux vaisseaux spatiaux. Ceux-ci peuvent être, soit des vaisseaux habités de type SOYOUZ, soit un cargo automatique PROGRESS qui permet, grâce à ses apports en carburants, en eau, en vivres et en matériels, de maintenir en vie la station pendant 5 ans. Les trois vaisseaux arrimés ensemble mesurent 29 m de long et pèsent 32 tonnes. L'Union Soviétique lance une station sans occupant et la laisse dans l'espace ; cette station est conçue pour pouvoir être contrôlée depuis le sol ou être réparée, ravitaillée, adaptée à de nouvelles missions.

L'ensemble SOYOUZ-SALIOUT-PROGRESS est un appareil de recherche très souple et est une étape nécessaire avant les vols de très longue durée et les stations orbitales permanentes. Les principaux travaux scientifiques réalisés à bord sont :

- l'observation de la Terre, du Soleil et des astres ;
- la mesure de paramètres physiques de l'espace, aussi bien au voisinage de la station qu'à distance ;
- l'utilisation des équipements du laboratoire spatial pour réaliser des expériences de physique des matériaux, de biologie, en impesanteur et soumis à l'action des rayonnements cosmiques ;
- l'étude du comportement humain, de sa résistance physique à l'absence de pesanteur, de sa résistance psychologique à l'isolement lors de missions de longue durée.

Le vol auquel participera le spationaute français au cours du premier semestre de 1982 comportera quatre séquences :

- le décollage et la mise en orbite à bord d'un véhicule SOYOUZ T d'un équipage composé d'un commandant de bord et d'un ingénieur de bord soviétiques et d'un expérimentateur français. Cette phase comporte le pilotage du véhicule par le spationaute en combinaison spatiale pressurisée ;
- la poursuite, le rendez-vous, l'accostage avec la station orbitale SALIOUT et le transfert de l'équipage franco-soviétique à bord de la station. L'ensemble de l'opération dure 24 heures ;
- la réalisation du programme scientifique pendant les 7 jours suivants par les deux hommes qui peuvent quitter leur combinaison pressurisée si aucune opération extravéhiculaire n'est prévue ;
- le transfert à bord du véhicule SOYOUZ, le désarrimage et le retour sur Terre, la récupération des enregistrements et matériels scientifiques.

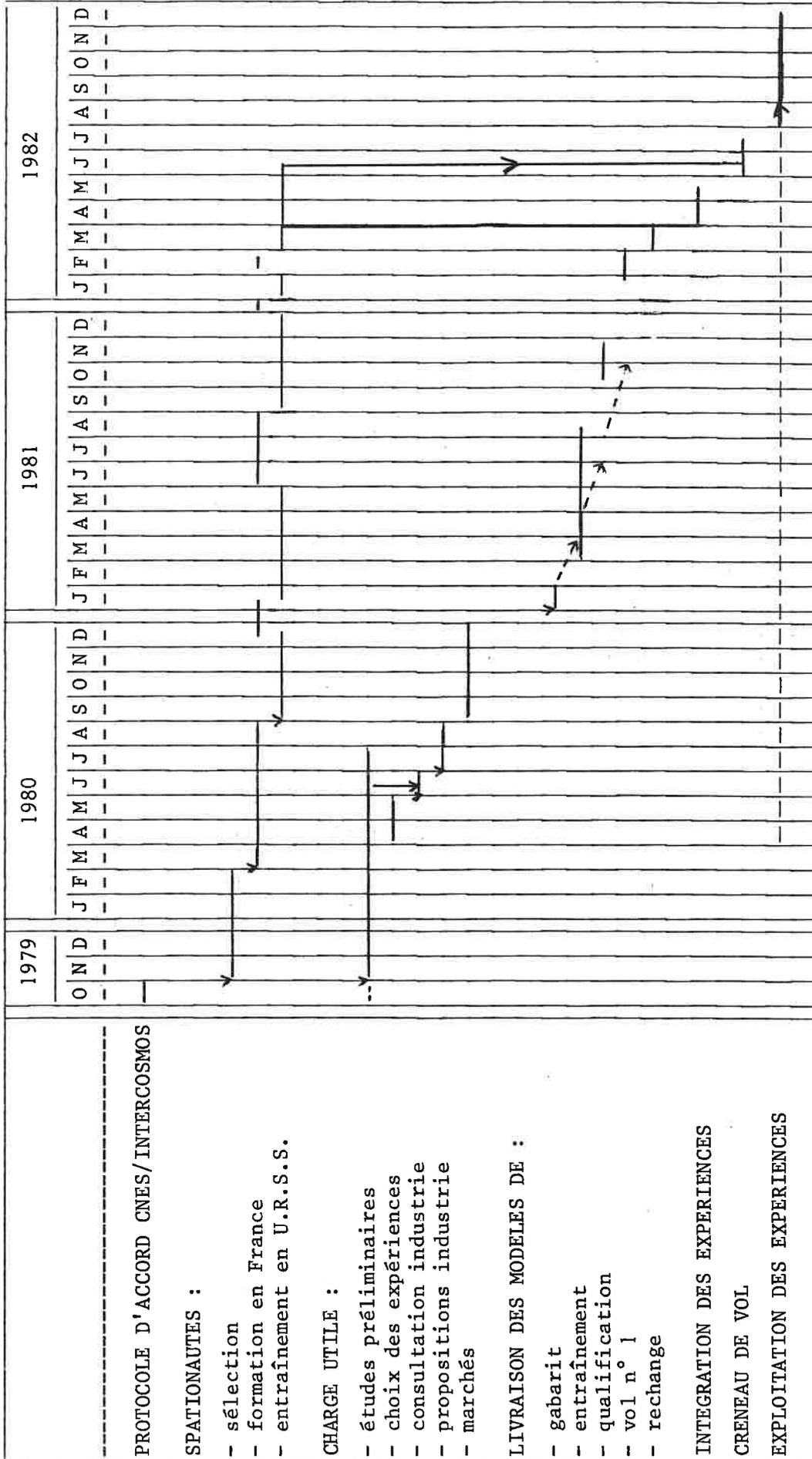
o

o o

Le programme des opérations en vol sera communiqué avant le lancement.



CALENDRIER DU PROJET



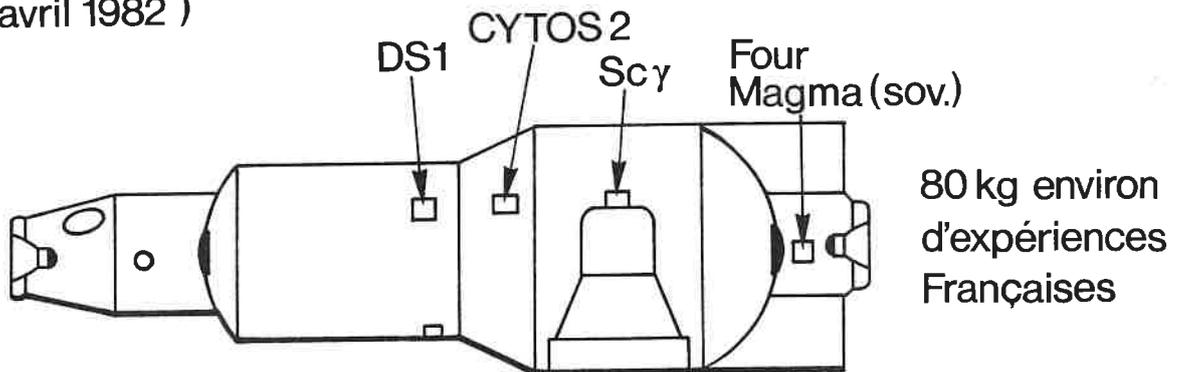
Lancement de la station SALIOUT 7 : le 19 avril 1982

Lancement de l'équipage principal à bord de SOYOUZ TC-5 : le 13 mai 1982

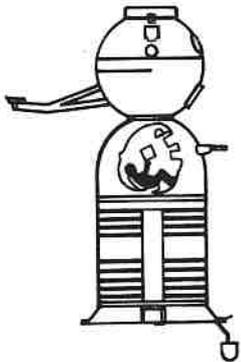
Lancement du vaisseau de transport PROGRESS 13 : le 23 mai 1982

V. LE DEROULEMENT DE LA MISE EN ORBITE
DES DIFFERENTS ELEMENTS DE LA MISSION

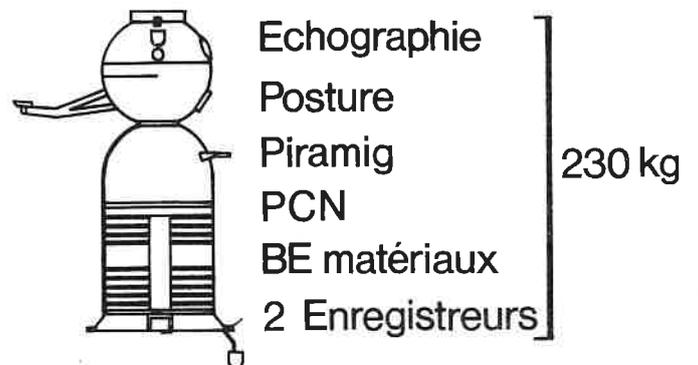
1) INTÉGRATION AU SOL - MISE EN ORBITE SUR SALIOUT
(le 19 avril 1982)



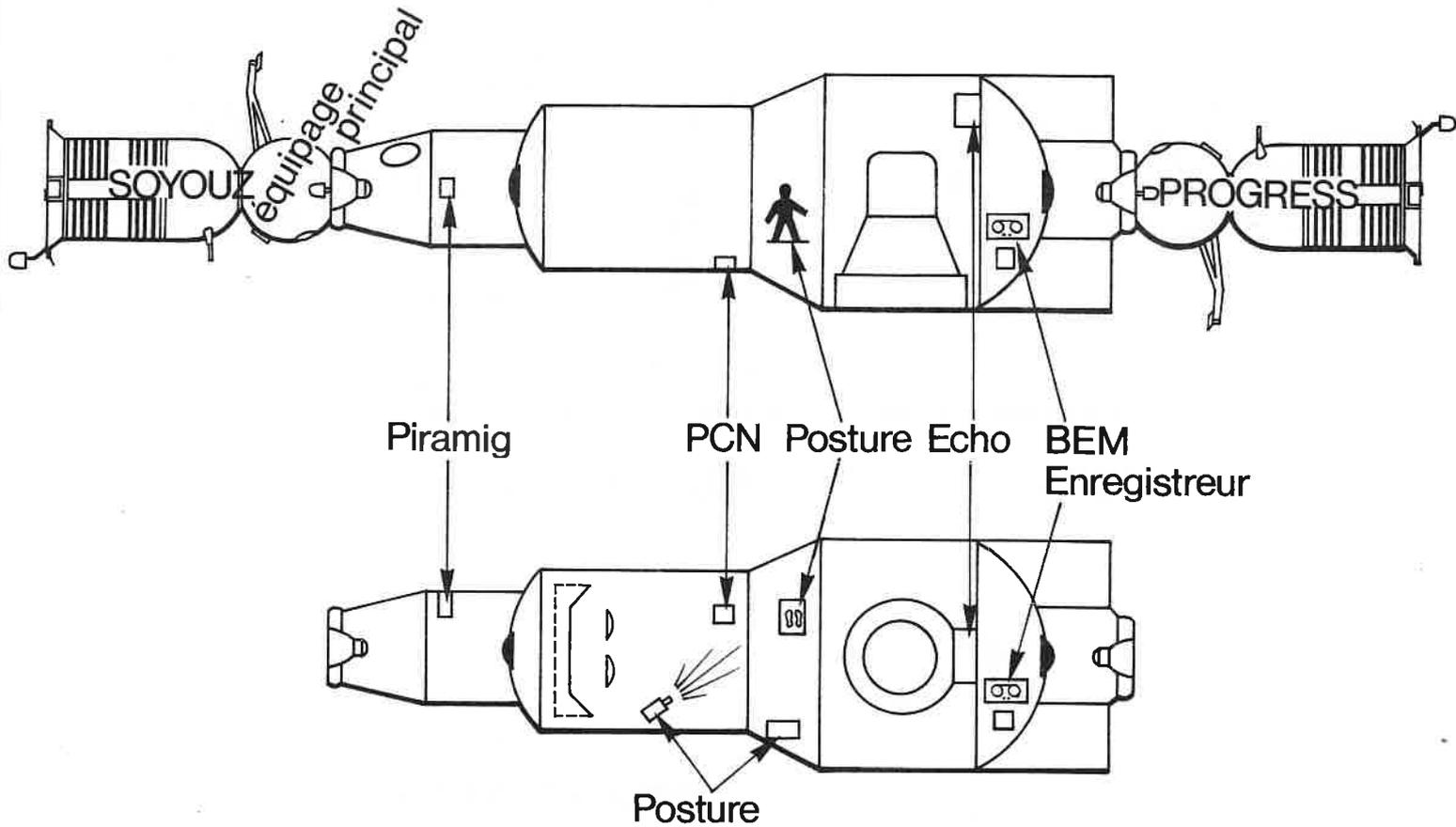
2) MISE EN ORBITE DE
L'ÉQUIPAGE PRINCIPAL
SUR SOYOUZ T (mai 1982)



3) MISE EN ORBITE PAR
PROGRESS

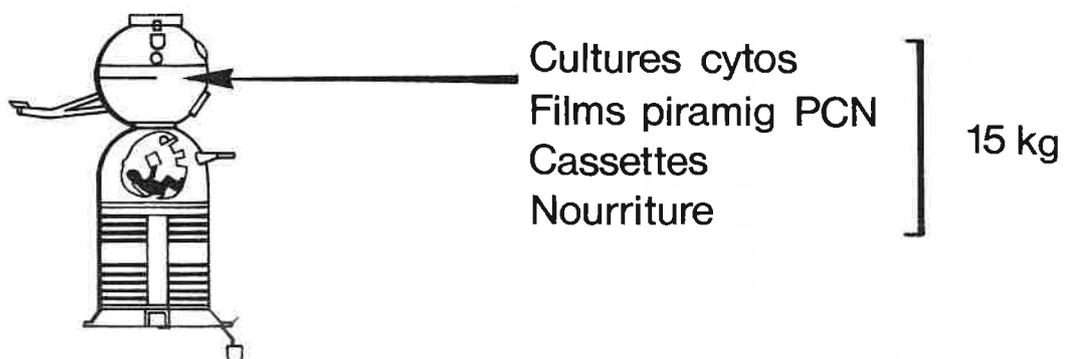


4) INTÉGRATION EN ORBITE PAR L'ÉQUIPAGE PRINCIPAL

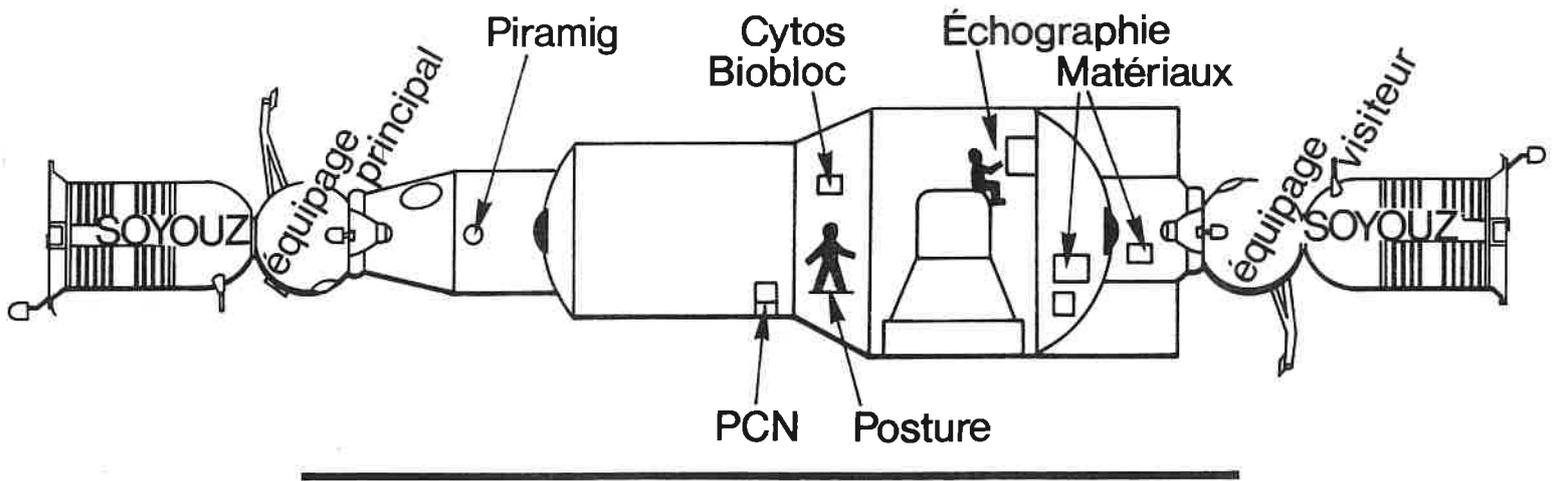


5) DÉSARRIMAGE DU PROGRESS

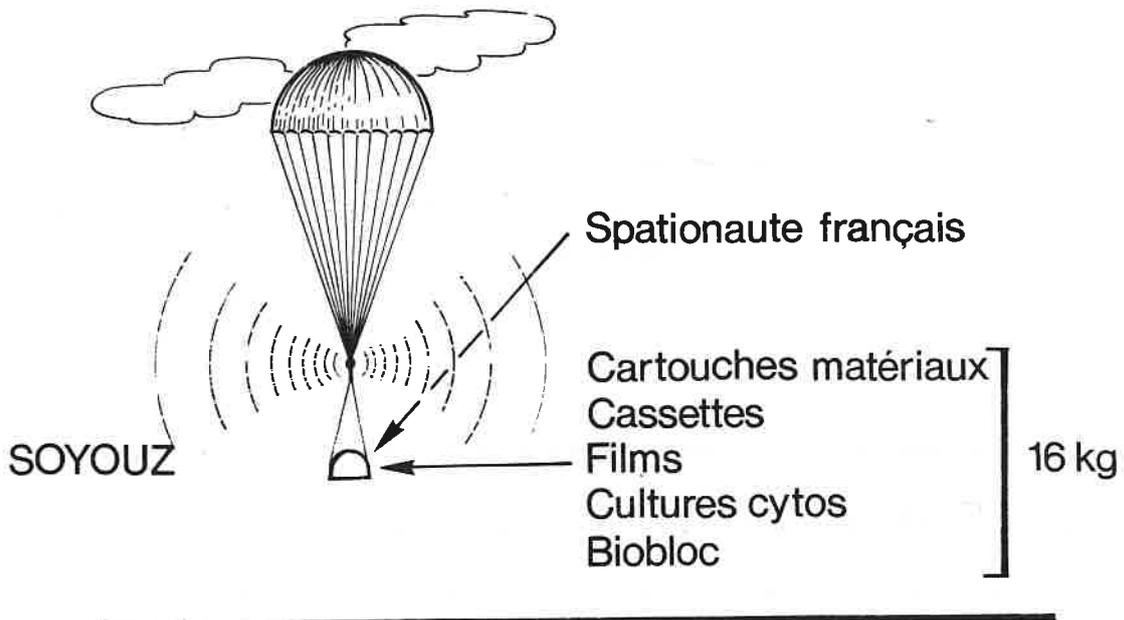
6) ARRIVÉE DE L'ÉQUIPAGE VISITEUR (Juin 1982)



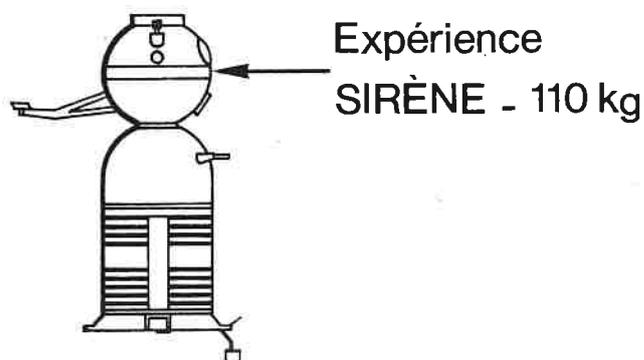
7) MISE EN OEUVRE DES EXPÉRIENCES



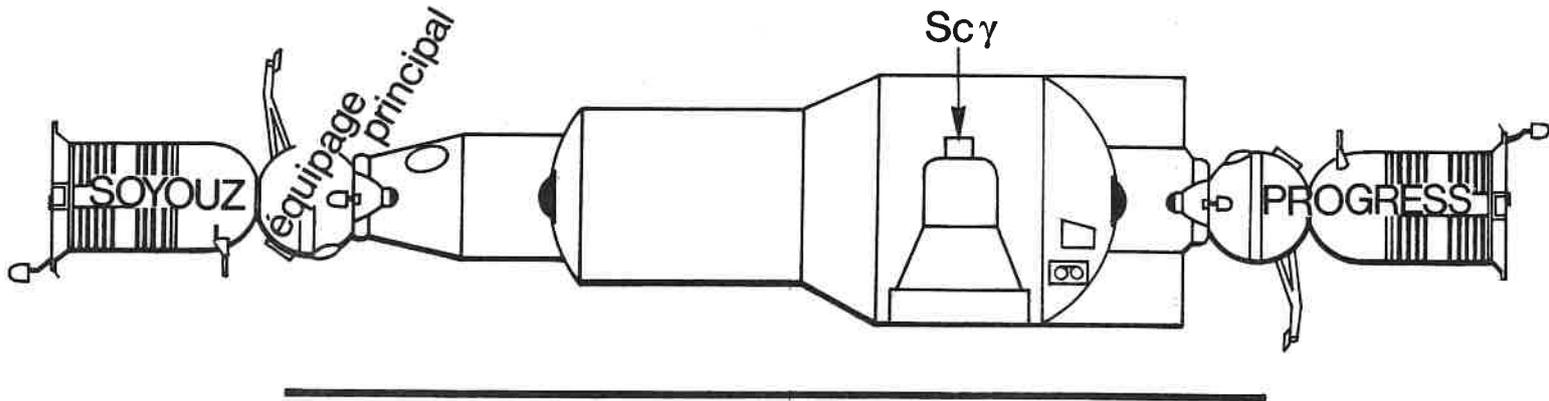
8) RETOUR DE L'ÉQUIPAGE VISITEUR



9) MISE EN ORBITE D'UN 2^e PROGRESS

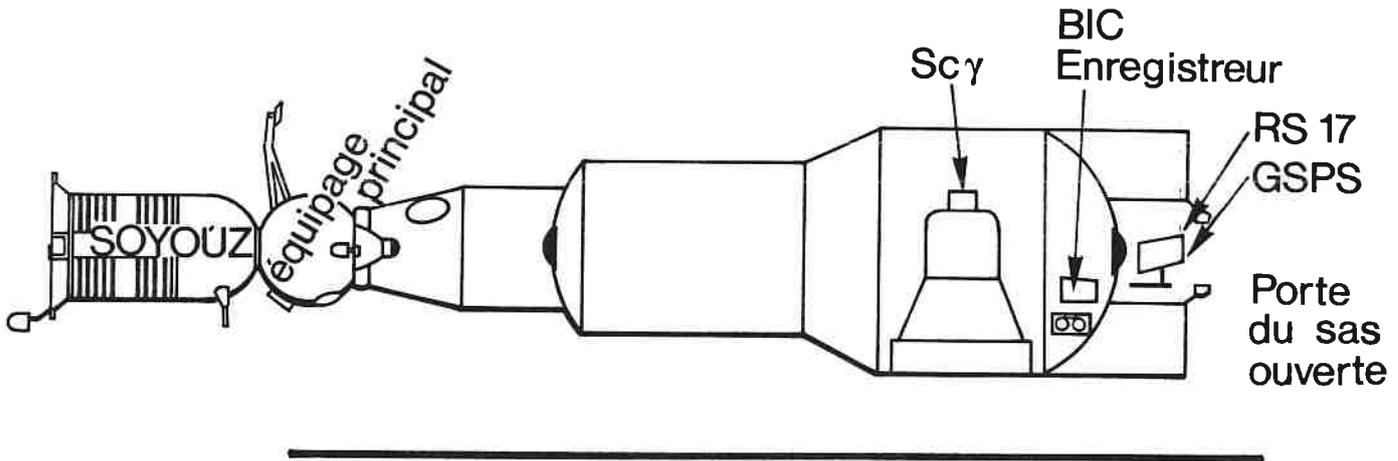


10) INTÉGRATION DE L'EXPÉRIENCE SIRÈNE
PAR L'ÉQUIPAGE PRINCIPAL

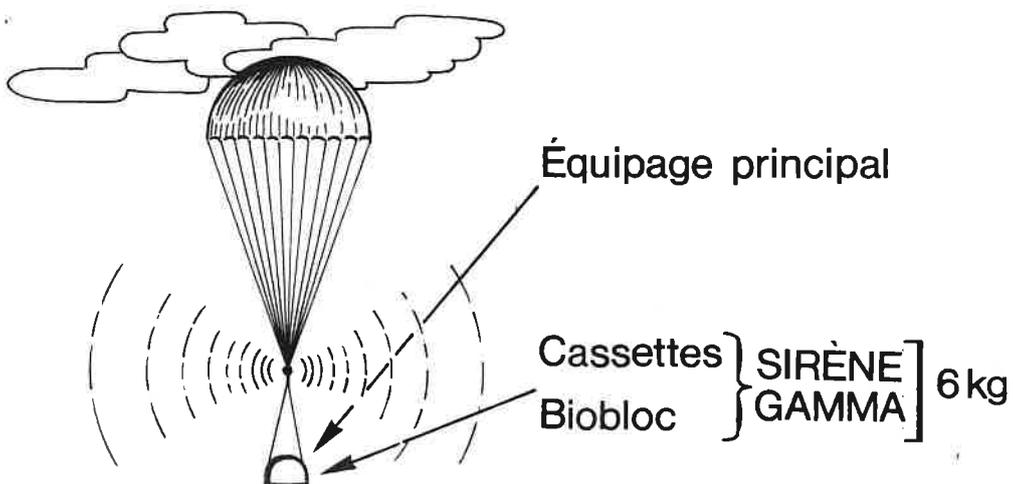


11) DÉSARRIMAGE DU 2^e PROGRESS

12) MISE EN ŒUVRE DES EXPÉRIENCES



13) RETOUR DE L'ÉQUIPAGE PRINCIPAL



**MISSION
SCIENTIFIQUE
FRANCO-SOVIETIQUE
SALOUT 7**

**DOSSIER DE PRESSE
DOCUMENT B**

*Conseil INTERCOSMOS
Académie des Sciences de l'U.R.S.S.
Leninsky Prospekt, 14
MOSCOU V-71 (U.R.S.S.)*

1982

*CNES
Centre National d'Études Spatiales
129, rue de l'Université
75007 PARIS (France)*

S O M M A I R E

	<u>Pages</u>
I. LA STATION ORBITALE SCIENTIFIQUE SALIOUT	1
Composition et implantations	1
Les systèmes de la station orbitale, leur but et les modes principaux de fonctionnement	6
Schéma de la station spatiale SALIOUT 7	11
II. LE VAISSEAU DE TRANSPORT SOYOUZ T	13
Schéma du vaisseau spatial SOYOUZ T	15
III. LE VAISSEAU DE TRANSPORT AUTOMATIQUE PROGRESS	17
Schéma du vaisseau de transport PROGRESS	19
IV. CARACTERISTIQUES PRINCIPALES DE LA FUSEE PORTEUSE SOYOUZ	21
V. GESTION EN VOL DE LA STATION ORBITALE SALIOUT	23
Commande de la station orbitale	23
Le centre d'opérations en vol	23
Organisation des travaux dans les salles d'opérations	24
Réalisation des travaux dans les salles d'opérations	26
Préparation du personnel d'opérations	27
VI. LE COSMODROME DE BAÏKONOUR	29
VII. SYSTEME DE COMMANDE ET DE MESURE - RECUPERATION ET SAUVETAGE	33
VIII. LE CENTRE DE PREPARATION DES COSMONAUTES J.A. GAGARINE	37
IX. LA PREPARATION DES COSMONAUTES	39
Préparation au vol et parachutisme	40
Préparation technique	40
Acquisition des méthodes de réalisation des expériences et études scientifiques	40
Entraînement sur des simulateurs complexes et spécialisés	40
Participation des cosmonautes aux essais et études	40
Etude de la documentation de vol et de bord	41

Navigation spatiale	41
Préparation pour les prises de vues photographiques et de cinéma	41
Préparation aux activités en condition de vol et de ses effets	41
Préparation médicobiologique	41
Entraînement global (examen final)	41
X. LE PROGRAMME DE VOL D'UN VAISSEAU AVEC UN EQUIPAGE INTERNATIONAL	43
XI. L'ALIMENTATION DES COSMONAUTES	45
Liste type du menu d'un jour	47
Rectificatif sur les aliments français	47
XII. LE SUIVI MEDICAL AU COURS DES VOLS SPATIAUX	49

I. LA STATION ORBITALE SCIENTIFIQUE SALIOUT

La création des stations orbitales SALIOUT est une étape importante du développement de l'astronautique nationale. Ce développement permet d'augmenter la durée des vaisseaux habités et non habités.

La masse totale de l'ensemble orbital scientifique qui comprend également deux vaisseaux de transport, est de 32 500 kg, où entrent en compte la masse de la station après sa mise en orbite (18 900 kg) et celle du véhicule de transport en orbite (6 800 kg). Les caractéristiques géométriques de l'ensemble sont :

- longueur totale, comprenant les deux vaisseaux de transport arrimés : 29 m ;
- longueur de la station : 15 m ;
- diamètre maximal de la station : 4,15 m ;
- section transversale maximale de la station avec panneaux solaires déployés : 17 m.

Pour le besoin des expériences scientifiques, des observations visuelles et de la prise de photographies et de films, la station est équipée, de plus, de deux dizaines de hublots.

Le passage de l'équipage du vaisseau de transport vers la station et inversement s'effectue par des sas situés dans les modules de passage. Après l'accostage, l'équipage peut travailler et se reposer, aussi bien dans les compartiments de la station que dans ceux des vaisseaux de transport, en traversant directement les sas des modules de passage.

Dans les compartiments habités de la station en orbite sont maintenues les conditions terrestres vitales à l'activité des cosmonautes : le même milieu gazeux et la même pression atmosphérique.

COMPOSITION ET IMPLANTATIONS

La station comprend 5 compartiments :

- le sas de passage,
- le compartiment de travail,
- le compartiment des équipements scientifiques,
- la chambre intermédiaire,
- le compartiment à équipements.

Durant la phase active de mise en orbite, les éléments externes du sas de passage et d'une partie du compartiment de travail (diamètre étroit) sont protégés de l'effet du flux aérodynamique par la coiffe largable, de même qu'on utilise un cache (largable après mise en orbite) pour protéger les appareillages scientifiques du compartiment à équipements.

Le module de passage est délimité par des enveloppes hermétiques côniques et cylindriques de 2 m de diamètre.

Dans la partie cônique du compartiment se trouve l'unité de jonction pas-

sive, le "cône" (la partie active, ou broche, étant située sur le vaisseau de transport), tandis que par sa partie cylindrique ce module s'arrime au compartiment de travail de la station.

L'enveloppe cônica du module de passage comprend un sas destiné à desservir la station au sol et permettant à l'équipage de sortir dans le cosmos. A l'extérieur du module de passage se trouvent :

- les antennes radio pour l'approche et l'arrimage des vaisseaux de transport ;
- des feux optiques d'orientation pour l'accostage manuel du vaisseau à la station ;
- des caméras extérieures de télévision ;
- les panneaux munis des systèmes de régulation thermique ;
- les réservoirs sphériques de mélange gazeux avec des réserves d'air ;
- les capteurs ionique et solaire du système d'orientation de la station ;
- les mains courantes et les éléments de fixation du cosmonaute à la station lors des opérations de sortie dans le cosmos ;
- les panneaux pour étudier les particules micrométéoriques, les pollutions des surfaces optiques, les propriétés du caoutchouc, les propriétés des polymères biologiques.

A l'extérieur, le module de passage, avec les équipements qui y sont implantés, est délimité par un système de thermorégulation à rideau et à vide pour maintenir le régime thermique requis.

A l'intérieur, au niveau du sas, se trouvent les scaphandres, les pupitres, les équipements et moyens de fixation assurant la sortie des hommes dans le cosmos.

Le module de passage comporte 7 hublots ; certains sont munis d'instruments d'orientation astronomique. L'ensemble de ces appareils, avec les pupitres et les leviers commandant l'orientation, forme deux postes de commande (postes n° 5 et n° 6).

Ce module communique avec le compartiment de travail par un sas hermétique. Le compartiment de travail est composé de deux enveloppes cylindriques (respectivement : 2,9 m et 4,1 m de diamètre et 3,5 m et 2,7 m de longueur) reliées par une partie cônica (de 1,2 m de longueur).

Les enveloppes cylindriques sont fermées par des fonds sphériques, le dernier étant muni d'un sas faisant communiquer le compartiment de travail avec le module intermédiaire.

Dans le compartiment de travail, on a adopté un "schéma longitudinal d'implantation", avec un passage le long du compartiment et les équipements situés sur les bords gauche et droit. Les équipements et appareils sont fixés sur des supports de même type, dont l'ensemble forme l'armature de l'intérieur. Celle-ci constitue l'élément porteur transmettant les sollicitations de l'équipement sur la coque de la station.

Le compartiment de travail contient le gros des moyens de commande et de contrôle des équipements scientifiques de la station. Les équipements de

la station, groupés par objectifs fonctionnels, comportent 5 postes de commande (plus les deux postes cités plus haut, dans le compartiment de passage).

Le poste n° 1 est le poste central de commande des systèmes essentiels de la station. Il se trouve au bas du compartiment de travail (section de petit diamètre). Il y a là deux places de travail équipées de sièges (pour la fixation), de moyens de communication, de pupitres de commande, d'un levier commandant la position angulaire de la station dans l'espace, de viseurs optiques du système d'orientation et de hublots libres.

A gauche et à droite du poste de commande se trouvent les douilles régénératrices du système de maintien de la composition gazeuse dans la station, ainsi que les dispositifs de refroidissement et de séchage du système de thermorégulation. Les appareils gyroscopiques du système d'orientation et de commande du mouvement sont fixés sur un cadre rigide à l'avant du compartiment de travail, derrière les pupitres du poste n° 1.

Le poste n° 2 (astronomique) se trouve également dans la partie inférieure du compartiment de travail (section de petit diamètre), plus près de la partie cône. Il sert à l'orientation par rapport aux astres et à l'astronavigation de la station. Il est équipé de moyens de liaison, d'un pupitre de commande des régimes d'orientation, d'appareils astronomiques (placés sur deux hublots).

Lors de l'orientation par rapport aux astres, le levier de commande est transféré du poste n° 1 au poste n° 2. Entre ces deux postes, dans la section de petit diamètre du compartiment de travail, se trouve l'emplacement destiné aux repas et au repos de l'équipage. Il y a là une petite table munie de dispositifs pour réchauffer et fixer la nourriture et d'un récipient avec de l'eau potable. Dans ce même emplacement, à droite, se trouvent les blocs du système de régénération de l'eau à partir de la vapeur atmosphérique condensée de la station. Les cosmonautes en reçoivent l'eau chaude et l'eau froide. Derrière les panneaux de l'intérieur du bord gauche se trouvent les appareils du bloc informatique de bord. L'équipage peut effectuer sur la table de petits contrôles préventifs de l'équipement; il dispose d'une case à outils à cet effet.

Le poste n° 3 est destiné à la commande de l'appareillage scientifique. Il se trouve en bas, dans la section de grand diamètre du compartiment de travail, plus près de la cloison arrière. On trouve là les pupitres, les moyens de communication, de fixation.

Dans la section des appareils se trouvent les blocs des systèmes de commande du complexe radio de bord, du système radiotéléométrique, de l'alimentation en énergie. Les lits sont disposés près du fond arrière, à droite et à gauche. Les conteneurs avec les réserves de nourriture sont placés dans la zone des appareils.

Deux petits sacs destinés à évacuer les déchets de la station ont été aménagés dans la partie supérieure du compartiment de travail (près du fond arrière). Les déchets sont recueillis dans des conteneurs spéciaux qui, après éjection du sas, brûlent au bout d'un certain temps dans l'atmosphère.

Le bloc des toilettes est aménagé sur le fond arrière du compartiment de

travail. Il est isolé et muni de ventilation forcée. A côté, se trouvent un aspirateur, des filtres antipoussières, le stock d'eau, du linge et autres choses indispensables à la vie.

Un système permettant à l'équipage de prendre périodiquement une douche est aménagé à l'avant de la partie de grand diamètre du compartiment de travail.

Le poste n° 4 est situé dans la partie centrale inférieure du compartiment de travail, dans la section de l'enveloppe cônica. On y trouve les appareils destinés à la plupart des expériences médicales, aux prises de vues et à la photographie, ainsi que le pupitre de commande des appareils scientifiques. Le poste est muni des moyens de fixation des cosmonautes et de moyens de communication.

A proximité du poste n° 4 est situé l'ensemble des moyens destinés à prévenir l'action de l'apesanteur sur l'organisme :

- une piste roulante avec un appareillage auxiliaire pour exercices physiques ;
- un véloergonmètre ;
- une combinaison pneumatique à vide permettant de créer une pression négative sur la partie inférieure du corps du cosmonaute ;
- des appareils de stimulation du tissu musculaire.

Sur un des deux hublots du poste n° 4 est fixé l'appareil de photographie multizonal MKF-6M avec des blocs électroniques et un pupitre de commande.

Le long des bords gauche et droit de la section du poste se trouvent les dispositifs de réfrigération et de séchage du système de thermorégulation, les appareils de l'ensemble radio du bord, les blocs électroniques du système d'orientation et de commande du mouvement de la station.

Le poste n° 7 se trouve dans le secteur central du compartiment de travail (petit diamètre) ; il est destiné à la manipulation des pupitres de l'appareillage scientifique et au contrôle du système de régénération de l'eau.

Les pupitres se trouvent sur les panneaux intérieurs des bords gauche et droit ; pour travailler, le cosmonaute se fixe sur un siège de construction simplifiée.

Pour les postes et places de travail des cosmonautes sont munis d'interphone et de luminaires à lumière du jour. D'autres luminaires servent à éclairer l'habitacle. Des luminaires complémentaires sont allumés pour les prises de photographies, de vues et les reportages télévisés.

Une grande partie de la surface extérieure de la section de petit diamètre du compartiment de travail est recouverte d'un radiateur appartenant au système de thermorégulation. L'énergie électrique nécessaire aux besoins de la station est fournie par trois panneaux de batteries solaires installés à gauche, à droite et en haut du compartiment. Chaque panneau a son moteur électrique qui modifie sa position, indépendamment des autres, sur signal des capteurs braqués en permanence sur le Soleil. Les panneaux, d'une puissance totale de 4 kW, ont une surface totale de 60 m².

A l'extérieur de la partie inférieure de la section de petit diamètre du compartiment de travail sont disposés des appareils d'orientation automatique de la station (verticale infrarouge, capteur solaire, orientateur TV, etc.). Dans la partie conique du compartiment de travail, un couvercle spécial à utilisation multiple, actionné à l'électricité, sert à entretenir le régime thermique du hublot à travers lequel photographie l'appareil MKF-6M.

Sur la face extérieure de la section de grand diamètre du compartiment de travail se trouvent les antennes du complexe radioélectrique de bord et du système de contrôle télémétrique.

Pour entretenir le régime thermique, la partie de la coque entourant le compartiment de travail est recouverte à l'extérieur de nattes composées de couches d'isolant et d'espaces vides, la section de grand diamètre étant recouverte en outre d'un revêtement en plastique renforcé à la fibre de verre qui protège contre l'échauffement aérodynamique sur le trajet de mise en orbite de la station. Sur les flancs de la station, se trouvent des panneaux avec des capteurs pour l'étude des courants de particules micrométéoriques.

La "machinerie" cylindrique non étanche (4,15 m de diamètre ; 2,2 m de longueur) comprend :

- le groupe de propulsion composé de propulseurs de correction et d'un système de moteurs de faible puissance destinés à créer une faible poussée pour orienter la station dans l'espace ;
- les réservoirs de propergol avec le fluide moteur.

Sur la face extérieure de la "machinerie" sont disposés :

- les antennes des appareils radio d'approche et d'amarrage des vaisseaux de transport ;
- les feux optiques d'orientation pour l'amarrage manuel du vaisseau à la station ;
- les capteurs du système d'orientation des piles solaires établissant la position du Soleil dans l'hémisphère arrière (dans le sens du vol de la station ;
- les antennes des appareils radio de bord ;
- la caméra de télévision destinée à contrôler l'amarrage du vaisseau de transport.

La machinerie possède un dispositif thermostatique en vol et une isolation thermique à l'extérieur identique à celle du compartiment de travail. Il est relié à la cloison du compartiment de travail et à la fusée porteuse.

Le compartiment des appareils scientifiques est installé dans la partie cylindrique de grand diamètre du compartiment de travail. C'est une association des enveloppes conique et cylindrique (diamètre maximum : 2,2 m). L'extrémité du compartiment débouche sur l'extérieur ; elle est fermée par un couvercle.

La chambre intermédiaire est un compartiment étanche composé d'enveloppes cylindrique et conique de 2 m de diamètre et d'une longueur totale de 1,3 m. Le deuxième dispositif d'arrimage du bloc orbital y est fixé par un raccord conique. La chambre sert à stocker l'équipement amené par le

vaisseau de transport. Un conduit la traverse afin d'envoyer l'air du compartiment de travail dans le vaisseau de transport et de créer ainsi une atmosphère commune. La chambre est munie de deux hublots destinés aux observations visuelles, aux prises de vues et de photographies, de même qu'aux reportages télévisés.

LES SYSTEMES DE LA STATION ORBITALE, LEUR BUT ET LES MODES PRINCIPAUX DE FONCTIONNEMENT

Le système de commande de la station orbitale (SYKB)

Commandé soit automatiquement (par programmeur-séquenceur), soit de la Terre (télécommande), ou du pupitre des cosmonautes, il assure la commutation des systèmes d'alimentation et leur protection contre les courts-circuits.

De plus, il provoque, par le système pyrotechnique, le déploiement et le déverrouillage des éléments de structure externe, transmet les informations sur les résultats des opérations qu'il a effectuées au pupitre des cosmonautes et à Terre.

Le système d'orientation et de commande du mouvement (SOCM)

Il contrôle l'orientation et commande des mouvements de la station en régimes automatique et manuel.

Il comprend :

- un ensemble de capteurs (éléments sensibles) :
 - . un capteur solaire,
 - . un capteur infrarouge de la verticale (TVI),
 - . des capteurs gyroscopiques des vitesses angulaires,
 - . un capteur ionique,
 - . des gyroscopes à trois degrés de liberté,
 - . des accéléromètres intégrateurs ;
- des équipements d'orientation manuelle :
 - . viseur orienteur grand angle,
 - . orienteurs optiques,
 - . orienteur astronomique,
 - . convertisseur optoélectronique ;
- l'appareillage "cascade" de maintien d'attitude et d'orientation inertielle ;
- un équipement d'approche radio ;
- des feux et cible d'approche manuelle et d'accostage ;
- des séquenceurs et systèmes électroniques.

Le groupe de propulsion (ODY)

Deux fonctions lui sont assignées : orienter la station au moyen de moteurs de faible poussée (moteurs d'orientation) et donner l'impulsion nécessaire au déplacement de l'engin par deux moteurs de correction (forte poussée). Ceux-ci sont alimentés par du combustible venant de deux groupes de collecteurs qui, chacun, alimentent les moteurs par les trois canaux de commande de la station : le tangage, le lacet et le roulis.

Moyens radio

Ils assurent la transmission :

- des liaisons téléphoniques Terre-station ;
- des ordres, venant du sol, de télécommande des équipements de la station ;
- des mesures de trajectoire ;
- des informations de télévision et de télémessure.

Ce système comprend des récepteurs, des émetteurs, des antennes feeder, un programmeur, un décodeur et d'autres blocs électroniques et systèmes automatiques.

Le système de télévision

Qu'elles soient en noir et blanc ou en couleurs, les images sont transmises par ce système des caméras de bord vers la Terre ou vers l'écran télé de la station (BKY).

Il comprend :

- des caméras stationnaires extérieures (images noir et blanc) ;
- une caméra de téléreportage en réserve (noir et blanc) ;
- un émetteur de transmission d'images couleurs ;
- un moniteur (BKY) ;
- un système d'antennes feeder ;
- des éclairages spéciaux ;
- des programmeurs et systèmes électroniques.

Le système de liaisons téléphoniques

Le système de liaisons téléphoniques "Zaria" concerne la double liaison Terre-bord et bord-bord dans les gammes d'ondes courtes et très courtes. Il comprend des récepteurs et émetteurs d'ondes très courtes, des récepteurs et émetteurs d'ondes courtes, des systèmes d'antennes feeder.

Pour l'amplification de la liaison téléphonique dans les compartiments étanches de la station, on a disposé aux postes de commande et de travail des haut-parleurs, des micros et des amplificateurs.

Pour transmettre des informations écrites (lettres et chiffres) de la Terre

à la station, on utilise un équipement comprenant un enregistrement sur imprimante.

Le système de télémesure radio (RTS)

Il collecte les informations et les transmet de la station au sol. La station comprend deux systèmes RTS : l'un est utilisé pour les informations de servitude, l'autre pour les informations des équipements scientifiques.

Pour l'enregistrement des mesures scientifiques à haute cadence de prélèvement, on utilise des enregistreurs magnétiques autonomes (MIR) avec un ensemble de cassettes à bandes magnétiques. Celles-ci, une fois enregistrées, sont retournées au sol par les vaisseaux de transport.

Le système radio de contrôle d'orbite

Il donne les mesures de trajectoire.

Le système d'alimentation en énergie

Le système d'alimentation en énergie (SEP) alimente en électricité tous les systèmes de bord de la station, assure le conditionnement des batteries tampon (BB), ainsi que l'alimentation électrique des vaisseaux de transport arrimés au compartiment orbital.

Le système comprend :

- des batteries solaires (CB) ; trois panneaux solaires sont situés sur trois plans de la station ;
- la mémoire tampon principale (BB) ;
- une mémoire tampon de réserve ;
- le boîtier de contrôle des sources d'alimentation (BKIP).

Les panneaux solaires sont orientés vers le Soleil au moyen du système d'orientation des batteries solaires (SOSB). Lorsque l'on atteint la tension minimum, tous les consommateurs sont automatiquement déconnectés, sauf les systèmes de veille, et on passe sur la batterie tampon de réserve. Après l'arrimage des vaisseaux, le système d'alimentation électrique (SEP) du compartiment orbital assure le conditionnement des batteries solaires et l'alimentation des systèmes des vaisseaux de transport pendant toute la durée du vol arrimé.

Systèmes assurant les activités vitales (SOJ)

Toute vie à bord nécessite des conditions bien particulières : la pression, la composition gazeuse de l'atmosphère, l'eau et la nourriture, les conditions sanitaires et d'hygiène et, enfin, la possibilité de sortir dans le cosmos.

Le système de régénération de la composition gazeuse (SOGS) vise à dégager l'O₂ et à absorber le CO₂ et les autres impuretés. Il comprend :

- des régénérateurs chimiques d'O₂,
- des absorbants chimiques de CO₂,
- des analyseurs de gaz,
- des filtres pour les impuretés nocives (FVP),
- des filtres antipoussières (PF),
- une réserve de gaz dans des réservoirs.

Pour compléter les réserves et garantir un complément suffisant en régénérateurs, absorbants et filtres, on envoie du gaz par les vaisseaux et camions de transport.

Le système assure le maintien des paramètres atmosphériques dans les limites données (CO₂ = 0,9 mm Hg ; O₂ = 160-280 mm Hg ; pression globale : 760-960 mm Hg), en branchant ou débranchant manuellement les régénérateurs ou absorbants, conformément aux indications données par les analyseurs de gaz.

L'eau pour l'équipage est obtenue en régénérant l'eau du condensat de l'humidité ambiante et grâce à des réserves d'eau stockées dans des récipients spéciaux.

L'alimentation est conservée à bord de la station sous forme de rations journalières rangées dans des caisses. La réserve de nourriture est complétée par les vaisseaux et camions de transport.

Les conditions sanitaires à bord de la station sont préservées par un système d'assainissement sanitaire (ASY), une douche, un ensemble de serviettes d'utilisation individuelle, deux chambres à sas avec des conteneurs pour les déchets à jeter. Les déchets liquides sont récupérés dans des récipients sanitaires qui sont ensuite jetés par les sas. Les déchets solides (ASY, nourriture, etc.) sont mis dans des paquets, puis dans des conteneurs rigides spéciaux destinés à être jetés par les sas.

Deux ensembles de scaphandres sont disponibles pour la sortie simultanée de deux cosmonautes dans l'espace.

Moyens prophylactiques et de contrôle médical

Ils comprennent un équipement de contrôle médical, le système d'examen médicaux "Aelite", la "piste roulante", le véloergonomètre, la combinaison pneumatique à vide, les blocs de contrôle et d'indication des paramètres de l'état de l'équipage lors de sa sortie dans l'espace, une pharmacie.

Grâce à ces moyens, on assure :

- un contrôle médical régulier avec transmission des informations au sol par les voies de télémétrie ;
- des examens médicaux réguliers avec enregistrement des informations à bord et transmission des données à Terre ("Aelite") ;
- un entraînement régulier de l'équipage (piste roulante, véloergonomètre, combinaison pneumatique à vide).

Système de régulation thermique (STR)

Son objectif est, non seulement de créer des conditions de température confortables à l'intérieur de l'habitacle, mais aussi d'assurer le contrôle thermique de la structure, des systèmes et des équipements.

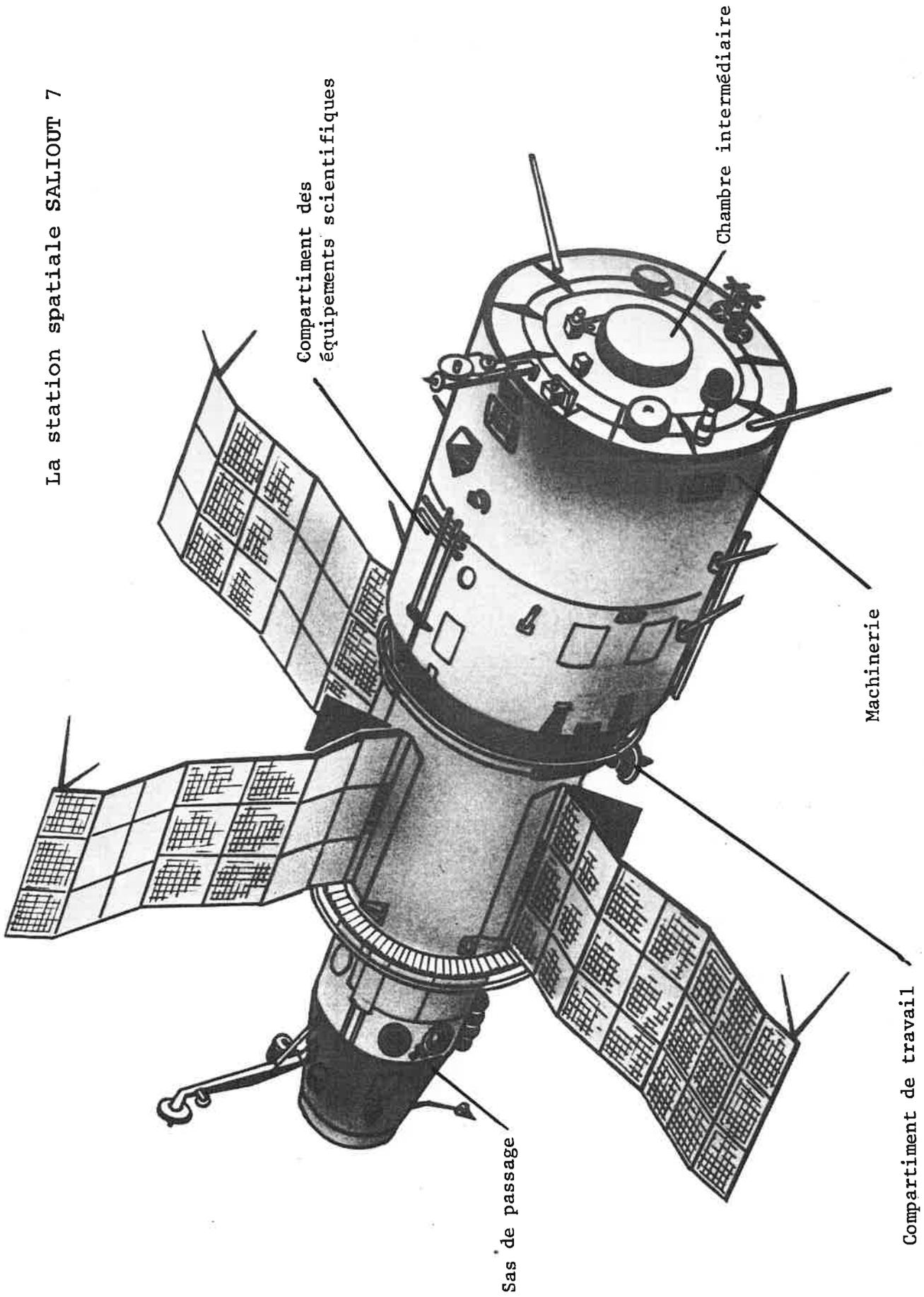
Système de jonction et de communication intérieure (SSBP)

Il s'occupe de la jonction mécanique, électrique et hydraulique de la station orbitale avec les vaisseaux et camions de transport, ainsi que de la communication intérieure pour les cosmonautes entre le vaisseau et la station.

Le bloc de jonction est construit selon le principe suivant : la broche (partie active) s'emboîte dans le cône (partie passive).

La station orbitale comprend deux blocs de jonction passif : sur le sas de passage et sur le compartiment à équipements.

La station spatiale SALIOUT 7



II. LE VAISSEAU DE TRANSPORT SOYOUZ T

Fruit de l'expérience soviétique dans le domaine des vols habités, le vaisseau spatial SOYOUZ T a pour mission le transport et le rapatriement des hommes et du chargement, entre la Terre et la station orbitale SALIOUT.

La mise en orbite de SOYOUZ T est assurée par une fusée SOYOUZ, ce qui a dimensionné ce nouveau vaisseau. Pour celui-ci, on a pris comme principe d'implantation le schéma classique de structure du SOYOUZ : module de descente, compartiment orbital et compartiment à équipements.

Le vaisseau est calculé pour le vol d'un équipage comprenant jusqu'à trois cosmonautes en scaphandre. De même que l'ensemble de moyens de bord spéciaux, ces scaphandres assurent la protection de l'équipage dans le cas d'une panne d'étanchéité des compartiments habités. S'il le faut, et cela dépend de chaque vol concret, l'équipage du vaisseau peut être réduit sans modifier la structure du vaisseau. Dans ce cas, sur les fauteuils libres, on dispose des conteneurs de transport spéciaux, ce qui résoud en partie le problème de la récupération à Terre du matériel.

Dernier perfectionnement de la gamme SOYOUZ : ce vaisseau fait appel à des techniques et à un contrôle originaux. On a ainsi développé un système de commande du mouvement reposant sur un calculateur numérique de bord. Ce système calcule les paramètres du mouvement et se charge de la commande automatique du vaisseau dans des régimes optimaux, en utilisant le moins de combustible possible. Il assure son autocontrôle en commutant au besoin sur des programmes et moyens en réserve et envoie les informations à l'équipage sur les écrans de visualisation.

Cette réalisation engendre une augmentation de la fiabilité, de la précision et une souplesse de commande du vaisseau pendant le vol orbital et durant la descente en atmosphère. Cependant, à tout moment, le cosmonaute peut reprendre la commande manuelle du véhicule.

Les moteurs de correction et d'approche, ainsi que les micromoteurs d'accostage et d'orientation, fonctionnent avec un combustible de même nature ; ils possèdent donc un système commun pour son stockage et son injection, ce qui permet pratiquement une utilisation complète des réserves de bord en combustible. Pendant le vol, on procède à un contrôle de la consommation en combustible au moyen d'un système de mesure spécial.

L'ensemble des moyens d'atterrissage a été modernisé, ainsi que le système de sauvetage de l'équipage lors de la mise en orbite du vaisseau, pour en augmenter la fiabilité.

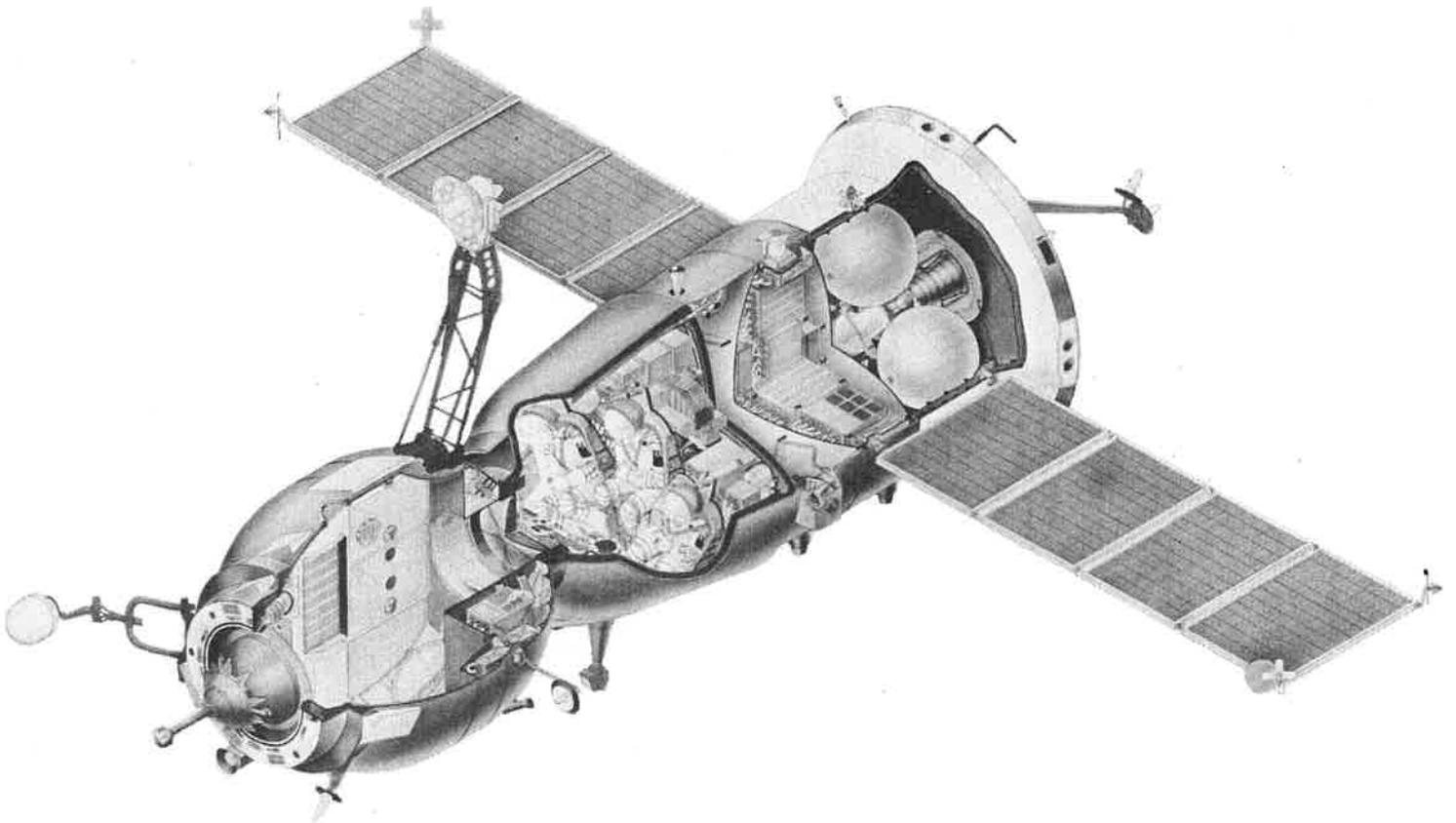
On a développé les systèmes radio du vaisseau, tels que la liaison de commande radio, le système de télémesure et de radiométrie dans le système d'alimentation énergétique, et l'on a aussi réintroduit des batteries solaires.

Dans la structure du vaisseau, on a redonné les mécanismes clés, les systèmes d'étanchéisation, les équipements de séparation, etc.

Données techniques de base :

- poids au lancement : environ 6,8 tonnes ;
- longueur du vaisseau : 6,98 m ;
- diamètre maximal : 2,72 m ;
- envergure des panneaux solaires : 10,60 m ;
- volume total des compartiments habités : environ 10 m³ ;
- diamètre du sas de passage entre le vaisseau et la station : 0,8 m.

Vaisseau spatial SOYOUZ T

Caractéristiques fondamentales

Equipage	2-3 personnes
Masse du vaisseau	6850 kg
Masse de l'appareil de descente	3000 kg
Longueur du corps du vaisseau	6,98 m
Diamètre maximal	2,72 m
Dimensions des batteries solaires	10,6 m
Type de lanceur	SOYOUZ

III. LE VAISSEAU DE TRANSPORT AUTOMATIQUE PROGRESS

Le cargo automatique ravitaille la station SALIOUT :

- en équipements scientifiques, matériel de cinéma et de photo et moyens de survie de l'équipage, équipements et systèmes demandant à être changés ;
- en combustible pour le ravitaillement d'appoint du groupe propulseur de la station ;
- il permet, de plus, d'emmener les déchets et dispositifs usés hors de la station.

Les 7 tonnes du cargo se décomposent en trois compartiments :

- une soute (GO) avec le dispositif de jonction,
- le compartiment comprenant les combustibles d'appoint (OKD),
- un compartiment à équipements (PAO) comprenant une section intermédiaire, une section à équipements et à systèmes.

Le module de jonction : similaire à celui du SOYOUZ, il assure, en même temps que l'interface mécanique vaisseau-station, la parfaite étanchéité de l'arrimage. C'est aussi grâce à lui que seront établies les connexions électriques et la liaison automatique étanche du "système de ravitaillement d'appoint en combustible".

La soute du vaisseau est utilisée pour fixer, à l'aide de sangles spéciales ou dans des conteneurs devant être mis en orbite, les équipements scientifiques, matériel de cinéma et de photo, réserve en eau et en nourriture et sous-systèmes de l'équipement de survie, y compris les équipements de régénération.

Pendant toute la durée du vol, on maintient dans la soute les conditions nécessaires à la conservation des équipements et produits d'alimentation que l'on envoie en orbite. Son volume est de 6,6 m³. Elle se trouve dans une atmosphère normale (760 mm Hg) et la température est maintenue entre + 3 et + 30°C. Sa capacité de transport est de 1300 kg.

A l'extérieur, se trouvent trois antennes du système d'approche radio, des caméras de configuration externe (une tournée vers l'avant, l'autre vers la Terre), ainsi que l'un des trois repères lumineux qui sont utilisés par l'équipage pour juger de la bonne configuration réciproque des véhicules au moment de la jonction automatique. On y trouve aussi des conduites hydrauliques pour envoyer du combustible du système de ravitaillement d'appoint vers les raccords hydrauliques du dispositif d'arrimage.

Le compartiment des combustibles d'appoint a la forme de deux cônes tronqués. D'un côté, il est relié à la soute, de l'autre à la section intermédiaire du compartiment à équipements. A l'extérieur, se trouvent deux repères lumineux complétant celui de la soute. Ce compartiment comprend des réservoirs de gaz, d'autres avec le combustible à envoyer sur la station et des équipements du système de ravitaillement d'appoint. Le gaz

(azote ou air) est destiné au déplacement des composants du combustible lors de l'approvisionnement et, au besoin, à être injecté dans les compartiments habités de la station.

Le "système d'approvisionnement d'appoint" comprend également un contrôle d'étanchéité des raccords hydrauliques, un procédé de purge et des capteurs de contrôle de la température, de la pression des composants et du gaz pendant le stockage et le ravitaillement. Lors de celui-ci, les réservoirs du groupe propulseur peuvent admettre jusqu'à une tonne de combustible.

La commande du système de ravitaillement est assurée par l'équipage au niveau de la station orbitale et par télécommande de la Terre pour le vaisseau de transport.

Dans le compartiment à équipements, se trouvent les servitudes principales du vaisseau assurant l'autonomie du vol, l'approche et la jonction, le vol une fois arrimé et le désarrimage.

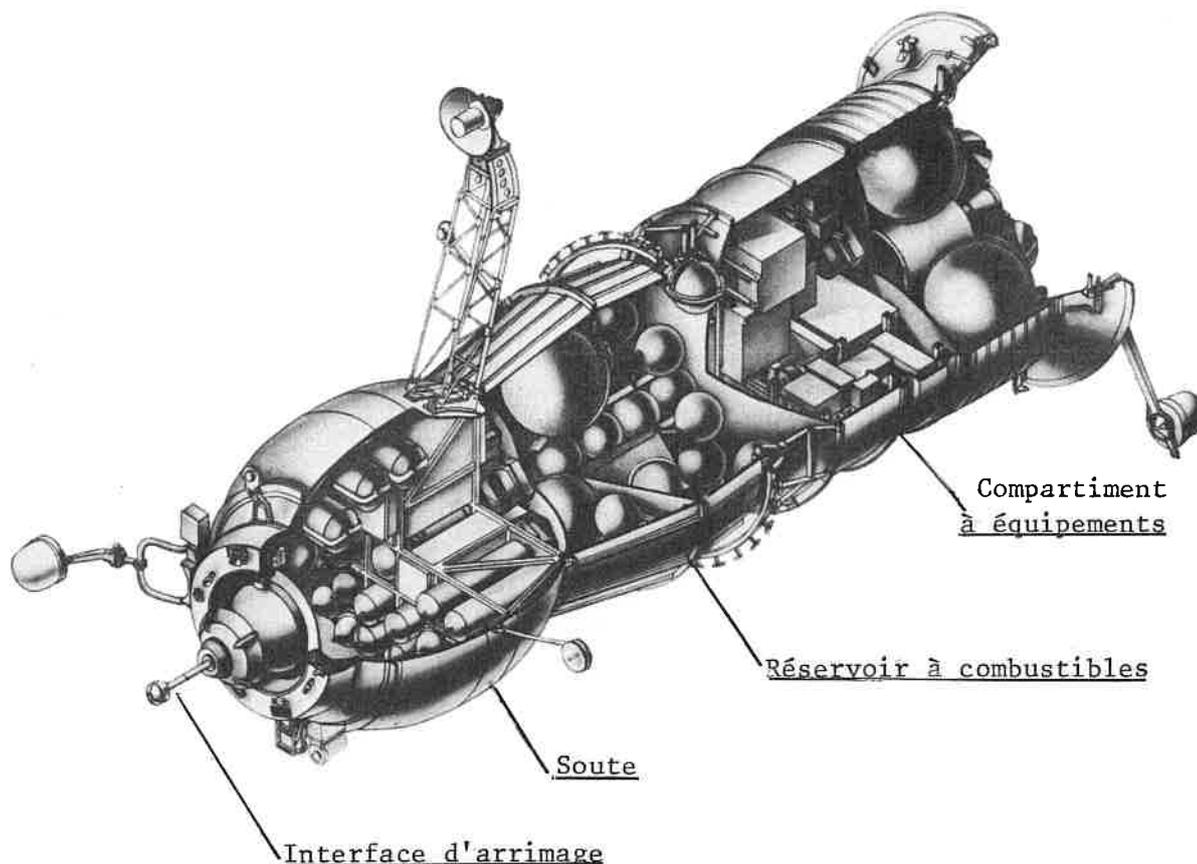
Dans la section intermédiaire du compartiment à équipements, qui a la forme d'un châssis support, se trouvent les réservoirs, les réservoirs sphériques et la robinetterie des moteurs d'arrimage et d'orientation. A l'extérieur de la section, se trouvent 10 moteurs d'arrimage et d'orientation du système et l'antenne de télécommande.

La section à équipements est, par sa structure, son but et son contenu, analogue à celle du compartiment à équipements du vaisseau de transport SOYOUZ.

Pour la mise en orbite du cargo, on utilise le lanceur SOYOUZ.

Après la séparation cargo-fusée, il y a déploiement des éléments de structure avec le système d'antennes radio d'approche et avec l'antenne du système de télémétrie. On assiste également au déploiement des bras portant les repères lumineux.

Vaisseau de transport PROGRESS

Caractéristiques fondamentales

Masse du vaisseau :	7020 kg
Charge utile transportée :	~ 2300 kg
y compris :	
- dans la section de transport :	jusqu'à 1300 kg
- dans la section des composants avant le ravitaillement :	jusqu'à 1000 kg
Longueur maximale :	7,94 m
Diamètre maximal des sections étanches :	2,20 m
Type de lanceur :	SOYOUZ
Temps de vol :	
- autonome :	jusqu'à 3 périodes de 24 heures
- avec la station orbitale :	jusqu'à 30 périodes de 24 heures
Paramètres de l'orbite :	
- altitude :	200-350 km
- inclinaison :	51,6°
- période :	~ 89 mn

IV. CARACTERISTIQUES PRINCIPALES DE LA FUSEE PORTEUSE SOYOUZ

La fusée SOYOUZ a trois étages.

Le premier étage comprend 4 blocs latéraux, dont chacun mesure 19 m de long et 3 m de diamètre, équipés d'un moteur à quatre chambres (à 2 tuyères de gouvernail) qui peut développer une poussée de 102 tonnes.

Le deuxième étage est un bloc central, de près de 28 m de long et de 2,95 m de diamètre maximum, équipé d'un moteur à 4 chambres (à 2 tuyères de gouvernail) qui peut développer une poussée totale de 96 tonnes.

Le troisième étage est un bloc de 8 m de long et de 2,6 m de diamètre, équipé d'un moteur à 4 chambres (avec tuyères de gouvernail) d'une poussée à vide de 30 tonnes.

La masse initiale du lanceur avec le vaisseau SOYOUZ T est de plus de 300 tonnes.

Lors du tir de la fusée, les moteurs des premier et deuxième étages se mettent en route en même temps. Le deuxième étage continue à fonctionner après le gargage des 4 blocs latéraux. Le troisième étage se met en route une fois que le moteur du deuxième étage a cessé de fonctionner.

La fusée utilise à tous les étages un combustible d'oxygène et de kérosène.

La longueur totale du lanceur avec le vaisseau SOYOUZ est de 49 m. Le diamètre maximal est de 10,3 m.

Navigation spatiale	41
Préparation pour les prises de vues photographiques et de cinéma	41
Préparation aux activités en condition de vol et de ses effets	41
Préparation medicobiologique	41
Entraînement global (examen final)	41
X. LE PROGRAMME DE VOL D'UN VAISSEAU AVEC UN EQUIPAGE INTERNATIONAL	43
XI. L'ALIMENTATION DES COSMONAUTES	45
Liste type du menu d'un jour	47
Rectificatif sur les aliments français	47
XII. LE SUIVI MEDICAL AU COURS DES VOLS SPATIAUX	49

V. GESTION EN VOL DE LA STATION ORBITALE SALIOUT

COMMANDE DE LA STATION ORBITALE

La commande de la station orbitale et des engins de transport est assurée par :

- le centre d'opérations en vol qui se trouve dans la banlieue de Moscou ;
- un réseau de stations de poursuite ;
- un ensemble de moyens de modélisation qui comprend le modèle mathématique de la station et un simulateur ;
- le système de communication par liaisons terrestres et par satellites.

LE CENTRE D'OPERATIONS EN VOL

C'est là que se trouvent le responsable de vol et le personnel d'opérations. Il s'agit de répondre aux objectifs suivants :

- gestion opérationnelle et coordination des moyens mis en oeuvre ;
- collecte, traitement et visualisation des informations de télémétrie, de trajectoire et de télévision en provenance de la station et des vaisseaux de transport ;
- opérations des ensembles de tir et de sauvetage, des moyens d'entraînement et des différents organismes participant au vol.

Le centre d'opérations en vol est équipé d'un centre de calculs, de moyens de collecte, de traitement et de visualisation des informations, d'une liaison interne et de télévision du système de transmission de télécommandes, de mise en communication avec l'équipage et de transmission d'informations télégraphiques à bord de la station SALIOUT. De plus, il est en liaison avec le centre de télévision de Moscou à Ostankino.

Le centre d'opérations a été considérablement modifié. Il est équipé d'une seconde salle pour le contrôle du vol des vaisseaux de transport. On a modernisé le centre de calcul qui peut maintenant gérer simultanément les vols de plusieurs vaisseaux spatiaux. On a aussi réaménagé le système de liaisons internes. Dans le même temps, le nombre de canaux de liaisons du centre avec les stations de poursuite a été augmenté, ce qui permet de retransmettre simultanément les informations téléphoniques, de télémétrie et de télévision venant des trois véhicules spatiaux par voies terrestres ou par des satellites de télécommunications de type MOLNYA.

Le centre de calcul a été perfectionné et peut maintenant, par son système de liaison en temps réel, transmettre, traiter et envoyer pour être visualisées les informations qui proviennent simultanément de tous les capteurs de télémétrie de la station SALIOUT et des deux vaisseaux de transport.

La plus grande partie du personnel de gestion est basée au centre d'opérations en vol : c'est le groupe opérationnel principal du vol. Une autre partie se trouve dans les stations de poursuite et sur des bateaux de l'Académie des Sciences de l'U.R.S.S., au Centre de Recherches Scientifiques "Priroda" et au Centre d'Etudes Médicobiologiques, au total plusieurs centaines de personnes.

L'organigramme de ce personnel (fixé dans la documentation d'organisation spéciale) a été étudié et approuvé lors des entraînements et des vols habités précédents.

C'est le chef de vol qui est à la tête du personnel d'opérations.

Dans chaque salle se trouvent : le chef de vol, les spécialistes responsables des systèmes de vol principaux, les responsables des stations de poursuite, ceux du programme de vol prévu, de l'analyse globale du fonctionnement des systèmes de bord, un opérateur assurant la liaison avec l'équipage, des représentants de l'usine de construction de la station et des vaisseaux, des balisticiens, un médecin responsable du contrôle médical de l'équipage, un responsable du centre et des spécialistes responsables des systèmes principaux du centre (télécommunications, centre de calculs, visualisation des informations, etc.).

Tous les spécialistes travaillent sur des pupitres ayant leurs moyens propres de liaison et de représentation des résultats.

Le personnel travaille en quatre équipes. Le changement d'équipe se fait en cours de vol sans retarder les opérations.

Etant donné que les moyens techniques du centre d'opérations et des stations de poursuite et de liaison sont les mêmes pour la station et les vaisseaux de transport, il a fallu faire intervenir des priorités pour leur utilisation. A l'étape de mise en orbite, d'approche et de jonction du vaisseau de transport avec la station, la priorité pour l'utilisation des moyens techniques est donnée à la salle d'opérations des vaisseaux de transport.

Après l'arrimage et une fois que l'équipage est passé dans la station, la priorité passe à la salle principale d'opérations. Elle est transmise au moment de l'ouverture des écoutilles de passage entre le vaisseau et la station.

ORGANISATION DES TRAVAUX DANS LES SALLES D'OPERATIONS

La commande de la station ou du vaisseau de transport est transmise de la base de lancement au centre d'opérations tout de suite après la séparation du dernier étage de la fusée.

Jusqu'à ce moment-là, le personnel des salles d'opérations contrôle le fonctionnement des systèmes de bord par télémessure, observe l'équipage à la télévision, suit ses conversations avec le groupe de la base de lancement.

Sur l'écran central est représenté le profil du vol du lanceur durant toute la mise en orbite. Après la séparation entre le vaisseau et le lanceur, le personnel de la salle d'opérations contrôle par télémessure le déploiement des antennes, se met en liaison avec l'équipage et commence à contrôler les systèmes de bord. Le travail de la salle se fait de la façon suivante : lorsque le vaisseau entre dans la zone de visibilité des stations de poursuite (le mouvement du vaisseau est représenté sur l'écran central de la salle principale), conformément au programme de vol, on commence à envoyer des télécommandes à bord. Le personnel de la salle contrôle l'émission des

des télécommandes, ainsi que leur réception à bord. A bord, sur des commandes émises de la Terre ou par l'équipage, les systèmes voulus sont branchés. Les stations de poursuite commencent à recevoir et à transmettre au centre d'opérations les informations de télémessure, de trajectoire et les images de télévision en provenance du bord. Le traitement automatique sur les calculateurs du centre se fait au rythme de l'acquisition des informations de télémessure et de trajectoire et est transmis sur les moyens de visualisation de la salle de commande.

Les informations de télémessure sont analysées en détail par les spécialistes des systèmes, qui communiquent au responsable de l'analyse globale leur conclusion sur l'état et le fonctionnement de chaque système de bord.

Les responsables des différents systèmes sont en liaison avec le personnel (de maintenance) situé à l'extérieur de la salle et peuvent, au besoin, s'entretenir avec eux ou obtenir des informations supplémentaires sur le fonctionnement des systèmes.

Dans le cas où le fonctionnement des systèmes s'écarte de la norme, le spécialiste de l'analyse globale étudie de quelle façon ces anomalies interviennent sur le fonctionnement de chaque système, prépare des propositions pour les supprimer et corriger les régimes de fonctionnement des systèmes de bord et les communique au chef de vol en poste.

Le médecin responsable du contrôle médical procède à une analyse détaillée des données biologiques de télémessure, établit une estimation de l'état de l'équipage et communique ses résultats au chef de vol en poste.

A mesure que les informations de trajectoire sont traitées et que les paramètres d'orbite sont déterminés sur ordinateur, les données balistiques sont automatiquement transmises dans la salle d'opérations sur les moyens de visualisation.

De la salle, l'opérateur mène l'échange radio prévu avec le cosmonaute. Le responsable de la station de poursuite contrôle leur travail et, s'il y a un écart par rapport au programme prévu, en informe le chef de vol en poste et prend des mesures pour éliminer cette anomalie.

Le spécialiste du calculateur de bord en contrôle le fonctionnement, prépare, au besoin, une correction des programmes de celui-ci qui sont ensuite transmis à bord.

Le chef du centre en poste contrôle le travail de tous les services du centre et, en cas d'anomalie, en informe le chef de vol en poste et prend des mesures pour la supprimer.

Le chef de vol en poste collecte toutes les informations qui lui sont transmises et prend des décisions sur la suite du programme de vol. S'il n'y a aucune anomalie dans le fonctionnement des systèmes de bord et au sol, il donne l'autorisation de procéder aux opérations suivantes du programme.

Dans le cas où il s'avèrerait nécessaire d'apporter une correction du programme, celle-ci serait l'oeuvre du responsable de la prévision des programmes. Les actions de correction peuvent être effectuées aussi bien pendant la séance en cours que pendant les séances suivantes. Au besoin, pour identifier les pannes ou vérifier les actions correctrices, on peut utili-

ser le modèle mathématique de la station, ou bien le simulateur de la station. Les décisions adoptées sont réalisées en émettant du centre des télécommandes sur les systèmes de bord et en transmettant des télégrammes à l'équipage.

REALISATION DES TRAVAUX DANS LES SALLES D'OPERATIONS

Face aux mêmes pupitres, mais dans des locaux différents, les groupes de soutien ont pour mission d'épauler le personnel de la salle d'opérations en vol. Ils doivent, notamment :

- leur fournir les calculs et les informations à partir desquels des décisions sur le programme de vol sont prises ;
- s'entretenir avec eux et les aider à analyser le fonctionnement des systèmes de bord ;
- permettre la réalisation des décisions prises par le chef de vol en poste ;
- assurer le fonctionnement des moyens techniques du centre ;
- établir des prévisions pour le programme de vol.

Les disciplines représentées sont vastes et couvrent tout le déroulement du vol habité :

- responsable des systèmes de bord pour la préparation et la transmission au personnel de la salle d'opérations d'informations supplémentaires ;
- prévision du programme de vol, pour les éventuelles modifications ;
- planification de l'ensemble de la mission (sur une semaine) ;
- coordination des stations de poursuite ;
- télécommunications (liaisons centre-vaisseau ou centre-stations de poursuite) ;
- balistique : les spécialistes du centre principal de balistique déterminent l'orbite, les zones de visibilité, l'entrée et la sortie du vaisseau de la zone d'ombre ; ils influent ainsi que les manoeuvres à réaliser et sur le déroulement des expériences scientifiques ;
- ordinateur de bord ;
- représentants du groupe de sauvetage, prêts à intervenir dans le cas d'un atterrissage imprévu de l'équipage ;
- un groupe de contrôle médical analysant régulièrement les données biologiques de télémessure, en relation avec le centre de contrôle médical du vol ;
- un groupe planifiant le programme des jours de repos de l'équipage, leur assurant la préparation d'émissions musicales, les télécommunications radio avec la famille.

Des représentants scientifiques des pays concernés par la mission se tiennent en liaison avec la direction du vol pour toute consultation utile.

PREPARATION DU PERSONNEL D'OPERATIONS

Avant les travaux de gestion en vol, le personnel d'opérations est soumis à un cycle d'entraînement. Pour celui-ci, on utilise un modèle mathématique de la station SALIOUT et de nombreux simulateurs, dont un des vaisseaux de transport. Chaque entraînement fait intervenir les vraies stations de poursuite et moyens de liaison, ainsi que les équipages des vaisseaux.

Les conditions y sont les plus proches possible de la réalité. On prépare le programme de vol en temps réel ; toutes les opérations sont réalisées par le personnel du centre d'opérations et des stations de poursuite. De plus, on simule des situations de pannes susceptibles d'intervenir, aussi bien à bord que sur les moyens au sol. Les étapes de vol les plus complexes sont mises au point plusieurs fois.

VI. LE COSMODROME DE BAÏKONOUR

Le cosmodrome de Baïkonour, construit en 1955, est situé en République du Kazakhstan, dans une zone semi-désertique à climat continental rude (été chaud et sec ; hiver rigoureux avec vents violents et quelques précipitations).

La raison d'un tel emplacement se justifie par son éloignement suffisant de localités habitées, la possibilité de garantir la sécurité de lancement des fusées, la création de zones d'isolement, de zones d'atterrissage pour les véhicules revenant sur Terre, mais également parce que c'est une zone où le nombre de jours sans nuage dans l'année est important.

C'est à partir du cosmodrome de Baïkonour que l'on procède aux lancements correspondant au programme national d'étude et d'utilisation de l'espace, dans le cadre de coopérations avec les pays socialistes suivant le programme INTERCOSMOS, ainsi que conformément aux accords de coopération pour la conquête de l'espace conclus entre l'U.R.S.S., les Etats-Unis, la France et d'autres pays.

C'est du cosmodrome de Baïkonour que fut lancé le premier satellite artificiel de la Terre, que le premier cosmonaute J.A. GAGARINE et la première femme cosmonaute V.V. TERECHKOVA sont partis pour l'espace, qu'ont été lancés les sondes interplanétaires LOUNA, VENERA, MARS, ZOND, les stations spatiales et les satellites artificiels de différents types (COSMOS, ELECTRON, POLET), les satellites de type MOLNYA utilisés pour les programmes de retransmission de télévision et pour les transmissions téléphoniques et télégraphiques.

C'est de Baïkonour qu'ont lieu régulièrement les lancements des vaisseaux habités SOYOUZ T et des stations orbitales SALIOUT.

Sur le cosmodrome se font l'intégration, le contrôle et le tir des fusées avec les vaisseaux spatiaux, ainsi que les derniers préparatifs des cosmonautes avant le tir.

Les secteurs principaux du cosmodrome sont :

- le bâtiment d'intégration et d'essais de la fusée porteuse ;
- le bâtiment d'intégration et d'essais du vaisseau spatial ;
- les pas de tir ;
- les stations d'observation et de télécommande-télémesure.

A quelques dizaines de kilomètres de la base technique et de tir, se trouve la zone habitée du cosmodrome, comprenant le centre de préparation des cosmonautes (salles de classe pour la formation scientifique et technique des cosmonautes), un complexe sportif avec piscine, les laboratoires (ensemble médical), ainsi qu'un institut, des écoles, un club, un stade, etc.

Le cosmodrome est relié au reste du pays par voies ferrée, aérienne et par routes. Le territoire du cosmodrome comprend également tout un réseau de routes et de voies ferrées.

Les opérations d'intégration, d'essais et d'arrimage du lanceur avec le vaisseau spatial se font dans un premier type de bâtiments équipés des moyens de contrôle et de mesure nécessaires.

Parmi les nombreux pas de tir, celui qui accueillera SOYOUZ T est un des plus grands. Il vit partir les lanceurs à trois étages des vaisseaux VOSTOK, VOSKHOD et SOYOUZ.

Pour le lanceur, l'installation de tir est de type semi-enfoui ; elle comprend un système de tir avec châssis support largable et la fusée est "suspendue" à des jambes de force. L'ensemble du lanceur est amené du bâtiment de montage et d'essais, où il est monté à l'horizontale, sur le pas de tir.

Pour le transport du système spatial, son installation sur le pas de tir, les derniers contrôles, le plein et le tir, on utilise un ensemble de systèmes et d'équipements comprenant :

- l'équipement de transport et de positionnement ;
- l'équipement de tir ;
- le système du pas de tir (châssis support, systèmes de fixation, câble de remplissage et arrimage) ;
- les moyens d'entretien (châssis et cabine d'entretien) ;
- les ravitailleurs en combustible.

Outre les systèmes de remplissage et de thermostatisation du combustible, les équipements de tir sont dotés d'un système de compresseurs et de réservoirs d'air comprimé, de réservoirs de combustible, d'une commande de préparation de la fusée au tir et du tir lui-même et, enfin, d'un compartiment du centre de commande qui est en liaison avec tous les services opérationnels du cosmodrome, avec les stations d'observation et avec le centre d'opérations en vol.

La préparation du lanceur commence par le transport de ses étages et des compartiments du vaisseau spatial dans des trains spéciaux venant de l'usine de fabrication. Les différents étages arrivent dans le bâtiment de montage et d'essais, où l'on procède à leur contrôle autonome, à leur intégration et à leur préparation pour être arrimés au vaisseau. Ce dernier est monté et soumis aux essais dans le local prévu à cet effet.

Le remplissage en combustible et en gaz comprimé se fait à la station de remplissage du cosmodrome, où le vaisseau arrive dans un wagon spécial. Après le remplissage et après les opérations finales, on arrime au vaisseau l'adaptateur et la coiffe. On procède alors aux essais du système spatial dans son ensemble.

Celui-ci est ensuite acheminé sur son dispositif de transport et de positionnement sur le pas de lancement.

Pour positionner la fusée sur le châssis support du pas de tir, le système de transport et de positionnement amène la fusée en position verticale au moyen de crics hydrauliques. A ce moment-là, le châssis support passe de la position inclinée en configuration de travail et prend en charge le poids de la fusée au niveau de sa ceinture moyenne (support). La fusée semble

suspendue au-dessus du carneau de réflexion des gaz. Sa partie inférieure se trouve quelques mètres au-dessous du niveau du pas de tir (du niveau zéro). Ceci permet de protéger l'équipement au sol de l'effet du puissant dégagement thermique du système de propulsion.

Le système de transport et de positionnement, après avoir mis la fusée sur le châssis support, remet sa flèche en position horizontale et s'éloigne du pas de tir. On amène près de la fusée les châssis de maintenance et les câbles d'arrimage. Dès qu'ils sont en configuration de travail, le processus de pointage azimutal et d'ajustement en position strictement verticale se met en route. Toutes les opérations décrites sont effectuées par des mécanismes et sur commandes à distance.

Puis, on branche le système de thermostatisation pneumatique du vaisseau spatial. Le principe de cette opération consiste à injecter de l'air sous la coiffe du lanceur avec un débit tel que les équipements et les composants du combustible ne dépassent pas les limites données en température. Le système de thermostatisation pneumatique fonctionne presque jusqu'au moment du tir de la fusée.

Après le branchement des différentes liaisons (de remplissage, de drainage, pneumatiques et électriques) et leur jonction à la fusée et au vaisseau spatial, on passe à l'opération suivante : l'essai sous pression, c'est-à-dire qu'on vérifie l'étanchéité des liaisons avec de l'air comprimé. On peut juger d'après la valeur de la baisse de pression s'il y a des défauts de jonction.

Puis, au moyen d'un équipement de contrôle de tir, on commence les dernières vérifications de l'état initial et du bon fonctionnement des systèmes de bord et des équipements de la fusée. On soumet le tout à d'ultimes tests (sans brancher les programmes nominaux, ni les organes d'exécution). On contrôle les systèmes de télévision, de liaisons, de télécommande, les sources d'alimentation de bord, etc. Les résultats des derniers essais avant le tir sont visualisés au maximum et enregistrés sur télémètre et sur des enregistreurs multicanaux. Si tous les paramètres obtenus sont dans la norme, on donne l'autorisation de faire le plein en combustible et en gaz comprimés.

Le plein du lanceur à l'oxygène liquide est une opération tout à fait particulière. On commence par "refroidir" les canalisations et réservoirs, c'est-à-dire qu'on abaisse artificiellement leur température pour en prévenir l'effervescence et la brusque surpression dans les canalisations et réservoirs du lanceur. Pour cela, on y injecte une petite quantité d'oxygène liquide. Celle-ci, en s'évaporant, refroidit les canalisations et réservoirs de la fusée et sort à l'état gazeux par les clapets de drainage de sécurité. Après de refroidissement, on branche et on met les pompes en route. Un système de contrôle de niveau (CKY) surveille le dosage précis des composants en combustible.

La commande du remplissage, le contrôle de l'exécution des commandes correspondantes se font à distance à partir d'un pupitre de commande du pas de tir.

Etant donné que l'oxygène liquide s'évapore, on procède à ce qu'on appelle une mise au point, c'est-à-dire qu'on ajuste le remplissage des réservoirs jusqu'au niveau requis. Puis, on fait un drainage (purge) des composants

en combustible dans les canalisations de remplissage, puis les canalisations de remplissage, de drainage et pneumatiques sont débranchées et l'on contrôle le positionnement vertical et azimutal de la fusée.

Deux heures trente avant le tir, les cosmonautes prennent place dans le vaisseau spatial. On branche le programme des opérations finales avant et pendant le tir. Le programmeur séquenceur assure une précision de l'heure du tir au centième de seconde. D'après les données de télémessure, on procède à un dernier contrôle de tous les systèmes de la fusée.

A H-1 mn, quand il est clair que les systèmes et équipements du lanceur et du vaisseau sont en état et que les cosmonautes sont prêts, l'opérateur met la clé en position "Tir". Le programme automatique des opérations finales se branche. Leur exécution est reproduite sur le pupitre du poste de commande. A ce moment-là, les canaux des liaisons de drainage des réservoirs se ferment, les câblages et arrimages s'écartent de la fusée, le groupe de turbopompes se met à fonctionner. L'allumage se met en route. Les systèmes de mise à feu pyrotechniques envoient dans les chambres des moteurs des premier et deuxième étages de la fusée un jet de flammes. Les moteurs acquièrent leur puissance, passant successivement en régime préliminaire, intermédiaire et, enfin, principal. Lorsque la poussée des moteurs dépasse le poids du lanceur, il commence à s'élever et il se libère de la prise des châssis support du système de tir. A ce moment-là, un contact est établi et, sur le pupitre de commande, le voyant "Tir" s'allume. Les informations sur les derniers préparatifs avant le tir et sur la mise en orbite du vaisseau sont transmises au centre d'opérations en vol, où elles sont traitées et visualisées sur des écrans d'utilisation globale et individuelle dans les salles d'opérations. La transmission de la gestion en vol du vaisseau au centre d'opérations par la base de lancement a lieu immédiatement après la séparation du troisième étage de la fusée.

VII. SYSTEME DE COMMANDE ET DE MESURE RECUPERATION ET SAUVETAGE

L'ensemble de commande et de mesure d'U.R.S.S., qui se charge de la gestion en vol, comprend 7 stations au sol de poursuite situées sur le territoire d'Union Soviétique : DJOUSALI, EUPATORIA, OUSSOURISK, OULAN-OUDE, KOLPACHEVO, TBILISSI, PETROPALOVSK-KAMTCHATCKY, des navires de recherches scientifiques de l'AN U.R.S.S. situés dans les océans Atlantique et Pacifique, les centres de calcul de l'IKI AN U.R.S.S. Les stations de poursuite sur Terre et sur mer sont localisées de telle façon qu'une liaison avec la station et les vaisseaux de transport soit assurée sur toutes les orbites du vol.

De plus, sur les orbites de jonction, de sortie de l'équipage dans le cosmos et de sortie d'orbite du vaisseau (retour), on assure une durée de liaison maximale avec l'équipage.

Les informations de télécommande sont transmises du centre d'opérations à la station de poursuite par une liaison téléphonique automatisée et retransmise de là-bas à bord de la station orbitale. Les informations de télémesure et de télévision sont simultanément envoyées par les canaux large bande. Elles peuvent également être enregistrées à la station de poursuite pour être ultérieurement retransmises au centre d'opérations.

L'ensemble de gestion au sol est une partie intégrante de la boucle de gestion du vol de la station SALIOUT et des vaisseaux SOYOUZ T. Cette "boucle" de gestion comprend : le centre d'opérations, les stations de poursuite terrestres et sur mer, le système de télécommunications terrestres et par satellite, les centres balistiques.

Pendant la gestion en vol, le centre d'opérations a les problèmes suivants à résoudre :

- échanger tous les types d'informations entre le vaisseau et le centre d'opérations ;
- assurer les liaisons téléphoniques et télégraphiques entre le centre d'opérations et l'équipage du vaisseau ;
- mesurer les paramètres du mouvement du vaisseau spatial ;
- assurer la commande opérationnelle des moyens au sol ;
- organiser les liaisons entre les branches de l'ensemble de gestion du vol au sol et le centre d'opérations ;
- assurer la gestion opérationnelle et la coordination des travaux des stations de poursuite et des autres maillons de l'ensemble au sol.

C'est dans les stations de poursuite pendant le vol que se font la mesure des paramètres du mouvement du vaisseau spatial et la réception des informations de télévision et de télémesure en provenance de SALIOUT.

C'est grâce aux stations que sont exécutées toutes les décisions relatives à la gestion du vol par des échanges de conversation avec l'équipage et par l'envoi des télécommandes au vaisseau.

Vingt canaux téléphoniques et télégraphiques, ainsi que d'autres à large

bande, relie la station de poursuite avec le centre. Celle-ci est, de plus, équipée d'un calculateur d'une capacité d'environ 50 000 opérations par seconde. La réduction de l'excédent (redondance) de télémesure du flux total d'informations est assurée par un appareillage particulier. La capacité de l'équipement de transmission de données par les canaux téléphoniques est de 2,4 milliers de bits par seconde.

RECUPERATION ET SAUVETAGE

L'ensemble de récupération et de sauvetage a pour objectifs :

- la détermination des coordonnées du lieu d'atterrissage,
- la recherche et l'acquisition de l'appareil à récupérer avec ses passagers,
- l'évacuation des cosmonautes et l'aide médicale qui leur est nécessaire,
- l'entretien technique du module d'atterrissage et son évacuation du lieu d'atterrissage vers son point de destination.

Des hélicoptères et des avions faisant des observations radio et visuelles patrouillent le long des zones prévues de la trajectoire d'atterrissage, entrent en liaison avec le module et le suivent jusqu'à sa pose, entretenant une liaison avec l'équipage.

La structure du module d'atterrissage est dimensionnée pour un atterrissage à sec, mais il est aussi équipé de systèmes spéciaux garantissant la sécurité des cosmonautes en cas d'amerrissage.

Dans la région de l'atterrissage, c'est un groupe de recherche composé de techniciens et de médecins spécialement préparés (parachutisme, plongée sous-marine) qui accueille les cosmonautes. Ce groupe fait le nécessaire pour arriver dans les plus brefs délais sur le lieu de pose et apporter de façon opérationnelle l'aide nécessaire aux cosmonautes.

A bord des avions de recherche, se trouvent des parachutistes, médecins ou sauveteurs qui, au besoin, sont envoyés vers le module qui se pose.

Des hélicoptères, des bateaux et des véhicules tout terrain sont aussi disponibles sur place avec des équipements médicaux de campagne utilisables quel que soit le temps.

Après la pose de l'appareil, les cosmonautes ouvrent les écoutilles et préparent les conteneurs d'équipements scientifiques et les pellicules photographiques et de cinéma pour leur transport.

Si besoin est, les cosmonautes, après avoir enlevé leur scaphandre et endossé la tenue de vol, peuvent utiliser tous les moyens de survie de bord : vêtements chauds, signalisation et liaison radio, nourriture, réserve d'eau, etc.

Le matériel scientifique et les pellicules photographiques et de cinéma sont remis aux spécialistes du groupe de recherche. C'est sur le lieu d'atterrissage que les cosmonautes subissent le contrôle médical suivant le vol.

Si le module d'atterrissage s'est posé sur l'eau, les cosmonautes endossent

un équipement particulier et préparent les équipements de navigation ; ils se mettent en liaison radio avec le service de recherche. Avec l'aide du groupe arrivé sur place, les cosmonautes quittent le module d'atterrissage.

Du lieu des opérations, un reportage est transmis au centre de gestion sur le processus de recherche, d'acquisition du module d'atterrissage et d'évacuation des cosmonautes.

VIII. LE CENTRE DE PREPARATION DES COSMONAUTES J.A. GAGARINE

Le centre de préparation des cosmonautes J.A. Gagarine a été créé en 1960 et se trouve à proximité de Moscou, à la Cité des Etoiles, mais c'est en 1968 qu'il prit le nom de "J.A. Gagarine" et en 1971 qu'il fut décoré de l'Ordre de Lénine pour sa participation à la conquête de l'espace.

Le personnel qualifié chargé d'assurer l'instruction, l'enseignement et l'entraînement, participe aussi, grâce à sa longue expérience, à l'élaboration et au perfectionnement des vaisseaux habités.

Au cours de toute sa période de fonctionnement, le centre J.A. Gagarine (au 1er janvier 1982) a préparé 48 équipages de vaisseaux habités : 6 pour les vaisseaux VOSTOK 2, 2 pour VOSKHOD, 37 pour SOYOUZ, 3 pour SOYOUZ T ; 59 cosmonautes ont été dans l'espace, dont 10 en équipage à 3 (V.A. CHATALOV, A.S. ELISSEIEV, V.F. BYTOVSKY, P.I. KLYMOUK, N.N. ROUKAVICHNIKOV, N.N. KOUBASSOV, V.V. RIOUMINE, V.V. GORBATKO, O.G. MAKAROV, V.V. KOVALENOK), 14 en équipage à 2, ainsi que 10 cosmonautes de pays socialistes : V. REMEK (Tchécoslovaquie), M. GERMACHEVSKY (Pologne), Z. IEN (République Démocratique d'Allemagne), G. IVANOV (Bulgarie), B. FARKACH (Hongrie), FAM TUAN (Vietnam), A. TAMAIO MENDEZ (Cuba), G. GOURATCHA (Mongolie), D. PRUNARIU (Roumanie).

IX. LA PREPARATION DES COSMONAUTES

La préparation comprend trois directions :

- formation des cosmonautes pour exécuter les opérations de commande des vaisseaux spatiaux et de la station et exploiter les systèmes de bord ;
- aptitude à réaliser les expériences de technique spatiale et les expériences scientifiques dans l'espace ;
- adaptation de l'organisme du cosmonaute aux conditions du vol spatial.

Il est de règle de distinguer :

- la préparation spatiale générale des candidats cosmonautes,
- la préparation au vol (directe) des cosmonautes pour un vol.

La préparation spatiale générale se fait selon un programme commun pour tous les candidats d'une promotion donnée. Ceux-ci acquièrent les connaissances nécessaires sur les théories de l'astronautique, étudient la structure des principaux types de vaisseaux pilotés et de stations, ainsi que des systèmes de bord. Ils participent à des vols d'entraînement sur avions et des sauts en parachute et sont soumis à une préparation d'ordre physique général, spécial et medicobiologique.

Après réussite des examens correspondant à cette première période, les sélectionnés entament la préparation au vol proprement dit qui se déroule en deux étapes. Ils sont d'abord affectés au sein d'un groupe sur un type déterminé de vaisseau spatial. Puis, en second lieu, les futurs cosmonautes sont intégrés au programme concret d'un prochain vol. Ce programme est commun à 2-3 équipages (le principal et les doublures).

La préparation au vol peut se mener parallèlement pour plusieurs programmes de prochains vols, comme ce fut le cas par exemple en 1974-1975, lors de la mise au point simultanée des programmes SALIOUT et APOLLO-SOYOUZ. Il est également possible, dans certains cas, que les cosmonautes, après avoir terminé la préparation spatiale générale, passent directement à la seconde étape (programme concret) sans suivre la préparation en groupe.

La première étape (groupe affecté à un type de vaisseau) a pour but l'étude de la structure de l'engin et des systèmes de bord, l'acquisition d'automatismes pour la commande et l'exploitation de ceux-ci, le perfectionnement des hommes comme expérimentateurs en technique spatiale, ainsi que l'augmentation de l'endurance de l'organisme du cosmonaute à l'effet du vol spatial.

En plus de cette étape de préparation, les cosmonautes participent aux opérations en vol de vaisseaux, à la réalisation de techniques spatiales et à différents types de travaux d'études et de recherches.

Dernière étape : l'étude du vaisseau spatial et de la station dans lesquels l'équipage aura à voler, la composition et les principes de fonctionnement des systèmes de bord, de l'équipement scientifique, du programme de vol, l'acquisition des connaissances et automatismes de commande du vaisseau spatial et de tous ses systèmes, la mise au point des questions de coordination du travail entre les membres de l'équipage pour la réalisation de

leurs tâches pendant le vol, ainsi que de leurs relations avec les groupes d'opérations, l'acquisition et le perfectionnement de leur aptitude à réaliser les expériences de technique spatiale, tout cela en alliant les aspects théorique et technique : un apprentissage qui s'opère selon différents axes.

Les points essentiels du programme et des types de préparation correspondants sont les suivants :

PREPARATION AU VOL ET PARACHUTISME

Présente à toutes les étapes de la préparation, son objectif est multiple : réflexion opérationnelle et résistance émotionnelle, aptitude psychologique à agir dans les conditions complexes de la mission, capacité à endurer l'effet de certains facteurs spécifiques du vol spatial.

PREPARATION TECHNIQUE

Essentielle, elle recherche l'acquisition par le cosmonaute des connaissances professionnelles et des automatismes s'appliquant à un programme concret de vol spatial. L'objectif principal en est l'assimilation approfondie des principes d'action de tous les systèmes de servitude du vaisseau, de ses équipements scientifiques, ainsi que l'étude de leurs possibilités et des moyens d'application pendant le vol.

ACQUISITION DES METHODES DE REALISATION DES EXPERIENCES ET ETUDES SCIENTIFIQUES

L'étude approfondie des principes théoriques et un travail pratique avec les équipements scientifiques permettent aux cosmonautes, en collaboration avec les responsables ayant fourni les expériences, de perfectionner la méthodologie de celles-ci.

ENTRAINEMENT SUR DES SIMULATEURS COMPLEXES ET SPECIALISES

Le simulateur complexe du véhicule spatial est le moyen au sol essentiel d'instruction et d'entraînement des équipages pour commander les systèmes du vaisseau et réaliser la complexité des travaux du programme de vol. Grâce à lui, chaque étape de la mission est ainsi mise au point avec le plus de minutie possible.

Les simulateurs spécialisés sont utilisés pour s'entraîner à mettre au point les automatismes et aptitudes et à réaliser les opérations les plus complexes et fondamentales. On y simule intégralement le système correspondant et son fonctionnement. Le cosmonaute y met au point toutes les opérations requérant la même activité de coordination que celle voulue par le système réel du vaisseau en vol.

PARTICIPATION DES COSMONAUTES AUX ESSAIS ET ETUDES

Elever le niveau de qualification professionnelle et fournir une expérience

en technique spatiale et investigation à profil large, tels sont les objectifs principaux de la préparation.

ETUDE DE LA DOCUMENTATION DE VOL ET DE BORD et participation à son élaboration.

NAVIGATION SPATIALE

Ce type de préparation implique que les cosmonautes possèdent de solides connaissances sur les principes théoriques et les automatismes de la navigation au moyen des systèmes de mesure de navigation de bord, des calculateurs de bord faisant partie du système de navigation.

PREPARATION POUR LES PRISES DE VUES PHOTOGRAPHIQUES ET DE CINEMA

Les cosmonautes acquièrent des connaissances sur les principes des prises de vues cinématographiques et photographiques, ainsi qu'une aptitude à faire les prises de vues de bord selon le programme en utilisant des moyens correspondants.

Apprentissage de la théorie et de la pratique des prises de vues cinématographiques et photographiques à bord de la station.

PREPARATION AUX ACTIVITES EN CONDITION DE VOL ET DE SES EFFETS

Entraînement en bassin, préparation à l'altitude, essais sur des avions-laboratoires avec de courtes dépressurisations ou sur centrifugeuse, ainsi qu'entraînement dans différentes zones géographiques climatiques où la pose de modules d'atterrissage des vaisseaux spatiaux est possible.

PREPARATION MEDICOBIOLOGIQUE

Elle se déroule suivant un programme tenant compte des objectifs du vol et de sa durée : on prévoit un certain ensemble de mesures et d'entraînements spéciaux destinés à préparer l'organisme des cosmonautes, qui devra supporter l'effet du vol spatial. Les cosmonautes acquièrent, en outre, l'habitude et les connaissances nécessaires à la réalisation des expériences et études médicales et biologiques dans l'espace.

On porte alors une attention toute particulière aux questions de préparation psychologique des équipages.

ENTRAINEMENT GLOBAL (EXAMEN FINAL)

Il a lieu à la fin de la préparation des équipages selon le programme concret de vol pour chacun d'eux (principal et doublure). On utilise alors le simulateur global sur lequel les équipages réalisent les opérations du programme de vol, ainsi que les moyens permettant de simuler certaines fonctions du centre d'opérations au sol. Pendant cet entraînement, on met au point à l'échelle réelle du temps les questions principales du programme

que l'équipage a à réaliser, ainsi que les opérations à effectuer avec le centre de gestion du vol. Ici, on fait intervenir diverses situations nominales et non nominales permettant de rechercher des solutions à des circonstances plus difficiles du vol.

X. LE PROGRAMME DE VOL D'UN VAISSEAU AVEC UN EQUIPAGE INTERNATIONAL

Le vaisseau de transport SOYOUZ T est lancé de Baïkonour sur une orbite transitoire située dans le même plan que celle de la station SALIOUT.

Pendant les trois premières orbites du vol, on procède à un contrôle de l'état et de l'aptitude au fonctionnement des systèmes et équipements du vaisseau ; on vérifie l'étanchéité des compartiments. Les cosmonautes enlèvent le scaphandre qu'ils portaient pendant la période de mise en orbite.

Durant les quatrième et cinquième orbites, le vaisseau manoeuvre pour passer en orbite haute. En suivant cette orbite, il atteint la station qui se trouve à l'avant de sa trajectoire. La période se situant entre la sixième et la onzième orbite est prévue pour le sommeil des cosmonautes.

Lors des douzième et treizième orbites, commencent les manoeuvres de rapprochement à distance, puis l'équipage entame les préparatifs pour l'approche et la jonction du vaisseau avec la station SALIOUT.

A la 17ème orbite, les cosmonautes manoeuvrent afin de rapprocher le vaisseau de la station jusqu'à une distance à partir de laquelle l'approche se fait de façon automatique, au moyen des équipements de pointage autonome. La particularité de l'approche du vaisseau SOYOUZ T de la station SALIOUT réside dans le régime de vol stationnaire ("suspension") qui se fait lorsque la station et le vaisseau sont à une distance de 400 à 200 m.

Une fois terminé le contrôle de l'état des systèmes de bord et de la station, l'équipage, sur les indications venant de la Terre, branche le régime d'accostage. L'accostage et la jonction du vaisseau avec la station se produisent à la 18ème orbite du vol, dans la zone de visibilité radio des stations de poursuite situées en territoire soviétique. Les processus d'approche et de jonction sont contrôlés aussi bien par l'équipage que par le personnel de contrôle du vol.

Après la jonction et après vérification de l'étanchéité du vaisseau avec la station, l'équipage "visiteur" passe dans la station.

L'équipage international procède, avec l'équipage principal de la station, aux expériences et études planifiées (médicales, biologiques, scientifiques et techniques), effectue des reportages télévisés, des prises de vues pour obtenir des documents photographiques et cinématographiques sur son activité à bord de SALIOUT.

Durant les derniers jours de vol du vaisseau, on contrôle le fonctionnement de ses systèmes et équipements permettant son retour sur Terre ; on conditionne les équipements, films, matériel, supports d'informations obtenus au cours des expériences qui sont à renvoyer.

A la 12ème orbite des derniers jours du vol, l'équipage de la mission internationale procède à une remise en service des systèmes du vaisseau SOYOUZ T, puis ferme l'écouille reliant le vaisseau à la station, endosse les scaphandres et, à la 15ème orbite, désarrime le vaisseau de la station.

L'utilisation du système de propulsion secondaire, qui sert notamment à la correction d'attitude du vaisseau, permet à celui-ci, par freinage dans la direction voulue, de quitter l'orbite.

Après sa séparation du compartiment des équipements, le module d'atterrissage du vaisseau SOYOUZ T se pose en douceur dans la zone prévue d'atterrissage.

XI. L'ALIMENTATION DES COSMONAUTES

Quand l'homme est parti dans l'espace pour la première fois, les savants ignoraient les effets de l'impesanteur sur les processus physiologiques de l'ingestion et de l'absorption de la nourriture : mastication, déglutition, digestion, d'où la nécessité de munir les cosmonautes de tubes contenant les produits alimentaires en masse homogène (en purée).

Avec le temps, la nourriture de l'espace ressemblait de plus en plus à celle de la Terre.

Le menu des équipages de la station SALIOUT était bien diversifié. La ration comprenait de la nourriture en tubes, des produits déshydratés en sachets, des boîtes de conserve de viande et de poisson avec garniture, diverses espèces de pain, de la pâtisserie, des jus de fruits et de légumes, du thé, du café. Les nouvelles technologies de fabrication des produits alimentaires permirent d'augmenter la durée de la conservation sans détériorer le bon goût et l'aspect extérieur.

Les cargos amenaient aux cosmonautes des fruits et des légumes frais et même certains produits alimentaires commandés par les membres de l'équipage selon leur goût et leur envie, par exemple du pain de seigle, des sauces, de l'ail.

Avec la nourriture, l'homme ingère une série complexe de substances qui sont de vrais aliments. Ils sont destinés à fournir de l'énergie à l'organisme, à assurer la croissance ou la réparation de ses structures et la synthèse d'un grand nombre de substances biologiques : hormones, enzymes et autres composés, qui assurent la régulation du métabolisme et toute l'activité de l'organisme et maintiennent l'état stable de son milieu intérieur.

En impesanteur, l'organisme du cosmonaute subit de grandes pertes hydriques, ce qui implique un certain nombre de réactions physiologiques adaptatives. Les pertes hydriques entraînent l'excrétion du sodium, du chlore, du potassium, du phosphore, du calcium et d'autres électrolytes. L'abaissement de l'activité motrice mène à la diminution de la masse musculaire ; l'organisme perd l'azote protéique. Au cours de son adaptation, le métabolisme du cosmonaute change : des modifications du métabolisme des lipides, des glucides et des protides surgissent ; les processus digestifs s'effectuent différemment. Toutes ces modifications ne sont pourtant pas pathologiques, mais visent au contraire à adapter l'organisme à l'impesanteur.

Le processus d'adaptation n'est pas permanent. La première phase d'adaptation "aiguë" est suivie d'une étape d'adaptation "achevée" et les fonctions initiales de l'organisme ne sont pas complètement récupérées lors du retour sur Terre. Pendant toute la durée du vol et quelle qu'elle soit, l'organisme "travaille" à un régime physiologique nouveau, ce qui provoque le changement des besoins alimentaires.

En impesanteur, de même qu'au sol, l'organisme doit couvrir ses dépenses énergétiques qui, chez les cosmonautes, dépassent légèrement 3000 kilocalories au total. La caloricité de leur ration journalière correspond à ces

dépenses. Le rapport quantitatif des aliments essentiels à la ration est proche de celui de la ration habituelle au sol (protides : 160 g ; lipides : 140 g ; glucides : 380 g ; calcium : 800 mg ; potassium : 3,0 g ; phosphore : 1,7 g ; sodium : 4,5-5,0 g ; magnésium : 0,4 g ; fer : 50 mg). Les prises hydriques sont égales à 1,4-1,8 l environ par jour pour chaque cosmonaute.

Le côté qualitatif de la nourriture est un peu différent. Au cours du vol, les processus métaboliques des cosmonautes deviennent très intenses, surtout au niveau des neurons, puisqu'ils subissent une forte émotion nerveuse qui entraîne des dépenses élevées d'un certain nombre de substances actives biologiques : hormones, médiateurs, enzymes. Pour leur synthèse, l'organisme a besoin des composants des aliments tels que : acides aminés, vitamines, substances minérales. C'est pourquoi les cosmonautes en absorbent une grande quantité au cours du vol et, principalement, pendant la phase qui précède le retour aux conditions de la gravitation terrestre. Ces composants font accroître la résistance de l'organisme aux effets défavorables, empêchent les pertes hydriques et, par conséquent, électrolytiques. Cela est nécessaire pour que l'organisme supporte mieux les dernières étapes du vol⁽¹⁾ et le processus de la récupération après le retour au sol.

Afin de normaliser le métabolisme minéral, on inclut à la ration des produits alimentaires contenant des acides gras non saturés.

L'absence de charge gravitationnelle sur l'appareil locomoteur provoque l'excrétion du calcium osseux. La synthèse de la vitamine D₃, qui règle le métabolisme calcique dans l'organisme, est donc d'une importance primordiale. A ces fins, la ration des cosmonautes est augmentée de substances minérales proportionnellement au rapport déterminé entre le phosphore et le calcium.

Ainsi, les principes de l'alimentation dans l'espace sont élaborés en fonction des résultats des investigations physiologiques et biochimiques, compte tenu des effets de l'impesanteur sur les fonctions de tous les systèmes et organes. La ration bien composée permet de satisfaire les besoins de l'organisme, de maintenir l'appétit au travail et de ménager la santé des cosmonautes.

(1) L'apport se fait sous forme de pilules.

LISTE TYPE DU MENU D'UN JOUR

<u>Premier repas</u>	:	Bacon	100 g
		Kacha (bouillie) de sarrasin	60 g
		Pain d'épice au miel	45 g
		Fruits : prunes, cerises	50 g
		Café sucré	24 g
<u>Second repas</u>	:	Poulet à la géorgienne	100 g
		Biscuits "russes"	30 g
		Jus de cassis	50 g
<u>Dîner</u>	:	Pâté de perdrix	100 g
		Potages aux légumes	30 g
		Boeuf à l'estonienne, purée de pommes de terre	52,5 g
		Pain de seigle de Moscou	45 g
		Fruits confits	50 g
		Lait pasteurisé	25 g
<u>Souper</u>	:	Morceaux de viandes assorties	100 g
		Fromage blanc au cassis	165 g
		Pain de blé	30 g
		Thé sucré (double portion)	46 g

Au total, il existe une gamme de 70 aliments pouvant être utilisés au cours d'un vol de 6 jours.

L'intervalle entre les repas varie de 3 à 5 heures.

RECTIFICATIF SUR LES ALIMENTS FRANÇAIS (Document A - Page 65)

Parmi les aliments complémentaires d'origine française, le choix définitif ne comporte pas la langouste sauce armoricaine, le civet de lièvre à l'alsacienne et le fromage de Cantal fondu.

XII. LE SUIVI MEDICAL AU COURS DES VOLS SPATIAUX

Le suivi médical a pour mission de détecter et de diagnostiquer les états de santé éventuellement défavorables (les affections), afin de prévoir leur évolution et de prendre les mesures de prévention et de traitement.

L'objectif principal du suivi médical est d'assurer la sécurité en vol, le bon état de santé et la meilleure aptitude au travail lors de toutes les phases du vol.

L'information sur l'état de santé des cosmonautes comprend des données obtenues en télémesure sur les divers systèmes de l'organisme et les paramètres d'environnement à l'intérieur de la cabine SALIOUT, des contacts par radio et par télévision, des rapports des cosmonautes sur leur état général et sur la réalisation du programme du vol.

On peut dégager deux parties essentielles du suivi médical des cosmonautes, dont la principale consiste à apprécier tous les jours leur aptitude au travail et leur état de santé général, ce qui est fait avant tout lors des communications à la radio. Nuances de la voix, réaction à la conversation, bonne ou mauvaise mine à l'image, rapports sur des opérations accomplies, tout doit être pris en considération. En outre, chaque soir, l'équipage remplit la liste de questions spécifiques. Les médecins suivent attentivement les variations de l'appétit, de la consommation d'eau, etc. L'appréciation par les cosmonautes eux-mêmes de leur sommeil, de la possibilité de se relaxer, de l'état général au cours de l'entraînement physique, est aussi d'une grande importance.

Le suivi médical prévoit également l'obtention en continu des données concernant le fonctionnement des systèmes de survie, les conditions hygiéniques à l'intérieur de la cabine, l'activité des radiations au long du trajet. Chaque dixième jour de vol est consacré entièrement aux études médicales spéciales. On prête une attention particulière à l'exploration des systèmes cardiovasculaire, respiratoire et musculaire, soumis en premier lieu aux effets de l'impesanteur. La fonction de ces systèmes est appréciée en repos et au cours des charges fonctionnelles (véloergonètre, pression négative appliquée à la partie inférieure du corps). Pour apprécier la fonction contractile du coeur et le débit circulatoire de diverses régions du corps, aussi bien que les mécanismes de régulation de l'hémodynamique cérébrale et le tonus des vaisseaux, on enregistre l'électrocardiogramme, le sismocardiogramme, le rhéogramme, le pouls de l'artère fémorale, le sphymogramme, le phlébogramme, le débit sanguin instantané et d'autres paramètres.

L'enregistrement de la fréquence respiratoire, du volume-minute des poumons et de leur capacité vitale permet d'apprécier la fonction du système respiratoire étroitement liée aux systèmes circulatoire et de régulation thermique. Les cosmonautes eux-mêmes aident les médecins à apprécier l'appareil musculaire par le contrôle de l'état des muscles, de l'intensité de leur contraction, de la résistance à la fatigue, en analysant les variations de la tolérance aux efforts physiques. Tous ces paramètres font l'objet d'études médicales étalées sur plusieurs jours.

Les recherches médicales effectuées aux divers jours du vol concernent le

contrôle du poids du corps, l'étude du métabolisme d'après les indices sanguins, l'appréciation des propriétés morphologiques et fonctionnelles des érythrocytes, l'étude des immunoglobines du sérum sanguin, les investigations biochimiques de l'urine. Aux jours prévus, des prélèvements de sang et d'urine sont effectués puis stockés et ramenés au sol par les équipages "visiteurs" pour une analyse de laboratoire détaillée.

Les données médicales sont envoyées au sol par voie téléométrique et par des chaînes de communication qui font partie du système général d'acquisition de l'information installé au centre de commande du vol.

Les ordinateurs digitaux permettent le traitement rapide des données reçues, les résultats étant représentés sur le tableau général et les moniteurs individuels installés dans le centre d'acquisition et de traitement de l'information médicale à l'Institut des questions medicobiologiques de Moscou.

Dans le centre, le "Groupe pour la consultation et le pronostic" étudie systématiquement toute l'information médicale reçue du bord et donne des recommandations concernant certains aspects du programme de recherche en vol : mesures de prévention, correction du fonctionnement des systèmes de survie aux étapes ultérieures du vol. Les savants les plus expérimentés de l'Institut en font partie. Si besoin est, on fait appel à des spécialistes d'autres instituts de recherches de l'U.R.S.S. Dans leur travail, les spécialistes utilisent méthodes d'appréciation par experts, méthodes mathématiques et physiologiques.

Il est à noter que les ordinateurs permettent, non seulement de traiter l'information médicale, mais aussi bien de l'analyser automatiquement pour obtenir des données supplémentaires qui fournissent des connaissances plus profondes sur la fonction des différents systèmes de l'organisme.

Les résultats du suivi médical permettent de faire une prévision sur la période de récupération après le retour au sol.

Au cours du vol de l'équipage franco-soviétique, les étapes suivantes de l'examen médical sont prévues : on enregistrera successivement l'électrocardiogramme, le sismocardiogramme, le pneumogramme des cosmonautes :

- quelques heures avant le départ,
- de 10 à 15 mn avant le départ,
- au cours de la mise en orbite,
- pendant la première orbite,
- pendant la dernière orbite avant l'arrimage,
- au cours de l'arrimage,
- après le retour dans le vaisseau SOYOUZ,
- pendant la descente.

Chaque jour au cours du vol, les cosmonautes répondront à une série de questions spécifiques concernant leur état général et leur aptitude au travail. Pendant les communications par radio et par télévision, les psychologues apprécieront le tonus psychique et l'humeur des cosmonautes. A chaque orbite, on contrôlera les paramètres de l'environnement à l'intérieur de la station. Quelques jours avant le vol et pendant les premiers jours du retour, on effectuera les études de l'analyseur visuel, des appareils moteur et vestibulaire, de la fonction des systèmes principaux de l'organisme en repos et lors de diverses épreuves fonctionnelles. On prélèvera aussi des échantillons de sang et d'urine pour les investigations biochimiques détaillées.



Conseil INTERCOSMOS
Académie des Sciences de l'U.R.S.S.
Leninsky Prospect, 14
MOSCOU V-71 (U.R.S.S.)
Tél. : 19 (7.095) 234.38.28



CNES
Centre National d'Études Spatiales
129, rue de l'Université
75007 PARIS (France)

CNES
« Presse-Relations Publiques »
Tél. : 555.91.21 (postes 451 et 455)