Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 69 (1978)

Heft: 6

Artikel: Le système de transport spatial et son Spacelab

Autor: Muller, E.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-914855

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 11.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Le système de transport spatial et son Spacelab

Par E. Muller

629.78;

L'article décrit le Système de transport spatial (S.T.S.) et les différentes missions qui lui sont assignées. En particulier, les possibilités du laboratoire spatial (Spacelab) sont présentées ainsi que quelques résultats qu'on en attend.

Der Aufsatz beschreibt das Space Shuttle und die verschiedenen ihm zugedachten Aufgaben. Insbesondere werden die Möglichkeiten des Raumlaboratoriums (Spacelab) dargestellt sowie einige von diesem erhoffte Resultate.

1. Préambule

En 25 ans, les techniques aérospatiales ont permis la conquête de la lune par l'homme et l'étude de nos principales planètes par les sondes automatiques. Le soleil lui-même n'échappe pas aux recherches de nos satellites scientifiques d'exploration. Durant cette période relativement courte, l'astronautique a réussi à force d'efforts, de volonté et de ténacité, la gageure de comprendre les problèmes de l'espace et, au-delà de cette compréhension, de réunir tous les éléments techniques et scientifiques pour l'exploitation de ce que l'on pourra demain appeler: un nouveau continent.

L'Europe n'est pas restée insensible à la fascination de l'espace. En dix ans elle a réalisé sous les auspices de l'Agence Spatiale Européenne (E.S.A.) un nombre important de premières mondiales dans ce domaine. Mais et surtout, elle a su mettre au point des coopérations multinationales lui permettant aujourd'hui de se mesurer, en ce qui concerne les satellites de services, à tous les «grands» de l'espace, et demain de conquérir son autonomie spatiale, grâce à la réalisation d'un lanceur de grande classe: ARIANE. La Suisse a collaboré à ce programme en réalisant le coiffe de protection du satellite, les systèmes de contrôle de lancement et les séquences de séparation. Toutes ces réalisations ainsi que le premier étage ont déjà réussi leurs essais de qualification.

Compte tenu de cette compétence, les U.S.A., respectivement la NASA, et l'Europe par le truchement de l'E.S.A., ont convenu dès 1973 de réaliser un programme spatial dit post-Apollo. Ce programme a pour objectif la réalisation d'un système de transport spatial récupérable, capable de mettre sur orbite un laboratoire scientifique habité et de le ramener au sol après une période d'expérimentation plus ou moins longue. De toute évidence ce projet est destiné à étudier les conditions humaines et techniques en vue de la création de futures usines spatiales et de satellites habités.

2. Le système de transport spatial (STS)

Le S.T.S. appelé aussi *Space Shuttle* ou navette spatiale ou encore *Orbiter* (fig. 1) est un avion qui, au départ, est lancé comme une fusée (fig. 2) et au retour se comporte comme un planeur. Au décollage l'Orbiter comprend 2 fusées à carburant solide (A et B) dites *Booster* et un réservoir de carburants liquides, oxygène et hydrogène (C). Les caractéristiques principales de l'Orbiter sont les suivantes:

Poids au décollage	env. 1900 t
Poids à vide	env. 68 t
Poids du carburant à bord	env. 10 t
Charge utile pour un emport sur orbite de 280 km d'altitude	env. 30 t
Poids du réservoir principal de carburant	740 t
dont hydrogène liquide	105 t
oxygène liquide	600 t
Poids d'une fusée à carburant solide	582 t
Altitude des orbites d'opération	185 à 1110 km
Vitesse d'injection en orbite	env. 7850 m/s
Durée de vol en orbite	jusqu'à 30 jours
Altitude de réentrée dans l'atmosphère	env. 122 km
Vitesse de réinsertion	env. 7430 m/s
Longueur totale avec réservoir	56 m
Longueur Orbiter seul	37 m
Envergure	24 m
Volume transportable	290 m^3

3. Mise en œuvre du STS

Le système de transport spatial est prévu pour assurer différentes missions:

3.1 Transport de charges utiles

Le S.T.S. pourra être chargé avec des laboratoires télécommandés qui sont largués en vol libre dans l'espace. Ces laboratoires sont équipés de sources autonomes d'énergie, et les expériences sont télécommandées et télécontrôlées du sol.

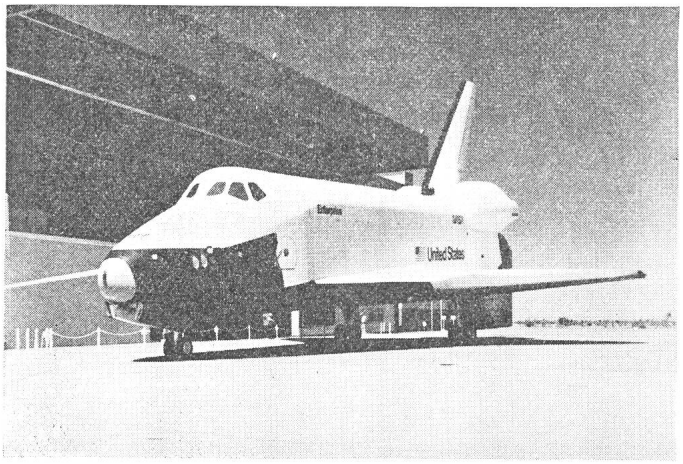

Fig. 1 La navette spatiale ou Space-Shuttle (S.T.S.)

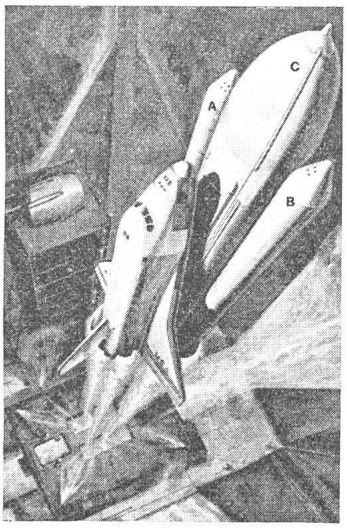

Fig. 2
Lancement du S.T.S.

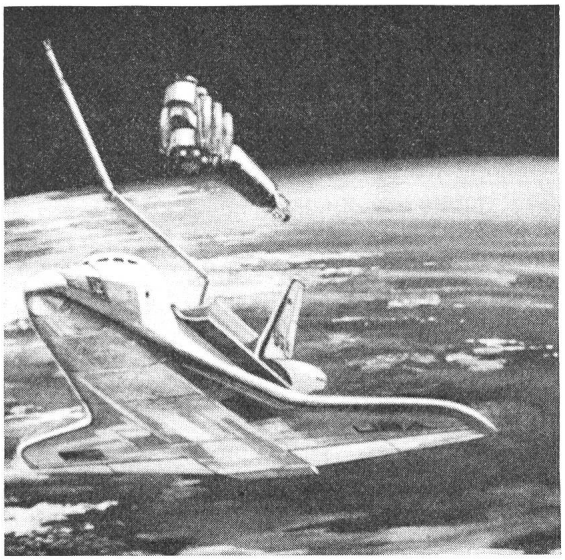

Fig. 3 Mise en orbite d'un satellite

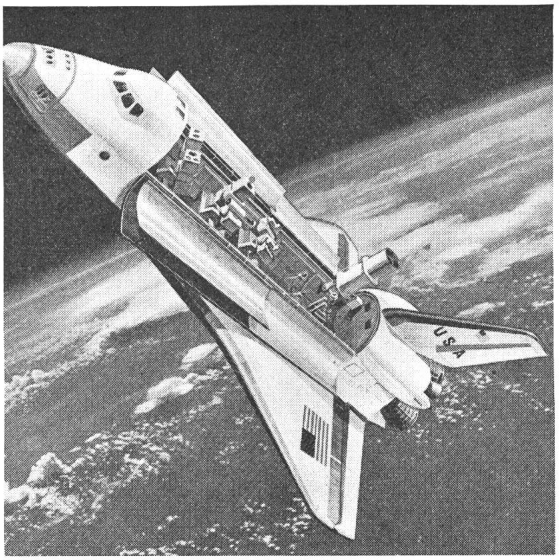

Fig. 4 Le S.T.S. équipé de charges scientifiques

3.2 Larguage de satellites de service

Le S.T.S. pourra également mettre sur orbite à défilement des satellites de service, en particulier dans les domaines étude des ressources terrestres (du type LANDSAT) (fig. 3) et satellite d'observation (du type SAMOS).

3.3 Lancement de satellites

Il s'agit de transports de satellites équipés d'un étage de fusée permettant de lancer des satellites sur orbite haute, voire géostationnaire, à partir de l'Orbiter. Dans cette configuration, l'Orbiter sera en mesure d'emporter et de lancer jusqu'à 5 satellites. Le coût de lancement sera donc vraisemblablement plus avantageux qu'avec les moyens de lancement conventionnels.

3.4 Missions scientifiques pré-programmées

Dans ce type de mission, l'Orbiter emporte des charges scientifiques installées dans ses soutes et dont les programmes d'essais ont été préparés par avance. Ces programmes sont gérés par l'équipage qui assure les opérations d'enregistrement photographique et magnétique, ces documents étant exploités au sol par les équipes de scientifiques spécialisés (figures 4 et 5).

3.5 Transport de composants de stations spatiales

L'un des objectifs principaux du S.T.S., tout au moins vu par les américains, est le transport de laboratoires larguables qui s'organiseront autour d'une poutre support assurant au moyen de grands panneaux solaires l'alimentation en énergie de l'ensemble. Il s'agit d'un des buts principaux de la préfiguration des usines spatiales.

3.6 Transport d'un laboratoire autonome

C'est la mission de base du programme post-Apollo, mission qui fait intervenir la coopération européenne par la fourniture par l'E.S.A. du *Spacelab* à la NASA (fig. 6).

4. Le Spacelab

Le Spacelab est un laboratoire autonome modulaire constitué par 1 à 5 modules – laboratoires – pouvant être équipés d'instruments scientifiques et de mesures, à la demande des expérimentateurs. Ces modules ont un diamètre de 4,6 m et une longueur de 3 m (fig. 7). Ils possèdent des installations de service qui assurent aux scientifiques qui les exploitent un environnement semblable à l'environnement terrestre en ce qui concerne la composition de l'air, la pression atmosphérique, l'humidité relative et la température. Les modules sont équipés «en sous-sol» des ensembles qui assurent le contrôle des éléments vitaux du système. L'énergie à disposition est de l'ordre de 4 kW, auxquels s'ajoutent les sources d'énergie en provenance de l'Orbiter, qui peuvent atteindre environ 15 kW. Par ailleurs, l'Orbiter met également à la disposition des scienti-

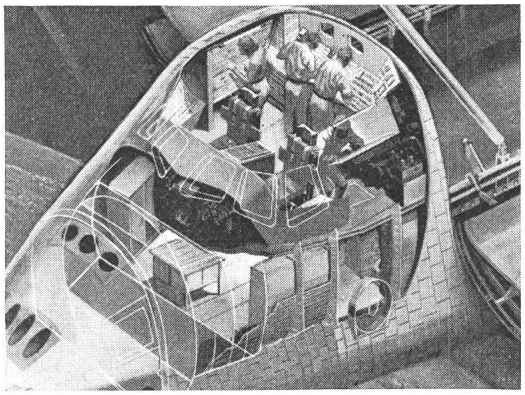

Fig. 5 Le centre de calcul du S.T.S. avec la cabine de pilotage

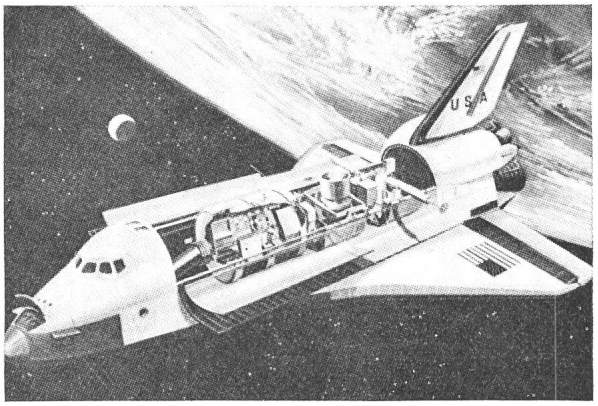

Fig. 6 Le S.T.S. équipé du SPACELAB constitué par 2 modules laboratoires et 2 palettes porte-expériences

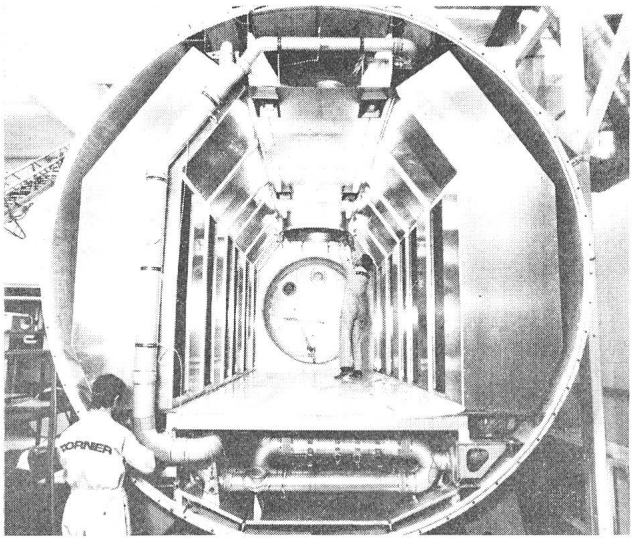

Fig. 7 Vue intérieure d'un module laboratoire; à gauche et à droite l'instrumentation, sous le plancher l'équipement de survie

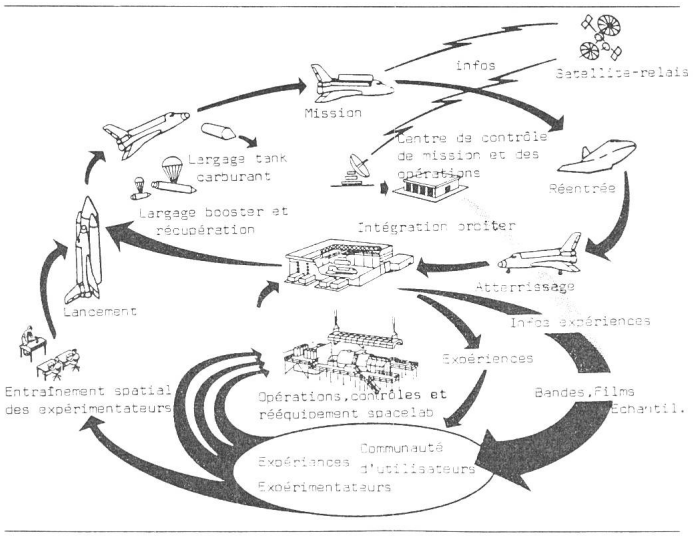

Fig. 9 Schéma et déroulement d'une mission

fiques des moyens de calcul et d'enregistrement supplémentaires (fig. 5).

L'équipage scientifique peut compter au maximum 4 personnes. Sa viabilité, service hôtelier, etc. est assuré dans le cockpit de l'Orbiter. Un tunnel permet le passage du cockpit dans les laboratoires.

Le Spacelab peut également être équipé de 1 à 5 palettes porte-expériences pour les expériences devant être faites dans le vide spatial (figures 6 et 8). Des câblages réunissent les expériences montées sur palettes aux modules laboratoires.

Ainsi la structure d'un Spacelab peut aller

– d'un système entièrement constitué de palettes porte-instruments avec enregistrement des paramètres à bord ou transmission des informations au sol,

– à un système mixte palettes porte-instruments et laboratoire d'exploitation,

– à un système constitué uniquement par un laboratoire d'exploitation et d'expérimentation en atmosphère terrestre mais en apesanteur.

4.1 Avantages du Spacelab

Les avantages principaux du Spacelab sont

– sa grande souplesse d'équipement et de structure,

– la possibilité d'assurer dans un premier temps, concept 1978, des missions allant de 7 à 30 jours et dans une conception plus évoluée qui verra le jour vers les années 1985, des missions pouvant aller jusqu'à 90 jours,

– sa possibilité de réutilisation des équipements dont la fiabilité permet jusqu'à 50 vols spatiaux par système,

– sa rapidité de contrôle et de rééquipement.

En effet, entre l'arrivée d'un Orbiter et son nouveau départ s'écoule un temps maximum de 160 h, alors que pour les vols du type SKYLAB le temps entre deux lancements s'établit entre 3000 et 4500 h, selon les circonstances.

4.2 Déroulement d'une mission et rééquipement

Le déroulement d'une mission est représenté à la fig. 9. Environ 4 min après le lancement, les deux fusées d'appoint à carburant solide sont larguées et récupérées en mer par des barges spécialisées. A ce moment, le S.T.S. a atteint une altitude d'environ 50 km. Peu avant l'altitude d'injection en orbite, c'est-à-dire environ 6 min après le lancement, le tank à carburant liquide est largué à son tour et tombe en mer, sans être récupéré.

La réentrée dans l'atmosphère se fait en fin de mission (7 à 30 jours) à l'altitude de 120 km environ à une vitesse de l'ordre de 7400 m/s et un angle de cabrage de l'ordre d'un degré. L'approche de la piste d'atterrissage se fait en mode planeur et nécessite une piste de 4 km environ.

A l'arrivée, l'Orbiter et son chargement sont pris en charge par les services de rééquipement. Ces opérations se réalisent en 160 h environ, selon le schéma de la fig. 10.

4.3 Moyens de contrôles et d'exploitation au sol

Les moyens de contrôles avant le lancement comportent des simulateurs permettant de vérifier les interfaces Spacelab – Orbiter et Spacelab – expérience. Par ailleurs, toutes les fonctions sont contrôlées statiquement ou/et dynamiquement, les résultats enregistrés sur bandes magnétiques. Des capteurs de limites déclenchent les interdictions en cas de nécessité.

Le même système assure la chronologie de lancement et libère le départ dans la mesure où toutes les opérations de contrôle auront été quittancées correctement.

Après l'envol, cet ensemble permet de suivre le vol et d'en enregistrer tous les paramètres, puis lorsque le S.T.S. est en orbite, d'assurer les télécommandes éventuelles, enfin d'en-

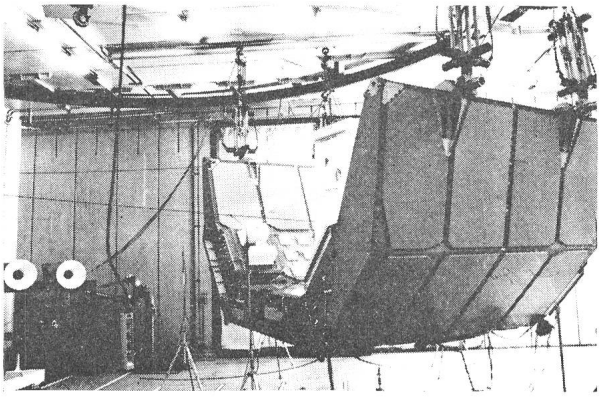

Fig. 8 Palette porte-expérience

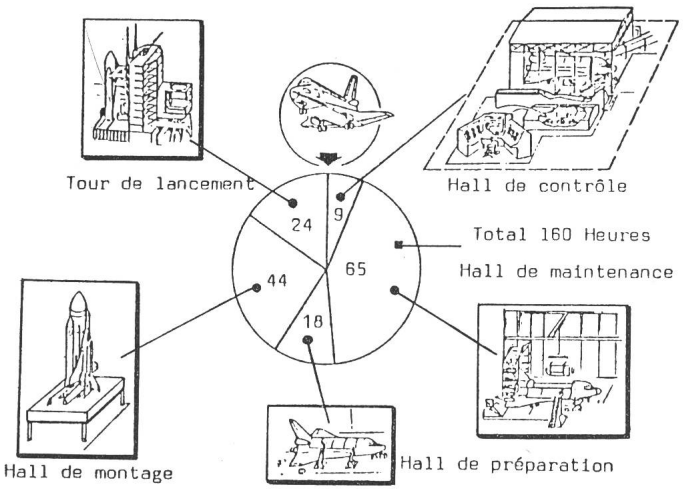

Fig. 10 Schéma des travaux de rééquipement pour une nouvelle mission

registrer l'ensemble des paramètres scientifiques élaborés par le laboratoire spatial. Cet ensemble réalisé en coopération entre la Suisse et la Belgique est présenté à la fig. 11. Un système spécialisé permet de vérifier l'organigramme d'exploitation prévu et d'assurer la gérance des opérations de traitement des informations.

5. But

Il est évident que le but primordial du S.T.S. et de son Spacelab est de créer les conditions nécessaires

– à déterminer et vérifier les avantages et les contraintes que peut apporter l'environnement spatial, dans le domaine de la recherche fondamentale, de la recherche appliquée, enfin et surtout dans la mise au point de procédures de fabrication nouvelles;

– à réaliser des études en vraie grandeur dans ces domaines;

– à étudier la création de prototypes d'ateliers spatiaux, par la juxtaposition de cellules de travail.

L'intention à plus longue échéance est de déboucher sur des concepts d'usines spatiales plus évoluées qui verront le jour au seuil du 21e siècle.

5.1 Expériences prévues

Le premier vol opérationnel du Spacelab est prévu le 18 décembre 1980. Les deux premiers vols sont déjà entièrement programmés et contiendront un nombre assez important (64) d'expériences proposées par la Suisse. Le Spacelab peut, en effet, emporter des charges scientifiques variant de 5,2 à 9,5 t selon les missions prévues.

Le programme théorique prévoyait environ 350 vols; toutefois il est probable qu'il faudra envisager une réduction sérieuse des ambitions en raison de la raréfaction des crédits à disposition. La fig. 12 présente schématiquement la répartition des expériences programmées.

5.2 Expériences de mise en orbite

Actuellement, un projet coopératif Europe/USA est en voie d'exécution. Il s'agit de la réalisation d'un grand télescope-satellite à miroir de deux mètres de diamètre. Ce satellite permettra de reculer les limites d'observation des astronomes de un à deux ordres de grandeur, c'est-à-dire d'acquérir des sources de renseignement totalement nouvelles sur la structure de notre univers.

La mise en orbite par le S.T.S. est prévue en 1983 ou 1984. La durée de vie de ce type de satellite sera très importante, de l'ordre de plusieurs années, de plus, grâce au S.T.S. il pourra être récupéré et reconditionné sur terre si nécessaire.

5.3 Quelques expériences types

5.3.1 Métallurgie

Dans ce domaine, la réalisation d'alliages en apesanteur présente des avantages considérables. En effet, on arrive à fondre les métaux sans creuset, d'où une extrême pureté. En état de non-gravité, on peut allier les métaux les plus divers, p.ex. le plomb et le titane. Enfin et surtout, la sédimentation étant pratiquement supprimée, les alliages ainsi créés présenteront une homogénéité exceptionnelle.

On suppose ainsi qu'il sera possible de réaliser dans l'espace des supraconducteurs facilement déformables, ce qui représenterait un avantage considérable pour l'industrie et pour l'économie énergétique.

Par ailleurs, il est probable que les recherches et les études sur la mise au point des métaux organiques du type TTF – TCNQ (Tétrathiofulvalène – tétracyanoquinodiméthane) pourraient trouver dans l'espace un développement considérablement plus rapide.

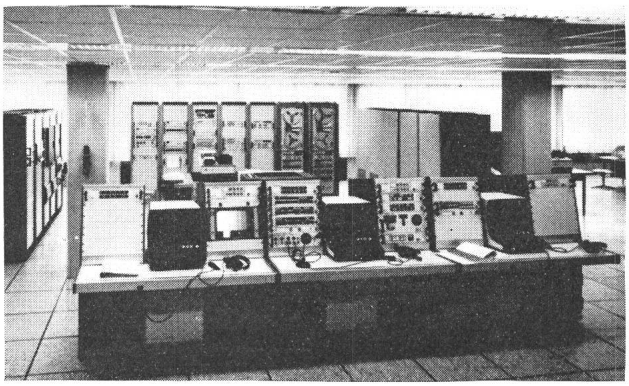

Fig. 11 Centre de contrôle de lancement et d'enregistrement de la mission

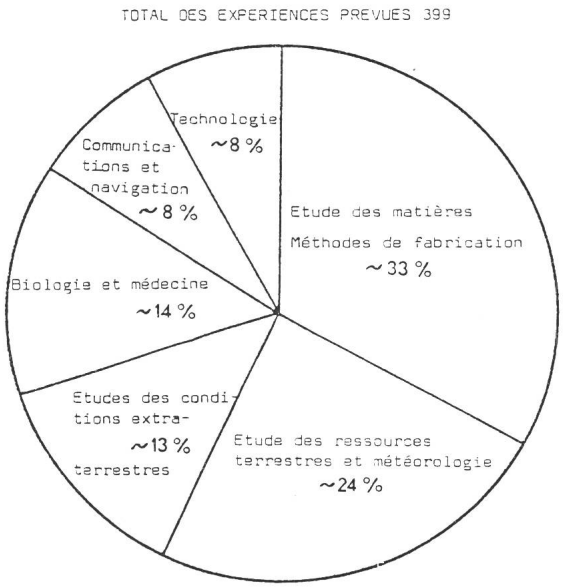

Fig. 12 Répartition des expériences prévues

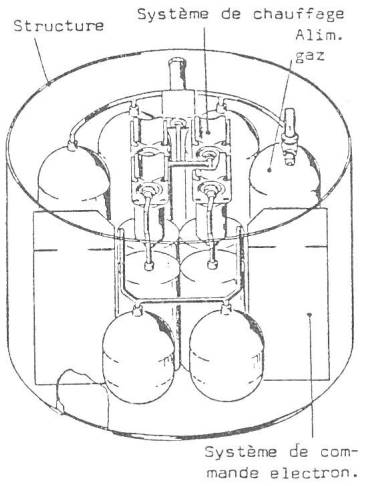

Fig. 13 Four isothermique pour l'étude des alliages

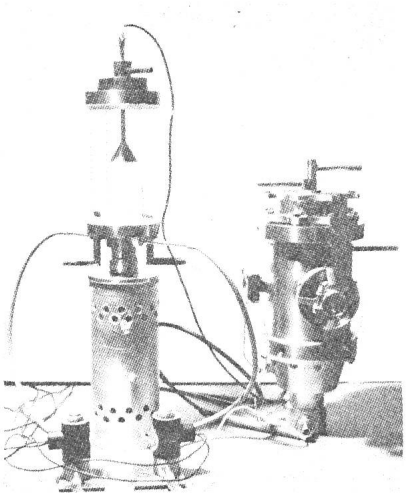

Fig. 14 Four isothermique avec mélangeur acoustique

La fig. 13 présente un projet de four isothermique à quatre chambres de chauffage. Ce système sera utilisé pour la création d'alliages d'oxyde de barium et d'argent en vue d'un supraconducteur facilement déformable. Une chambre isothermique dont les caractéristiques sont: température max. 1400 °C, montée en température 200 °C/min, refroidissement 600 °C/min est destinée à la création d'alliages nouveaux en apesanteur.

La fig. 14 montre un système de mélange à effet acoustique avec four isothermique pour l'étude de fontes sans creuset. Ses caractéristiques sont une température max. de 800 °C, une montée en température et un refroidissement de 1 °C/s.

5.3.2 Verres et cristaux

Un des avantages primordiaux de l'espace est la réalisation de verres optiques sans aberration, grâce à l'homogénéité parfaite de la fonte non soumise à la convection et grâce à l'extrême pureté des opérations.

Dans les domaines de la réalisation de cristaux synthétiques, ces avantages augmenteront la qualité des produits; de même la réalisation de substrats pour l'électronique permettra de diminuer encore notablement les consommations.

5.3.3 Médecine et biologie

La cardiologie et la neurobiologie sont en mesure de faire des progrès considérables dans l'étude des phénomènes humains en état d'apesanteur. La fig. 15 présente un ensemble d'électrophorèse permettant l'étude de la séparation de matière biologique selon les fonctions.

L'étude et la création de nouveaux vaccins trouvera certainement un développement considérable.

La fig. 16 montre une expérience prévue pour l'étude de la physiologie des organes vestibulaires et le comportement humain au plan de l'orientation en état d'apesanteur.

5.3.4 Communication et navigation

Pour assurer le flot toujours croissant des communications et informations terrestre, le développement de systèmes toujours plus rapides et performants est indispensable. Spacelab permettra l'étude et la mise en œuvre des télécommunications par *laser* ainsi que la mise au point des composants opto-électroniques que cette nouvelle technologie exige.

5.3.5 Ressources terrestres

L'étude des ressources terrestres par des scientifiques exploitant directement à bord de Spacelab les renseignements recueillis, pourra augmenter considérablement la gestion efficace de ces ressources.

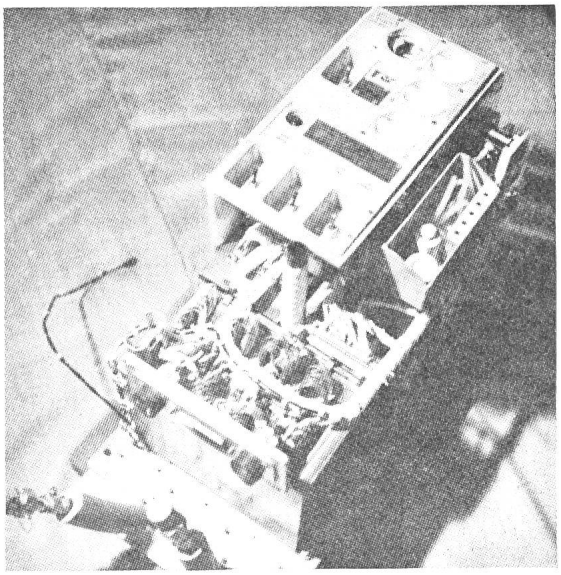

Fig. 15 Système d'électrophorèse pour études biologiques

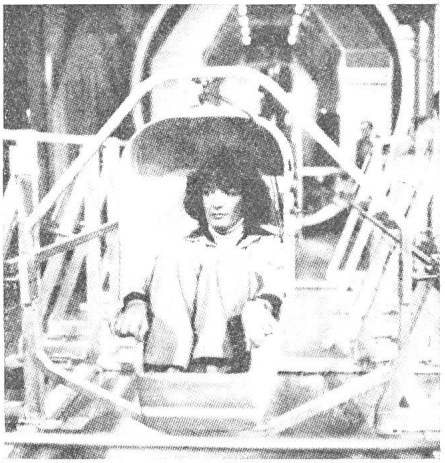

Fig. 16
Système pour l'étude du comportement des organes vestibulaires

5.3.6 Exploration du Cosmos et astronomie

Le grand télescope décrit sous 5.2 promet des progrès énormes dans l'exploration du Cosmos. Plus modestement, la mise en œuvre de télescopes spécialisés sur les palettes permettra déjà des progrès notables dans l'étude astronomique; particulièrement dans l'étude comparative de l'influence de l'environnement solaire (explosion, orage, etc.) sur les couches atmosphériques terrestres ainsi que sur le comportement des champs magnétiques et électriques de la terre, enfin sur les flux particulaires.

5.3.7 Expériences industrielles privées

Le groupe d'exploitation du S.T.S./SPACELAB envisage de mettre à la disposition des industriels des modules autonomes pour charges scientifiques et expériences industrielles privées. Ces modules, équipés par les utilisateurs, leur seront rendus après un vol spatial; il leur appartiendra d'exploiter les résultats acquis. Ces charges autonomes seront relativement avantageuses et permettront ainsi l'accès aux études spécialisées à toutes les entreprises.

6. Conclusion

Le système S.T.S. et le Spacelab sont les promoteurs de la création d'un nouveau «continent» et de l'industrialisation de l'espace. Souhaitons que les hommes et les gouvernements accepteront les sacrifices nécessaires pour assurer le succès de cette «aventure» non seulement passionnante, mais qui portera des fruits utiles à l'humanité entière.

Adresse de l'auteur

E. Muller, administrateur délégué, Compagnie Industrielle Radioélectrique CIR, 3001 Berne.