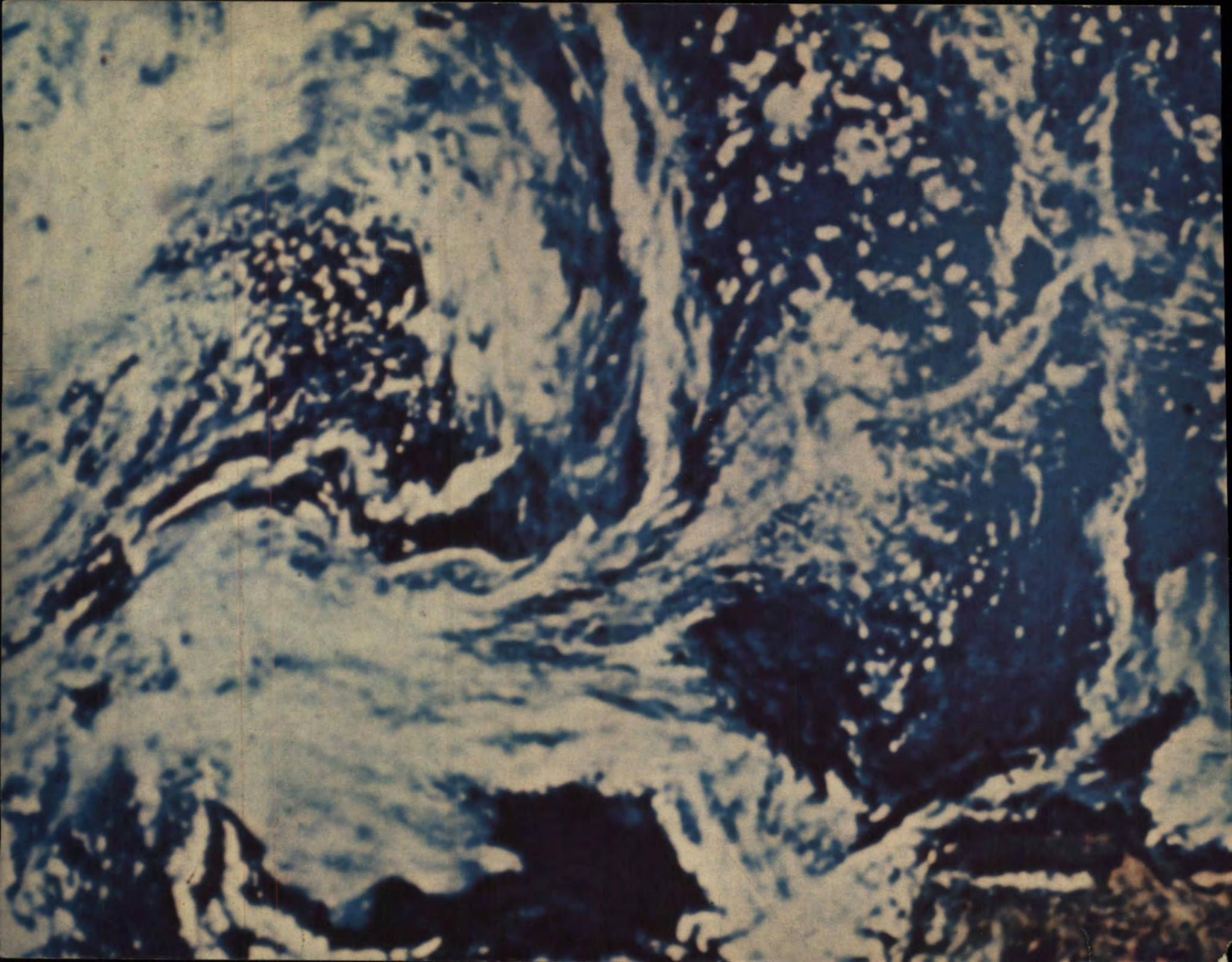
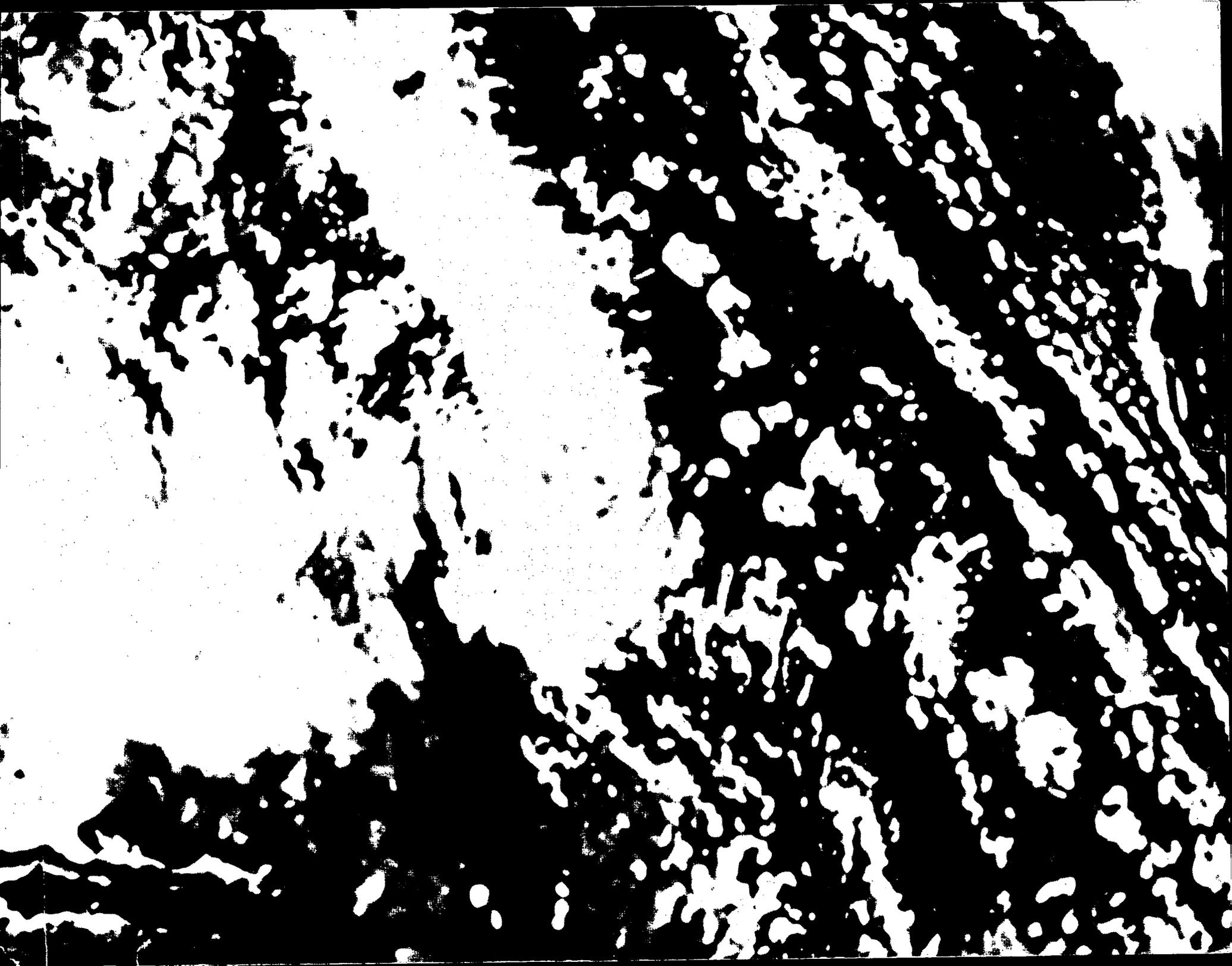


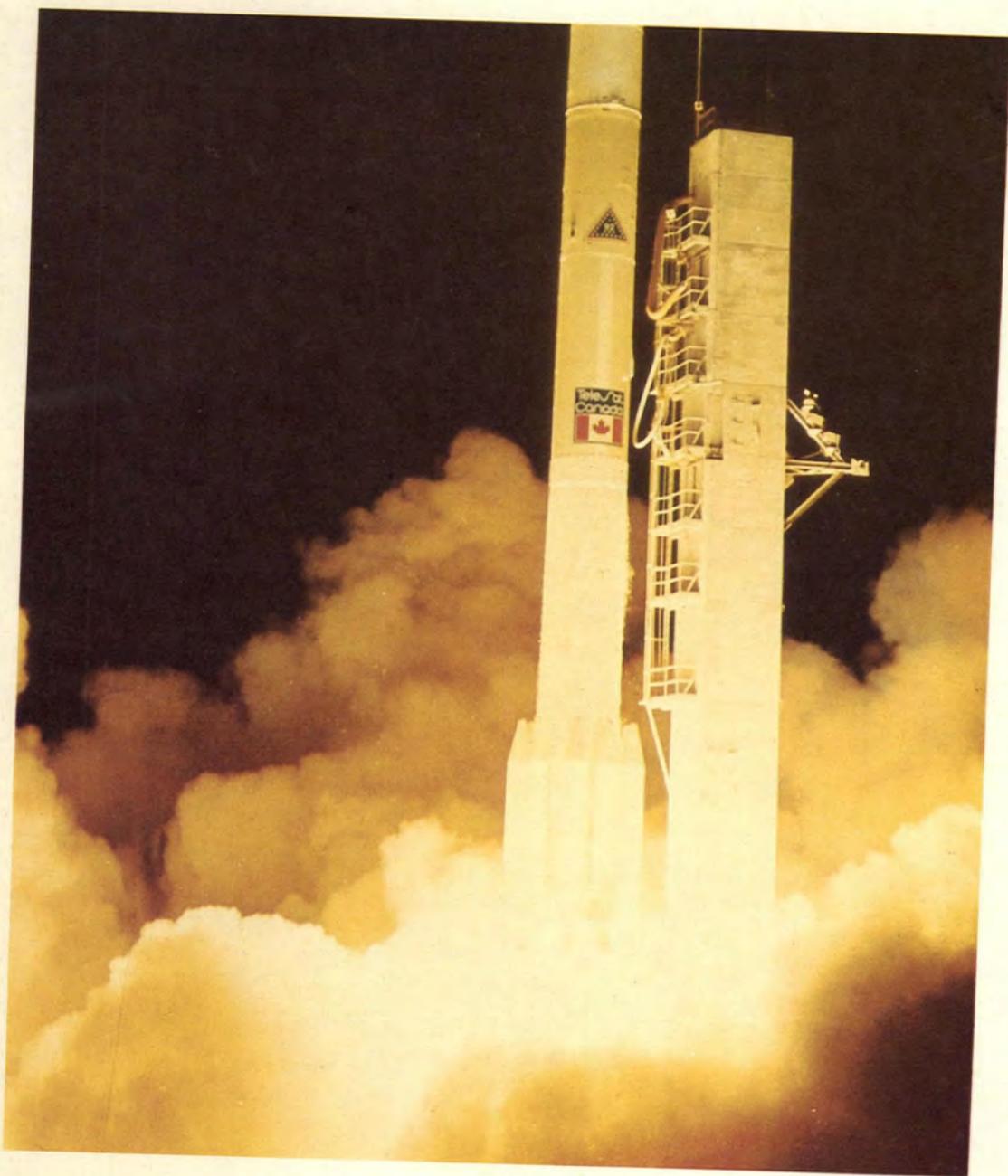
Le Canada et l'espace



IC







Le Canada et l'espace

Industry Canada
Library - Queen

MAY - 3 2013
MAY

Industrie Canada
Bibliothèque - Queen

LIBRARY
COMMUNICATIONS RESEARCH CENTRE
PO BOX 11490 STATION H
OTTAWA CANADA. K2H 8S2



Gouvernement
du Canada

Government
of Canada

TK
789.8
C2
C35A
1978

DD 4311000
DL 4311019

Avant-propos

Les progrès remarquables réalisés dans le domaine de la technologie spatiale au cours des vingt dernières années ont permis de transformer les rêves des visionnaires en des réalités quotidiennes. Le monde entier a eu tendance à laisser polariser son attention par les réalisations spatiales sensationnelles, mais les progrès de la technologie spatiale ont, à maintes reprises, démontré les avantages et les immenses possibilités d'utilisation de l'espace dans la vie de tous les jours.

Ces possibilités n'ont pas tardé à être reconnues. Le Canada est le troisième pays du monde à avoir lancé un satellite sur orbite terrestre et, aujourd'hui, le satellite de télécommunication le plus puissant du monde lui appartient. Grâce à ses programmes conçus en fonction de besoins particuliers, le Canada s'est taillé une réputation enviable dans de nombreux secteurs de la technologie et des applications spatiales.

Nos programmes spatiaux sont pratiques: c'est là leur caractéristique primordiale. Nous avons concentré nos efforts sur les programmes les plus prometteurs du point de vue des avantages offerts au pays et aux citoyens. En conséquence, nous faisons figure de proue dans les domaines de la mise en oeuvre et de l'utilisation des systèmes nationaux de télécommunication par satellite, des stations terriennes de réception des signaux provenant de satellites d'exploration des ressources de la Terre, et de la télé-informatique.

L'élaboration des programmes spatiaux est une activité habituellement entreprise et appuyée par l'État. Au Canada, une politique concertée a concentré dans le secteur privé la conception et la fabrication du matériel spatial. Avec le temps, l'industrie canadienne s'est dotée d'experts en conception, a mis sur pied des installations de fabrication et s'est gagnée une réputation internationale dans un grand nombre de domaines de la technologie des satellites et des systèmes spatiaux.

Conscient du fait que bon nombre de programmes spatiaux nécessitent une coopération bilatérale ou multilatérale, le Canada participe activement à de nombreux travaux d'envergure internationale. En outre, les répercussions internationales des développements de la technologie spatiale ont toujours attiré l'attention de la population de l'univers, et il continuera d'en être ainsi. Grâce à sa participation aux organismes internationaux appropriés, le Canada contribue à promouvoir l'utilisation pacifique de la technologie spatiale.

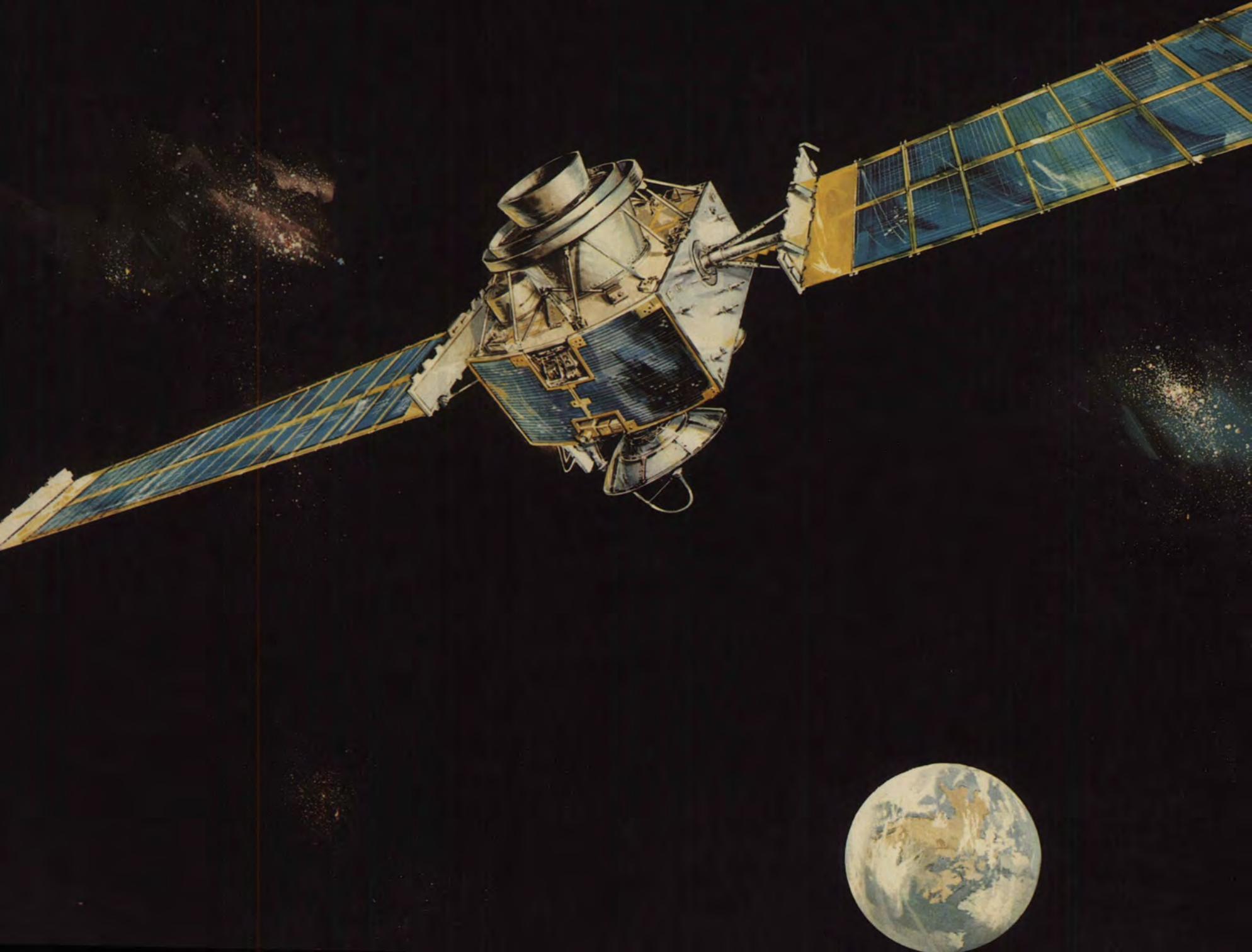


Table des matières

Avant-propos	3
Table des matières	5
Introduction	8
Bref historique	10
La politique spatiale du Canada et les relations internationales	22
Dépenses gouvernementales au chapitre de l'espace	25
Organisation gouvernementale	29
Comité interministériel sur l'espace	30
Ministères et organismes responsables	34
Le Conseil national de recherches du Canada (CNRC)	34
Le ministère des Communications (MDC)	36
Le ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources (MEMR)	38
Le ministère des Pêches et de l'Environnement (MPE)	38
Le ministère des Transports (MDT)	39
Le ministère de la Défense nationale (MDN)	40
Le ministère de l'Industrie et du Commerce (I&C)	41
Le ministère des Affaires extérieures (AE)	41
Le ministère d'État aux Sciences et à la Technologie (MEST)	41

Installations du gouvernement dans le domaine spatial	43
Le Centre de recherches sur les Communications (CRC)	44
Le Laboratoire David Florida (LDF)	45
Le Centre canadien de télédétection (CCT)	50
Les Installations spatiales du Conseil national de recherches du Canada	54
La Soufflerie pour l'aérodynamique des hautes vitesses	58
Activités spatiales du gouvernement	61
Programmes de télécommunication par satellite	62
Hermès – Le Satellite technologique de télécommunication Canada/U.S.A.	62
Anik-B – Un satellite à double bande de fréquence	67
Participation au programme du satellite Symphonie	67
Participation canadienne à INTELSAT	68
MUSAT – Un satellite polyvalent de télécommunication UHF	69
Programme de télédétection	70
Système de télémanipulation (STM)	72
Le Système télémanipulateur de la Navette spatiale	74
Installation de simulation STM (SIMFAC)	74
Programmes de navigation maritime et aérienne par satellite	77
Le programme AÉROSAT	78
MARISAT	81
INMARSAT	81
Les programmes scientifiques	82
Les recherches sur l'ionosphère – les satellites ISIS	82
Le programme de fusées et de ballons-sondes	86
L'astrophysique	86
Les études sur les échantillons lunaires	86
Applications au domaine de l'environnement	87
Service de l'environnement atmosphérique	87
Service de la gestion de l'environnement	87
Autres applications	89

Autres activités liées à l'espace	90
SARSAT – Un satellite de repérage et de sauvetage	90
Industries	93
L'Association canadienne des Industries de l'aérospatiale	94
Télesat Canada	95
Spar Aerospace Products Ltd.	100
Bristol Aerospace Limited	106
SED Systems Ltd.	109
Andrew Antenna Company Ltd.	114
Canadian Astronautics Limited	117
Com Dev Ltd.	120
Computing Devices Company	123
Digital Devices Ltd.	125
Digital Methods Ltd.	128
HiTech Canada Ltd.	129
MacDonald, Dettwiler and Associates Ltd.	131
Miller Communications Systems Ltd.	134
TIW Systems Limited	136
Les universités canadiennes et la recherche spatiale	139
Informations générales	140
L'Université de l'Alberta	141
L'Université de Calgary	141
L'Université Laurentienne	145
L'Université McMaster	145
L'Université de la Saskatchewan	145
L'Université Simon Fraser	146
L'Université de Toronto	147
L'Université de Victoria	147
L'Université Western Ontario	148
L'Université York	149
Appendice	151

Introduction

Le Canada et l'espace

Le présent document constitue une introduction aux politiques, aux objectifs et aux programmes canadiens actuels qui ont trait à l'espace. On y trouvera une description sommaire des rôles et objectifs des différents ministères et organismes du gouvernement directement liés à l'espace; une analyse, à grands traits, des principaux programmes spatiaux auxquels le Canada participe actuellement; et un aperçu des capacités industrielles canadiennes dans le domaine de l'espace. Ce dernier thème ne couvre pas chacune des entreprises ayant une capacité dans ce domaine. Le présent échantillonnage sera toutefois élargi dans les prochaines éditions. Le dernier chapitre trace les grandes lignes des recherches spatiales réalisées par quelques universités canadiennes.

Il y a vingt ans à peine, l'ère spatiale s'ouvrait avec le lancement du premier satellite artificiel. Le Canada saisit très tôt les possibilités de cette ère nouvelle et devint la troisième nation à développer et à placer un satellite sur orbite. Ce fut le début d'un ambitieux programme de recherche, de développement et d'utilisation de la technologie aérospatiale.

Depuis, les scientifiques et les ingénieurs du Canada se sont taillés une réputation mondiale enviable à cause de la grande fiabilité et de la performance des huit satellites canadiens de recherche et de télécommunication. En outre, le Canada participe à de nombreux programmes internationaux de l'espace.

La conquête de l'espace a permis au Canada de pousser plus avant les recherches sur l'ionosphère. À partir de 1962, avec le lancement d'Alouette I, quatre satellites scientifiques ont été utilisés à cette fin et ont grandement contribué à l'essor des connaissances en ce domaine.

Cependant, l'application la plus remarquable de la technologie spatiale au Canada porte sur les télécommunications.

Le Canada couvre une plus grande ère géographique qu'aucun autre pays, si l'on excepte l'URSS. Cette vaste étendue territoriale explique l'attention accrue que l'on porte à l'étude et à la résolution des problèmes de transport et de télécommunication qui résultent de notre volonté de rendre ces services accessibles au plus grand nombre possible de Canadiens. La mise en oeuvre des services de télécommunication est compliquée par l'existence de deux langues officielles: environ un million de francophones sont répartis sur l'ensemble du Canada à l'extérieur de la province de Québec, tandis que près d'un million d'anglophones vivent au Québec.

Le développement extrêmement rapide de la technologie spatiale a pris une importance énorme au Canada car il a permis de résoudre certains problèmes de communication qui, autrement, auraient été difficiles à solutionner. Dès 1968, un Livre Blanc* publié par le gouvernement fédéral a décrit les répercussions du système de télécommunication par satellite sur la radiodiffusion au Canada:

"Un système national de retransmission par satellite, même avec un nombre réduit de canaux, devrait permettre à tous les Canadiens sur tout le territoire de recevoir les émissions de télévision tant en français qu'en anglais. Il permettra d'y parvenir plus tôt et à moindre frais que tout autre système connu de communication. Notons, en particulier, qu'il permettra l'extension facile du réseau de distribution de la télévision dans de nombreuses régions non desservies à l'origine en raison du coût prohibitif d'un réseau terrestre de distribution par micro-ondes."

Le Canada dispose aujourd'hui d'un système national de télécommunication en voie de réaliser cette prophétie et qui

permet d'apporter des services variés de télécommunication à travers tout le pays: il n'est pas limité à la radiodiffusion mais apporte sa contribution à tous les moyens d'acquisition et d'échange d'information sur de grandes distances. Les Canadiens profitent non seulement d'un système national de télécommunication par satellite, mais ils peuvent s'attendre à retirer éventuellement les bienfaits de l'élaboration de technologies nouvelles par le truchement de programmes tels que celui du satellite Hermès, puissant engin spatial construit au Canada, qui est reconnu comme étant le précurseur des satellites de radiodiffusion directe.

L'avenir est riche de promesses. La technique de l'accès multiple permettra de mettre à la disposition des communautés les plus isolées les moyens de communications bidirectionnelles de poste à poste. À leur tour, la radiodiffusion directe par satellite, les prévisions météorologiques à l'aide des satellites, la télédétection, les applications à la radionavigation aéronautique et maritime joueront sans aucun doute un rôle très important dans les développements futurs. Pour ces raisons, le Canada est en passe de devenir un utilisateur encore plus important des systèmes spatiaux.

*"Un Système national de télécommunications par satellite au Canada," Gouvernement du Canada, 28 mars 1968.

Bref historique

Lorsque, le 29 septembre 1962, la Nasa réussit le lancement du satellite scientifique canadien Alouette I, le Canada devint la troisième nation à placer un satellite artificiel sur orbite terrestre. Huit satellites canadiens sont maintenant sur orbite, tous opérationnels à l'exception des deux premiers.

Tous les satellites canadiens, sauf le premier (Alouette I), ont été réalisés et construits par le secteur industriel; ceci pour se conformer à la politique du gouvernement qui, de propos délibéré, confie au secteur privé la technologie aérospatiale mise au point par le gouvernement. Une telle politique a entraîné la création et l'entretien d'un secteur coopératif entre le gouvernement et l'industrie en ce qui a trait à la conception, la fabrication et la construction de systèmes aérospatiaux.

Depuis un peu moins d'une vingtaine d'années, l'exploration de l'espace au moyen des satellites fut si fertile que l'on a tendance à oublier les exploits qui l'ont précédée. Le Canada, au début des années 20, utilisait des ballons pour connaître les températures et les pressions de la haute atmosphère afin d'améliorer ses prévisions météorologiques. Pendant les vingt années qui suivirent, les premiers météorographes furent remplacés progressivement par des radiosondes et l'utilisation des ballons fut

étendue à l'étude du rayonnement cosmique. Les années 1950 virent l'apparition des premières mesures spectroscopiques et photométriques. Encore aujourd'hui, on continue d'utiliser les ballons pour la recherche scientifique, et le Canada a, à cet effet, construit, en 1976, sa propre unité mobile de lancement de ballons, dont il sera question plus loin.

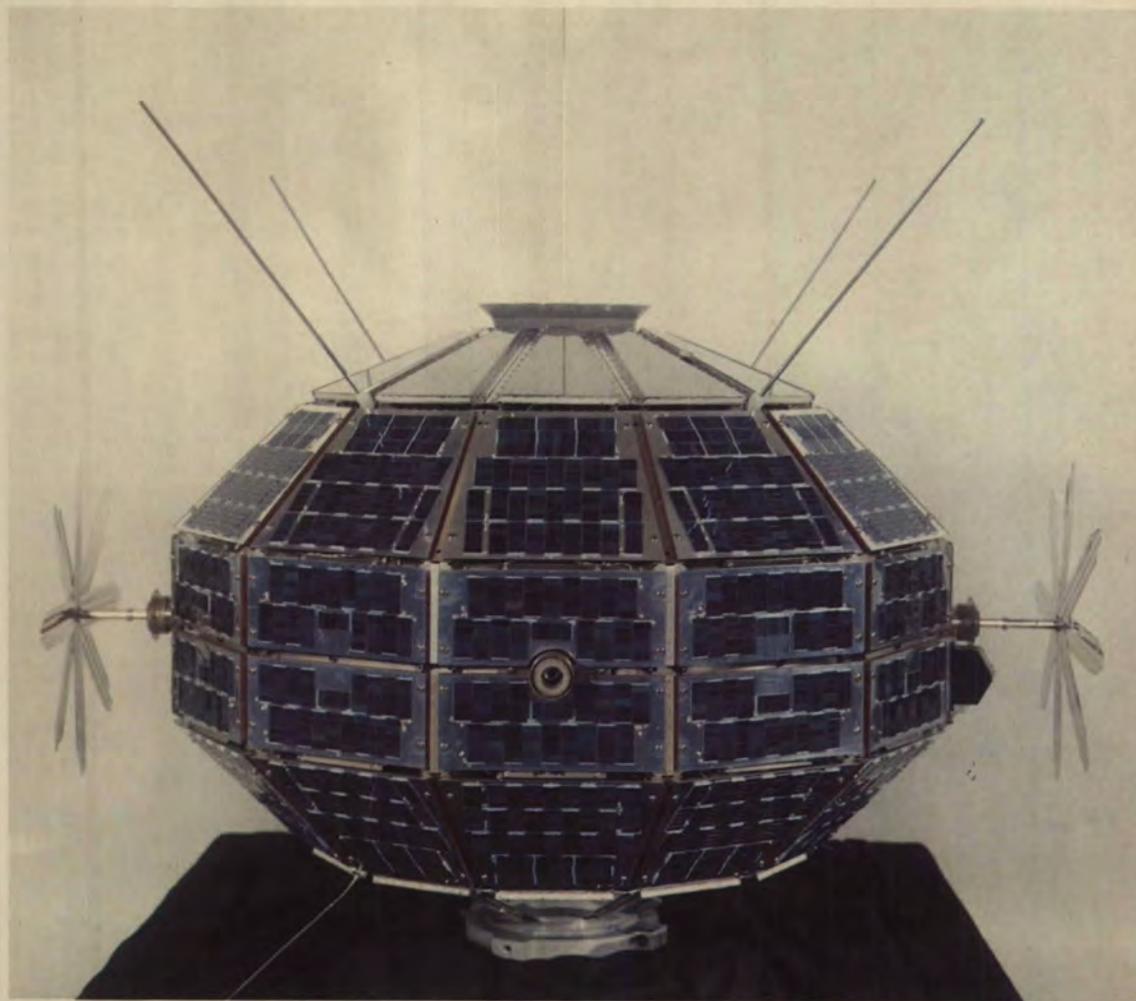
Dès 1957, à l'occasion de l'Année internationale de la géophysique, l'armée américaine a créé une aire de lancement de fusées à Fort Churchill, Manitoba. Les scientifiques canadiens ont à ce moment commencé à utiliser des fusées sondes pour étudier la physique de l'ionosphère en vue d'améliorer les télécommunications dans le Grand Nord. Le développement des composants canadiens de télémessure embarqués sur des fusées date de 1960. On profite encore de façon extensive des vols de fusées pour l'étude de la haute atmosphère. Sauf quelques rares exceptions, les fusées lancées à partir du Pas de tir de recherche Churchill ont été construites au Canada. Dès 1970, le Canada a pris complètement en charge l'exploitation de ce polygone de tir et a vendu, à l'occasion, des services aux États-Unis.

Ballon prêt à être lâché de l'une des stations canadiennes.



Satellites de recherche

Le lancement du satellite soviétique Spoutnik, en 1957, a rehaussé l'intérêt des scientifiques canadiens envers la mise au point d'un satellite scientifique canadien destiné à l'étude de la couche supérieure de l'ionosphère. On parvint à un accord par lequel les États-Unis prenaient en charge le lancement d'un satellite conçu, développé et construit par le Canada. Cet événement majeur eut lieu le 29 septembre 1962, date à laquelle Alouette I fut lancé du Western Test Range de la Nasa. À cette époque, la plupart des satellites avaient une vie utile de quelques mois seulement. Or, dès sa conception, Alouette I fut prévu pour un fonctionnement d'une année, les prévisions les plus optimistes lui donnant cinq ans au cours desquels son utilité irait en décroissant. Et c'est là chose remarquable, ce satellite a transmis des données utiles pendant plus de dix ans.



Alouette II, lancé le 29 novembre 1965.

Une telle réussite a conduit à un nouvel accord pour la poursuite des recherches sur l'ionosphère, en vertu duquel les États-Unis s'engageaient à lancer, à leurs frais, jusqu'à quatre satellites supplémentaires conçus, mis au point, construits et défrayés par le Canada. Le fondement du programme de satellites internationaux pour l'étude de l'ionosphère, connu sous le vocable d'ISIS, était posé; il lança l'industrie canadienne dans l'aventure de la technologie spatiale de pointe. Le modèle de réserve du satellite Alouette I fut modifié et remanié, et devint le premier satellite de la série ISIS. Connu sous le nom d'Alouette II, ce satellite fut lancé avec succès le 29 novembre 1965, en même temps qu'Explorer XXXI des États-Unis, et demeura opérationnel pendant près de dix ans. L'expérience acquise a permis le développement du satellite ISIS I, plus moderne, qui fut lancé le 30 janvier 1969; son fonctionnement reste satisfaisant aujourd'hui. Il fut suivi par ISIS II, équipé d'un matériel complexe plus moderne et chargé de missions expérimentales supplémentaires; celui-ci fut lancé le 31 mars 1971 et est encore parfaitement opérationnel.

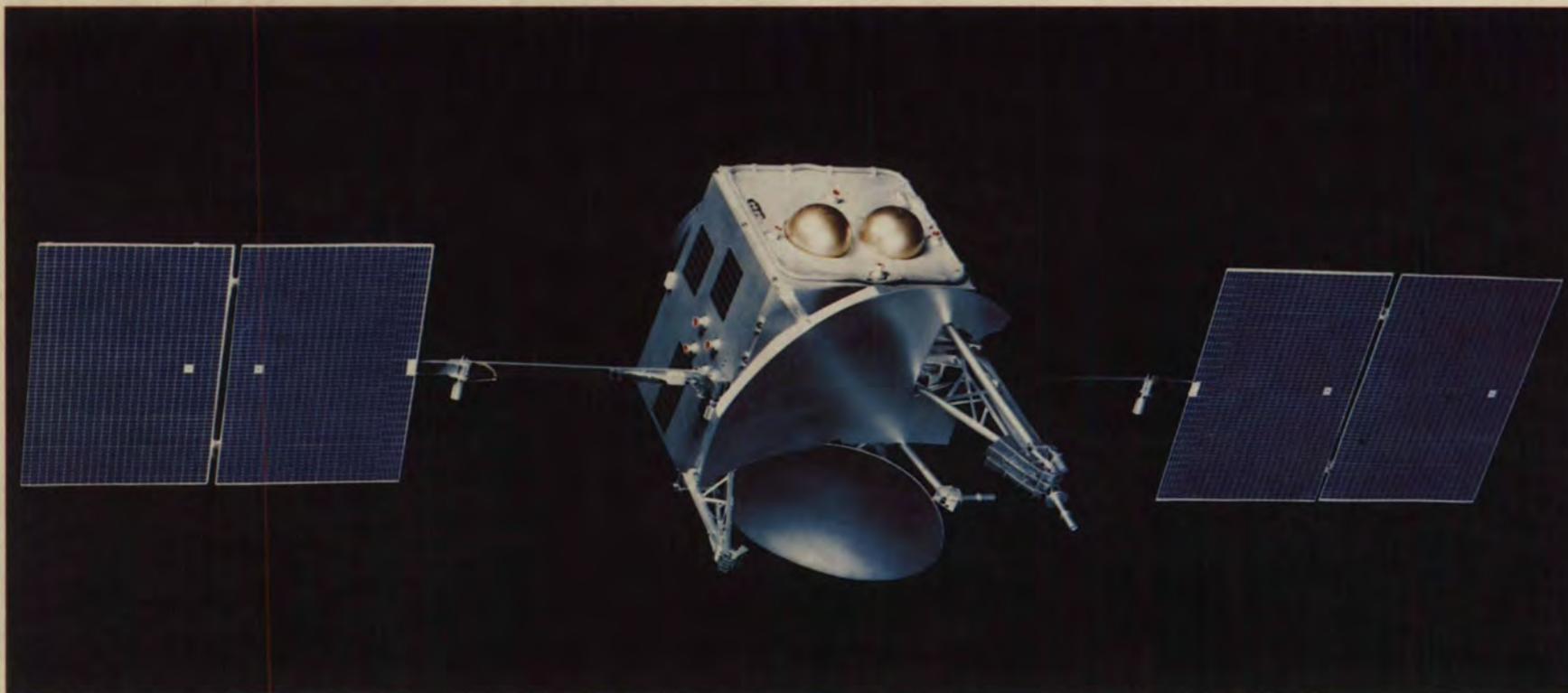
Satellites de télécommunication

En 1964, le Canada fut l'un des cosignataires d'un accord portant sur un système commercial mondial de télécommunication par satellite. Cet accord fut remplacé en 1973 par la convention INTELSAT. La société Téléglobe Canada (originellement la Société canadienne des télécommunications transmarines) représente le Canada auprès du Conseil des gouverneurs d'INTELSAT. Téléglobe Canada possède et exploite trois stations terrestres utilisant les satellites Intelsat. À la fin de 1976, plus de la moitié des 750 circuits téléphoniques et 450 circuits télégraphiques qui relient le Canada au reste du monde, utilisaient les satellites Intelsat.

En 1969, la société Télésat Canada fut constituée pour gérer un système national de télécommunication par satellites. Anik I, le premier satellite de ce système, fut lancé le 9 novembre 1972 et placé sur orbite géostationnaire à environ 114° de longitude ouest; il entra en service six semaines plus tard environ, inaugurant ainsi le premier système national de satellites géostationnaires de télécommunication dans le monde. Le 20 avril 1973, on procéda au lancement d'un second satellite, appelé Anik II, suivi d'Anik III le 7 mai 1975. On prévoit que le lancement d'Anik B aura lieu en 1978. Ce satellite aura la double mission de réaliser de nouvelles expériences de télécommunication tout en assurant des liaisons commerciales de radio et de télédiffusion.



Le premier satellite de Télésat Canada, Anik I, était lancé le 9 novembre 1972, à partir du Centre spatial Kennedy.

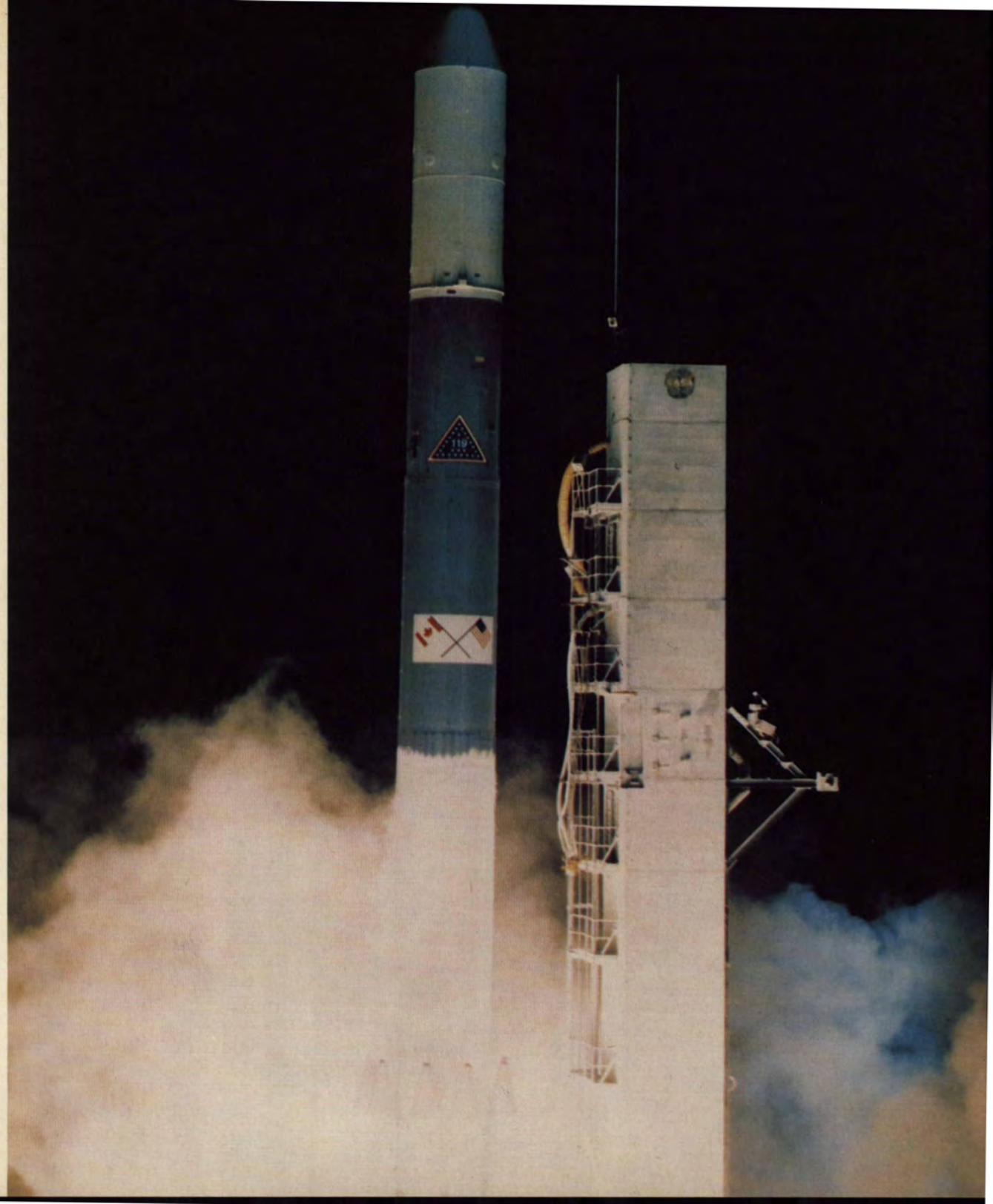


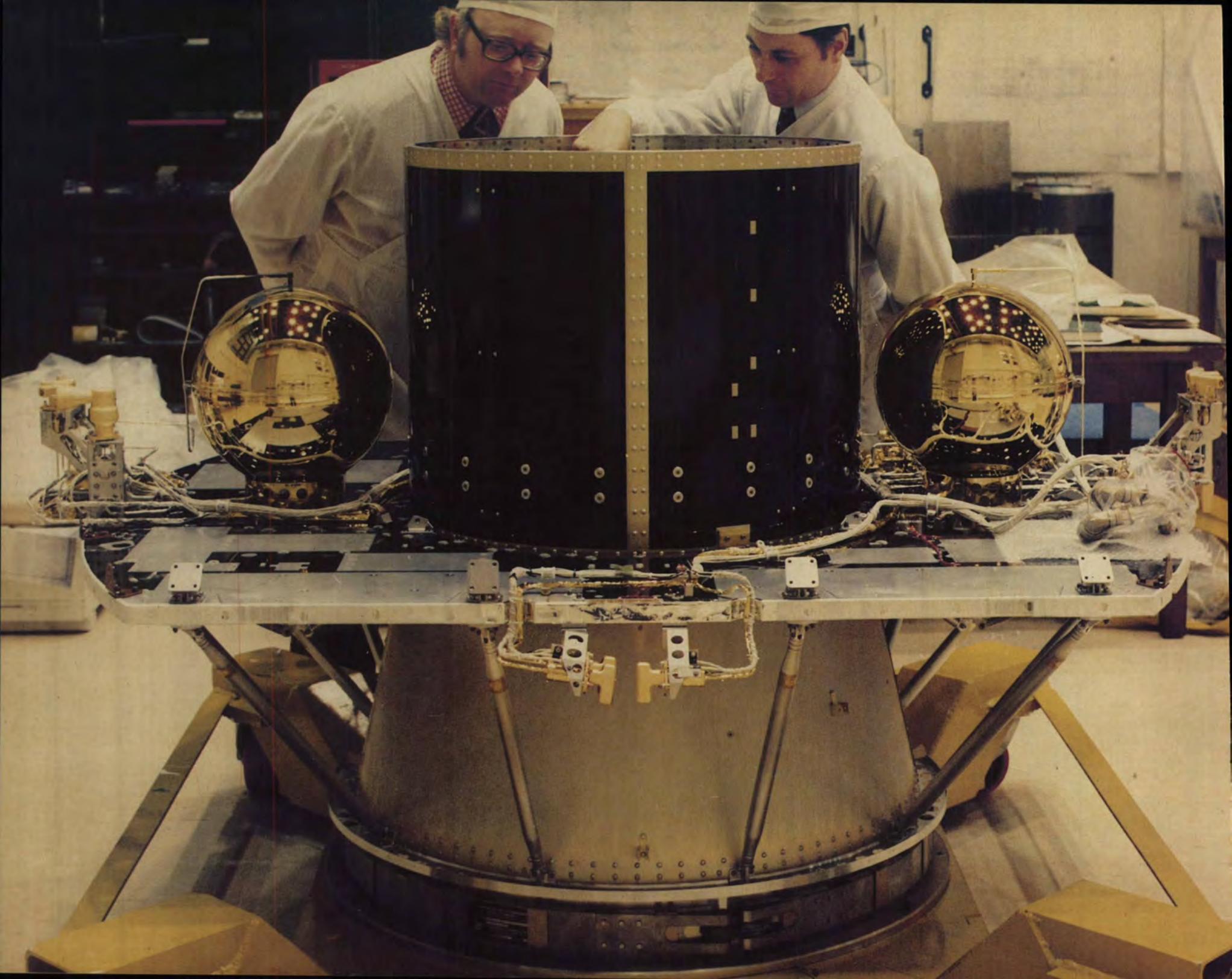
La nécessité d'établir des stations terriennes de grandes dimensions qui sont coûteuses, pose un sérieux obstacle à la disponibilité de télécommunications efficaces dans les régions nordiques éloignées. On espère toutefois résoudre ce problème par le développement de stations plus économiques ainsi que par l'utilisation de satellites plus puissants. Pour vérifier la validité de ce concept, le Canada et les États-Unis ont entrepris un programme conjoint visant à la mise au point et au lancement du puissant Satellite technologique de

télécommunication, ultérieurement appelé Hermès, pour la réalisation d'expériences diverses à l'aide de petites stations terriennes, de complexité et de types différents. Le lancement du satellite Hermès, le 17 janvier 1976, fut suivi d'une mission expérimentale couronnée de succès. Cette mission met à l'essai les applications de la technologie des télécommunications par satellite en des domaines aussi variés que la télémédecine, le télé-enseignement, l'interaction communautaire, les transmissions de télévision à partir de régions éloignées et de stations temporaires.

Représentation artistique du satellite Anik-B dont le lancement est prévu pour le mois de novembre 1978.

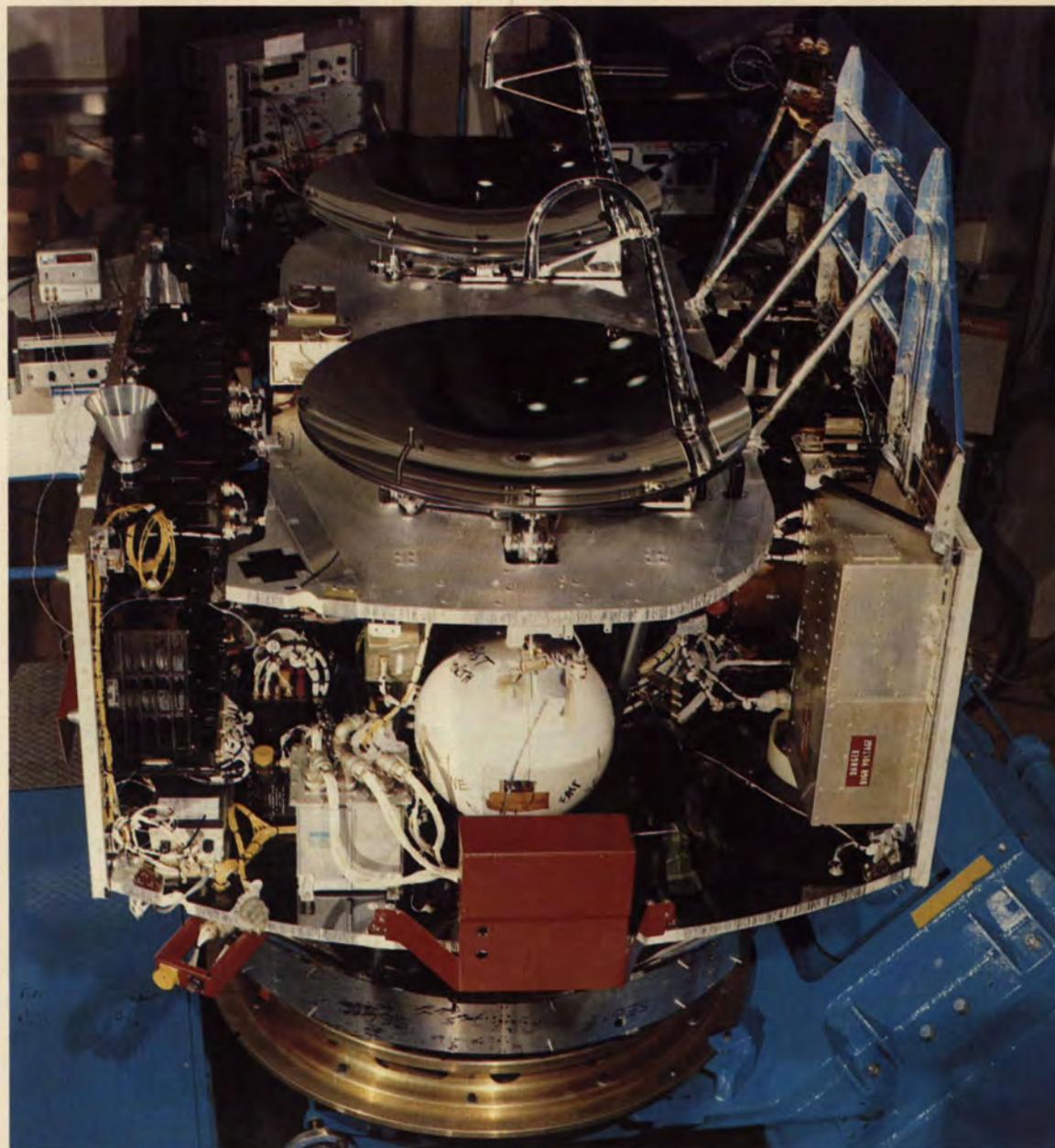
Centre spatial Kennedy: le 17 janvier 1976,
à 18 h 24, le satellite Hermès est lancé à
bord d'une fusée Delta 2914.

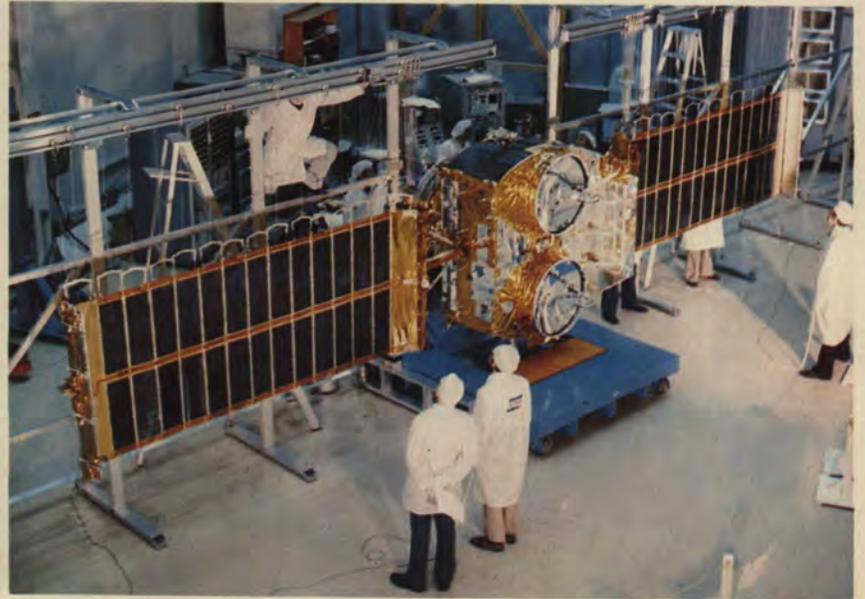
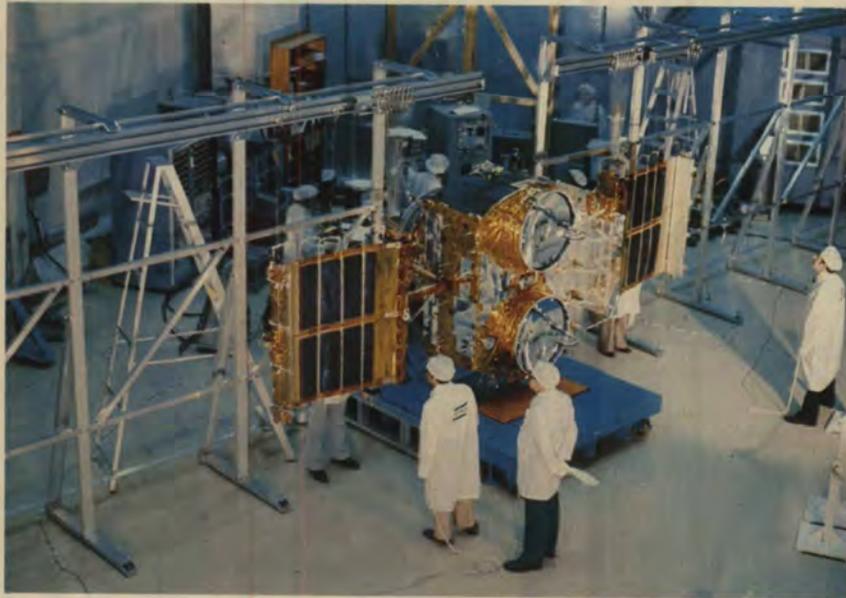
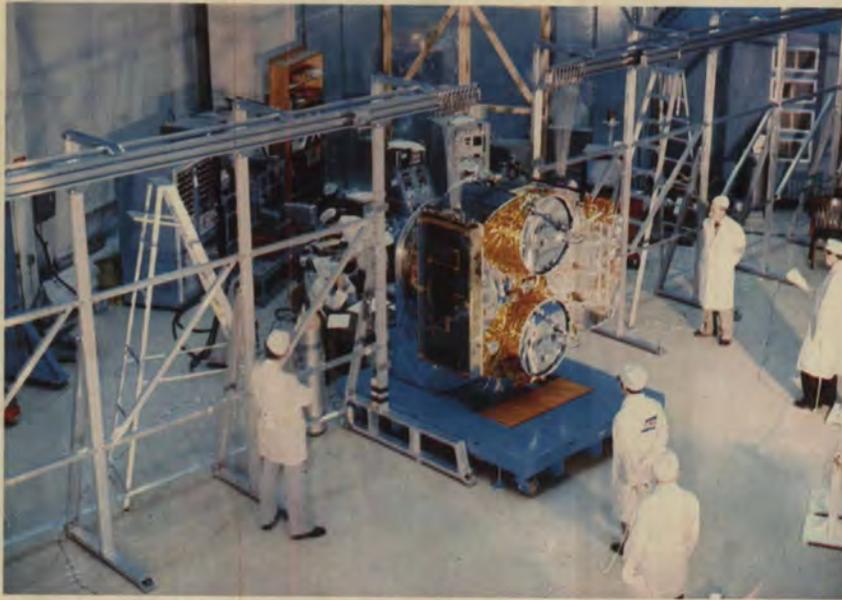




Cette photo montre l'intérieur du modèle technique du satellite Hermès.

On peut voir un des deux réservoirs d'hydrazine du satellite technologique de télécommunication Hermès. Les réservoirs, faits de titanium plaqué or, contiennent 23kg de propergol.





Satellites de télédétection

En mai 1971, les États-Unis et le Canada ont entrepris un programme coopératif de recherche en télédétection faisant appel à des avions et à des satellites pour l'obtention de données. Le premier satellite technologique américain de détection des ressources terrestres, le Landsat I, a été lancé le 23 juillet 1972. Trois jours plus tard, le 26 juillet 1972, la Station de réception de Prince-Albert en Saskatchewan, reçut la première image du Canada. Cette station réceptrice a été appuyée depuis, par une seconde installée à Shoe Cove, Terre-Neuve, afin d'assurer la couverture complète du Canada.

Sédiments en suspension de l'île Akimiski, Baie James. Date de prise de vue – le 13 octobre 1973.

Le satellite Hermès utilise deux panneaux solaires déployables, comme celui-ci, qui produisent 1,2 RW d'électricité. Des moteurs pas-à-pas alimentés en CC, des détecteurs solaires et un dispositif électronique de commande orientent constamment les panneaux vers le soleil.



Des télémanipulateurs pour l'espace

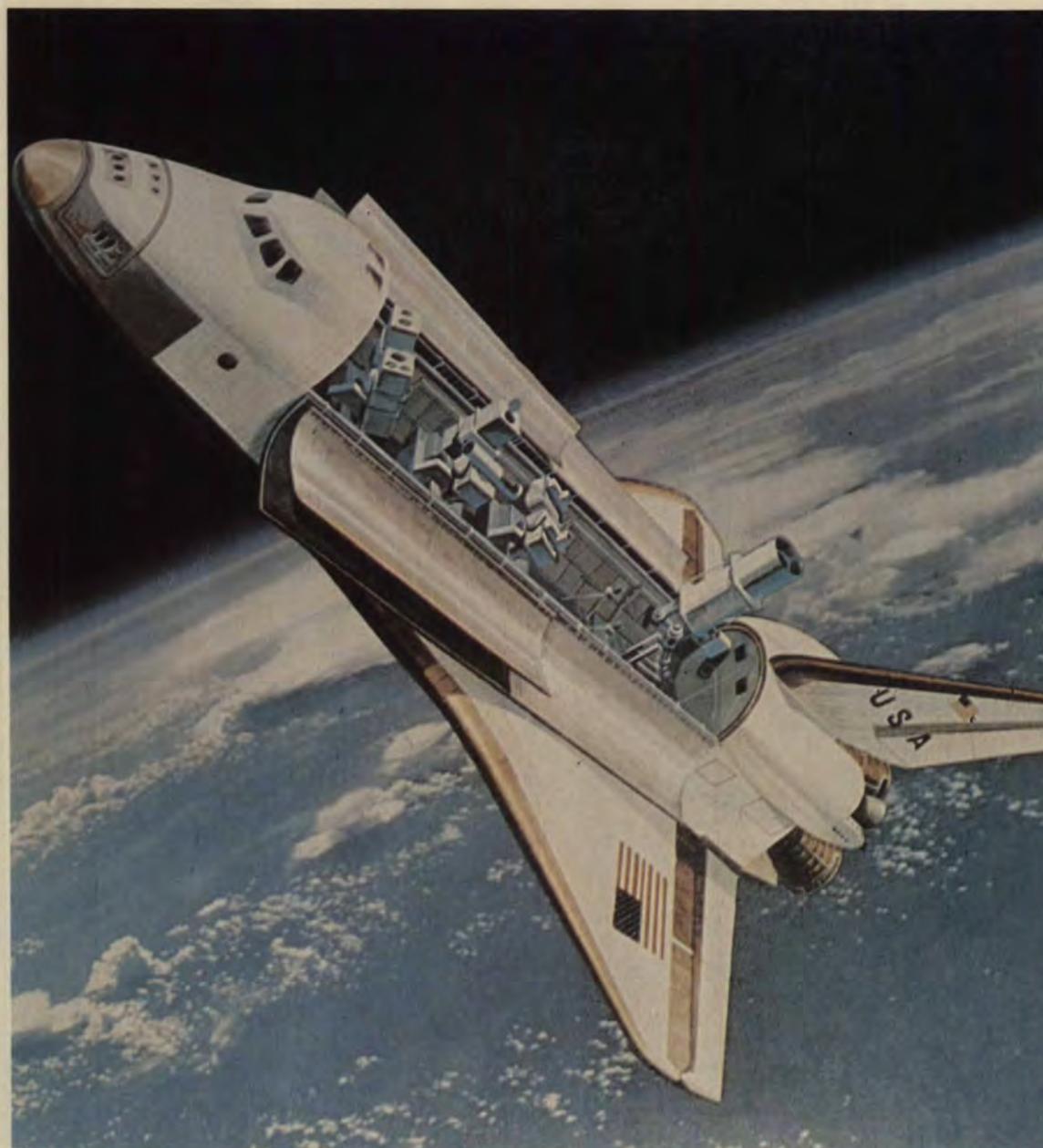
La dernière phase du développement des capacités spatiales canadiennes comprend la mise au point et la construction, au Canada, aux termes d'un accord conclu avec les États-Unis, de la première unité de vol du télémanipulateur installé à bord de la navette spatiale. Dans le cadre de ce programme, le Canada a en outre conçu, construit et mis en exploitation une installation très perfectionnée de simulation des systèmes télémanipulateurs.

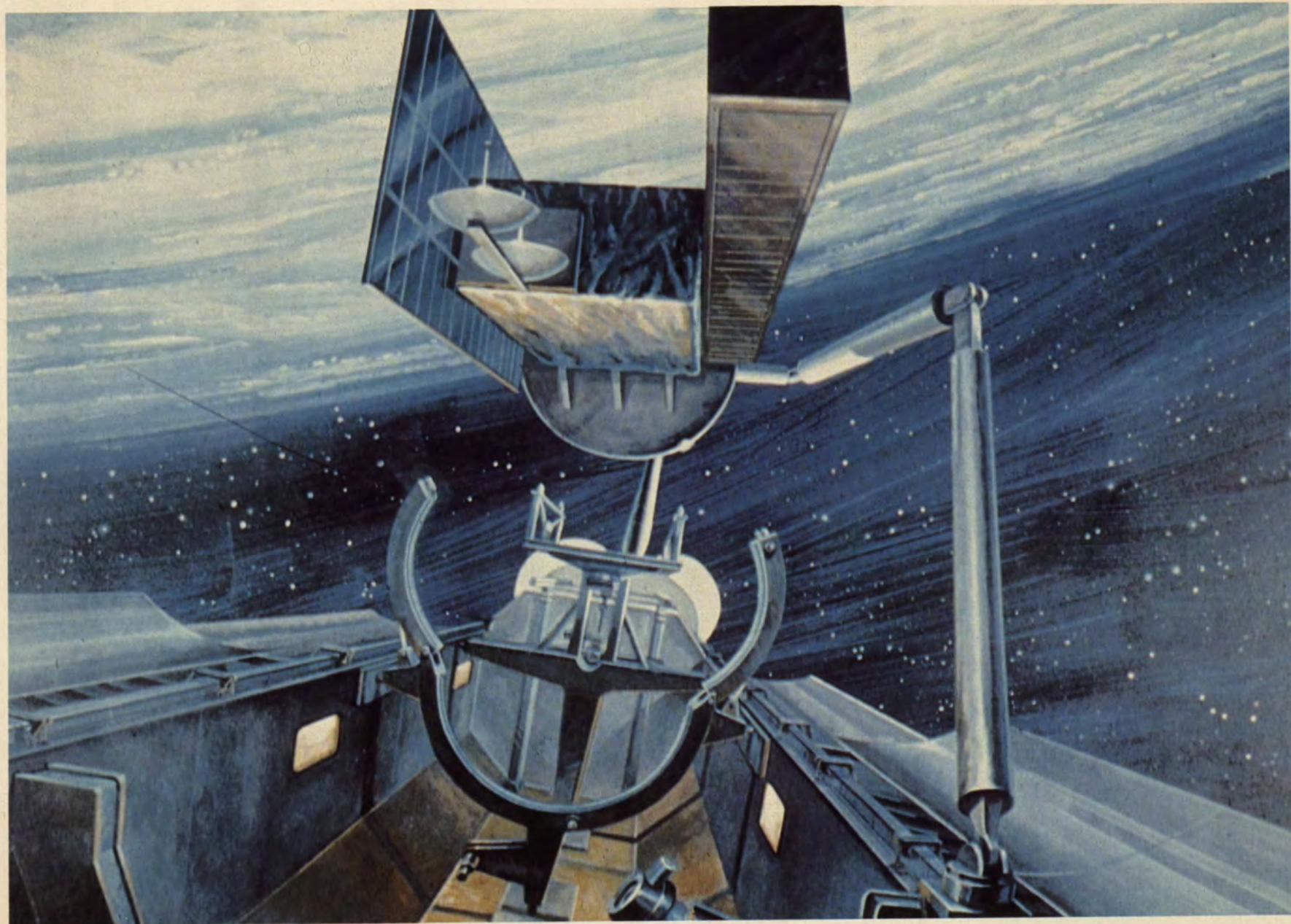
Coopération internationale

L'historique des programmes spatiaux couvre une période remarquable de coopération sans précédent entre les pays tant du point de vue développement et mise en application que – et c'est peut-être là le plus important – du point de vue de l'établissement d'un environnement juridique et technologique qui permette aux activités spatiales de contribuer au bien-être de l'humanité toute entière. Le Canada fut l'un des pionniers de ce mouvement et, depuis le début des années 1960, il participe activement à la promotion de la coopération internationale en ce qui a trait aux activités spatiales.

Représentation artistique de la navette spatiale des États-Unis.

À la page opposée: Représentation artistique du télémanipulateur qui a été conçu et construit au Canada.





La politique spatiale du Canada et les relations internationales

Le Canada aborde les différentes activités spatiales de façon pragmatique: ces activités sont orientées vers des applications destinées à promouvoir des objectifs nationaux. Les détails de la politique du gouvernement sur le développement et la mise en oeuvre de systèmes spatiaux ont été définis par le ministère d'État aux Sciences et à la Technologie, en avril 1974.

En premier lieu, cette politique part du principe qu'une exploitation rationnelle de la technologie spatiale dépend de l'accumulation et de l'entretien d'un "réservoir" national, sans cesse renouvelé, de connaissances scientifiques. C'est pourquoi le gouvernement a décidé de prendre à charge la recherche spatiale fondamentale afin d'apporter les connaissances et les compétences nécessaires à la mise en oeuvre des applications spatiales. Au fur et à mesure que la recherche scientifique progresse, les résultats sont éprouvés par des programmes d'application afin de vérifier la validité des concepts, d'en faire la preuve et, en dernier lieu, de mettre au point des systèmes opérationnels. De tels programmes comprennent la production ou l'acquisition d'appareils particulièrement complexes. La politique du gouvernement précise que les systèmes ou dispositifs spatiaux canadiens doivent être, dans la mesure du possible,

conçus, mis au point et construits par l'industrie canadienne et sous contrôle canadien; on a en outre défini des politiques d'achat afin de développer la capacité industrielle canadienne en matière de recherche, mise au point et construction d'équipements.

Bien que le matériel destiné aux applications spatiales canadiennes provienne de l'industrie canadienne, il n'en reste pas moins que les lancements doivent être réalisés à partir d'installations d'autres pays. C'est ainsi que tous les satellites canadiens ont été lancés des États-Unis conformément aux accords qui ont été conclus avec la Nasa.

Les coûts des programmes spatiaux sont tels que le Canada a besoin d'associés pour mener à bien ses programmes et, ce faisant, il bénéficie du partage des connaissances technologiques entre les pays. Cette coopération offre au Canada une possibilité accrue de participation et lui permet de profiter d'un plus grand nombre de projets spatiaux. Les États-Unis ont été le principal collaborateur du Canada depuis le début de l'ère spatiale et on s'attend que cette longue association soit maintenue tant à cause de la proximité géographique et de la suprématie technologique des États-Unis, que de la grande communauté d'intérêts qui existe entre les deux pays.

L'Agence spatiale européenne semble en voie de devenir un associé précieux en ce qui concerne les futurs programmes spatiaux canadiens. Le Canada, qui fut accepté à titre d'observateur auprès de l'Agence en juin 1975, examine présentement la possibilité de changer son statut au sein de ce groupe.

Les possibilités de plus grande coopération avec le Japon dans le domaine de l'espace sont aussi à l'étude.

Le partage de l'espace entre les différentes nations requiert des accords internationaux pour définir et fixer des normes pour le maintien en position orbitale, pour l'attribution de fréquences et pour d'autres problèmes de même ordre. Le Canada, membre de l'Union internationale des télécommunications (UIT) et de l'Organisation des télécommunications du Commonwealth (OTC), peut ainsi défendre avantageusement ses intérêts. Il est aussi membre d'INTELSAT, l'organisation internationale de télécommunication par satellites.

Les orientations internationales de la politique spatiale du Canada dépassent largement le simple désir pragmatique d'assurer son accession aux technologies de pointe ou d'avoir voix au chapitre dans l'établissement des normes internationales. Le gouvernement canadien est persuadé que la technologie spatiale peut jouer un rôle important pour favoriser l'établissement de la

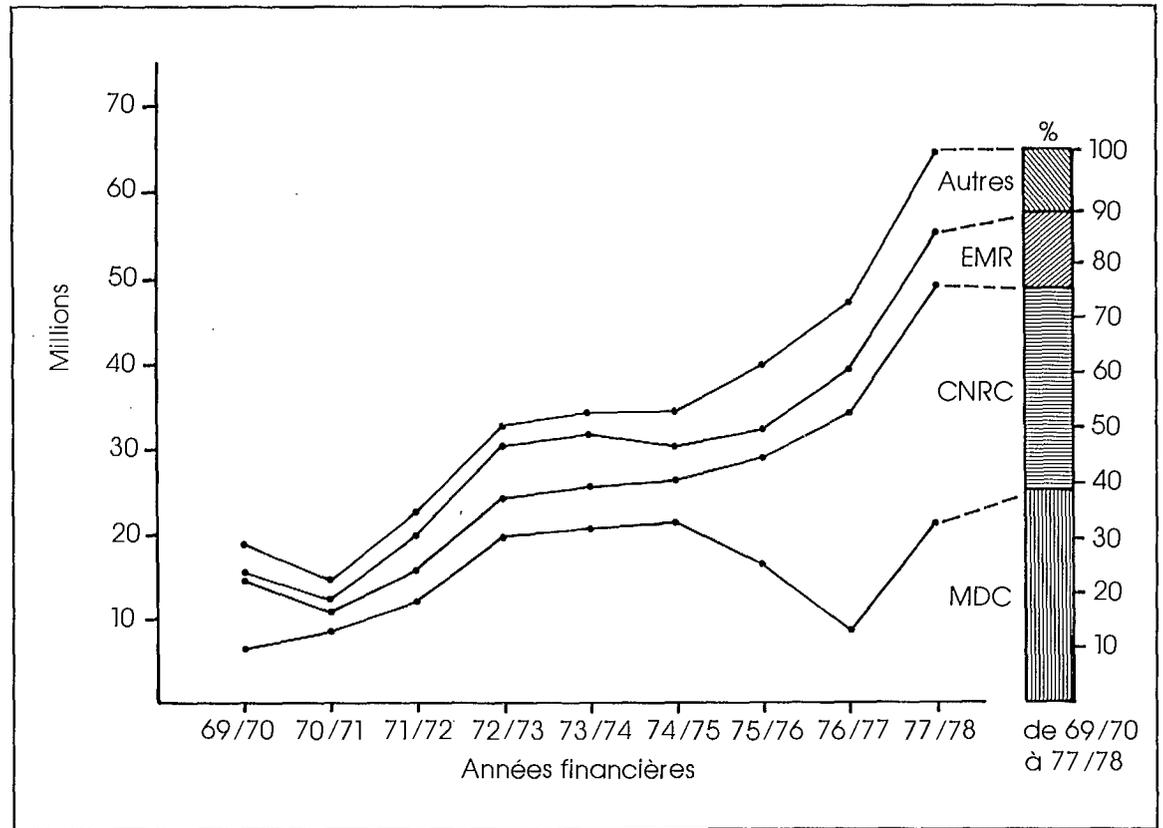
bonne volonté internationale et, de là, pour maintenir la paix dans le monde. De plus, la technologie spatiale joue aussi un rôle dans le développement économique et social du monde entier. C'est pourquoi la politique du gouvernement cherche à promouvoir la coopération internationale au niveau de la technologie spatiale en apportant sa participation active au sein des organisations internationales concernées.

Le Canada est membre de la Commission des Nations unies pour l'utilisation pacifique de l'espace (UNCOPUOS) depuis sa création en 1959. Le pays délègue aussi des représentants auprès de la sous-commission scientifique et technique, et auprès de la sous-commission juridique de ce comité. Elles ont joué un rôle clé en vue de promouvoir la coopération internationale en ce qui a trait à l'espace et à la réglementation des activités spatiales en général.

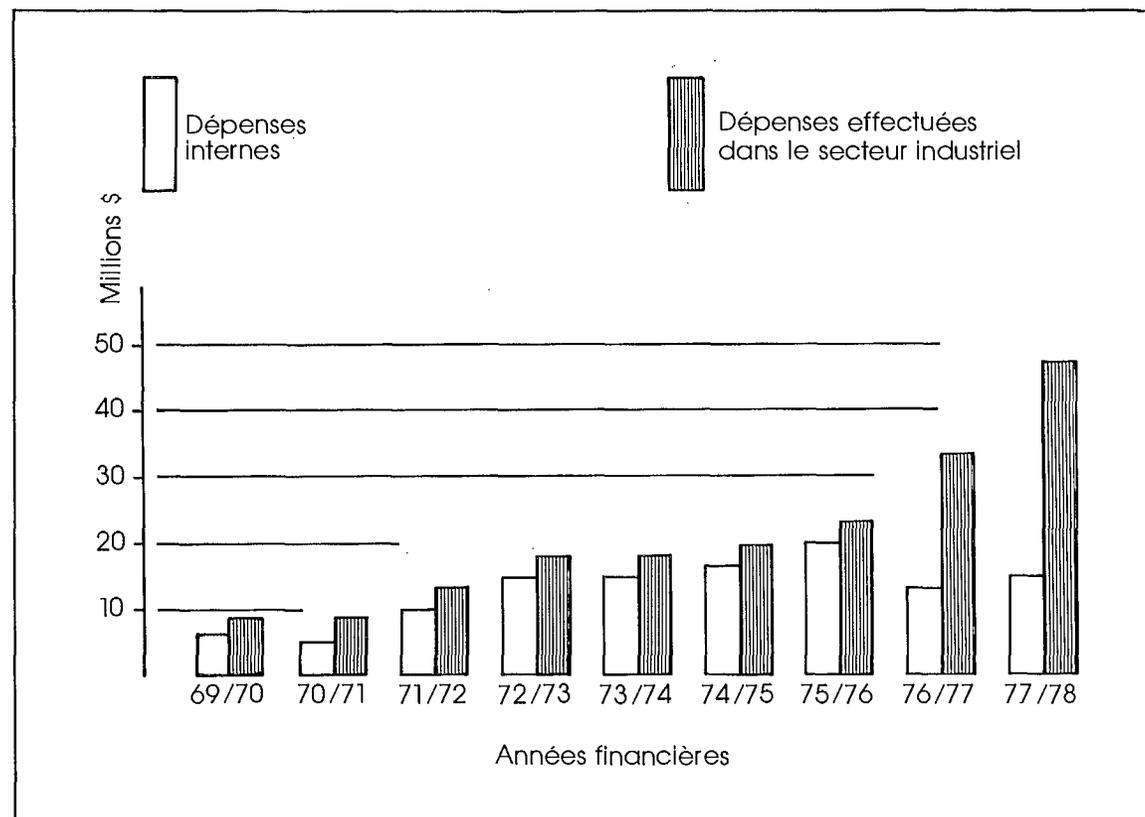
En collaboration avec la Suède, le Canada a mis au point des principes régissant les relations entre la technologie spatiale et le droit international, particulièrement en ce qui concerne l'utilisation par les pays des satellites de radiodiffusion en direct. Le Canada participe aussi aux discussions ayant trait aux répercussions légales des satellites de télédétection. On espère que ces pourparlers seront profitables à la coopération internationale dans des domaines tels que la protection de l'environnement et la mise en garde contre les désastres naturels.



Dépenses
gouvernementales
au chapitre de
l'espace
1969/1970 – 1977/1978



Dépenses
gouvernementales
par ministère, au
chapitre de l'espace
1969/1970 – 1977/1978





Comité interministériel sur l'espace

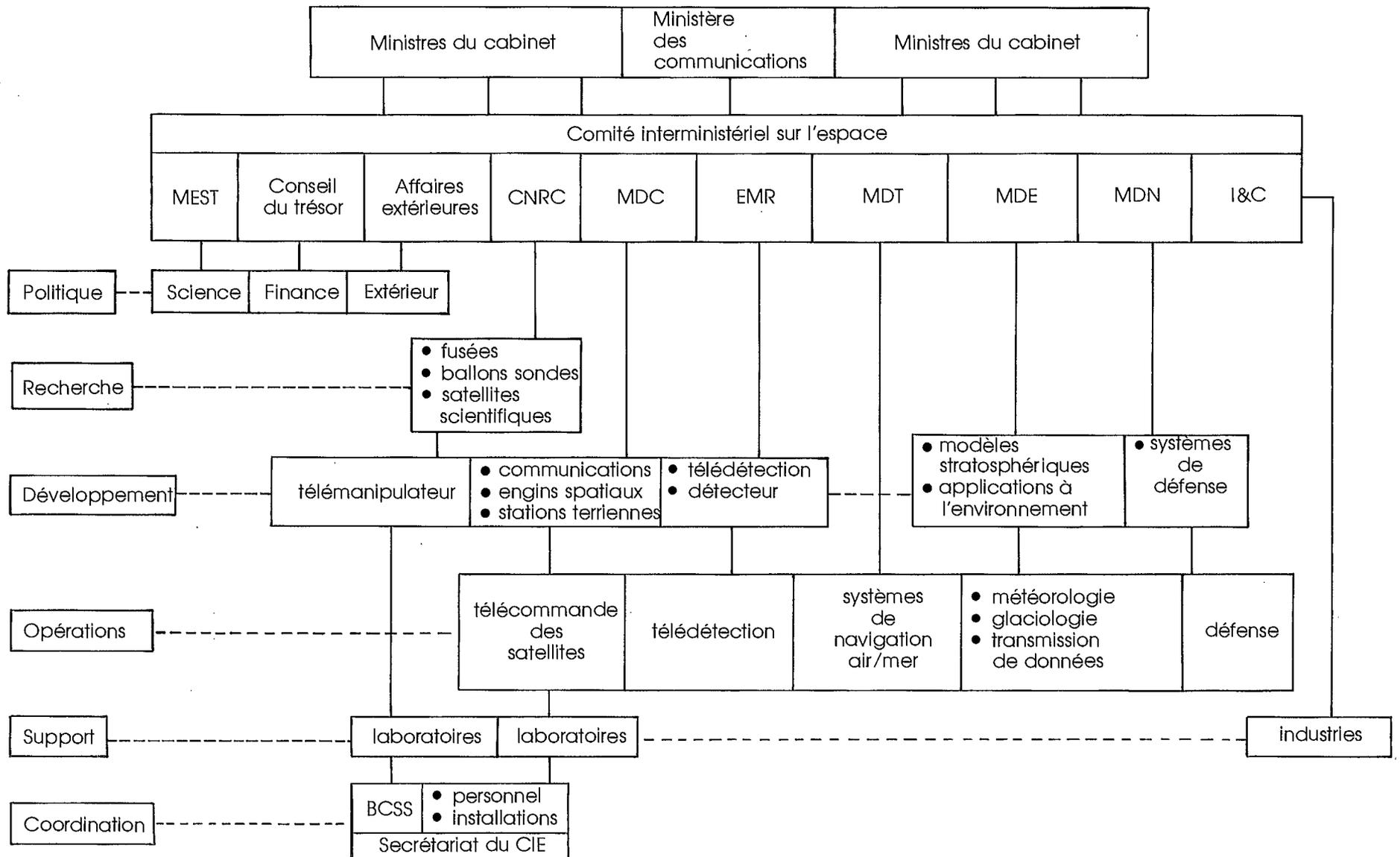
Le programme spatial canadien est totalement décentralisé. Aucun ministère et aucun organisme gouvernemental ne détient l'ensemble des responsabilités relatives à l'espace et aux activités qui y sont liées. Les applications de la technologie spatiale servent plutôt à la poursuite des objectifs de plusieurs ministères. Chaque ministère et organisme est responsable de la formulation et de la mise en oeuvre de ses propres programmes, que ceux-ci comprennent ou non la mise au point ou l'utilisation d'équipements spatiaux.

Au cours des ans, tout ministère qui a été lié à des activités spatiales a développé ses propres domaines de compétence. Tant et si bien qu'aujourd'hui on se retrouve devant une situation appréciable où tout ministère ou organisme du gouvernement peut être considéré comme chef de file dans un secteur donné d'application ou de recherche. Citons deux ministères à titre d'exemple. Le ministère des Communications est sans doute le chef de file en ce qui concerne le développement, l'essai et l'assemblage des engins spatiaux, et le développement et la recherche portant sur les satellites de télécommunication. Le ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources est expert en tout ce qui touche à la technologie de la télédétection ainsi qu'à ses applications et à son exploitation.

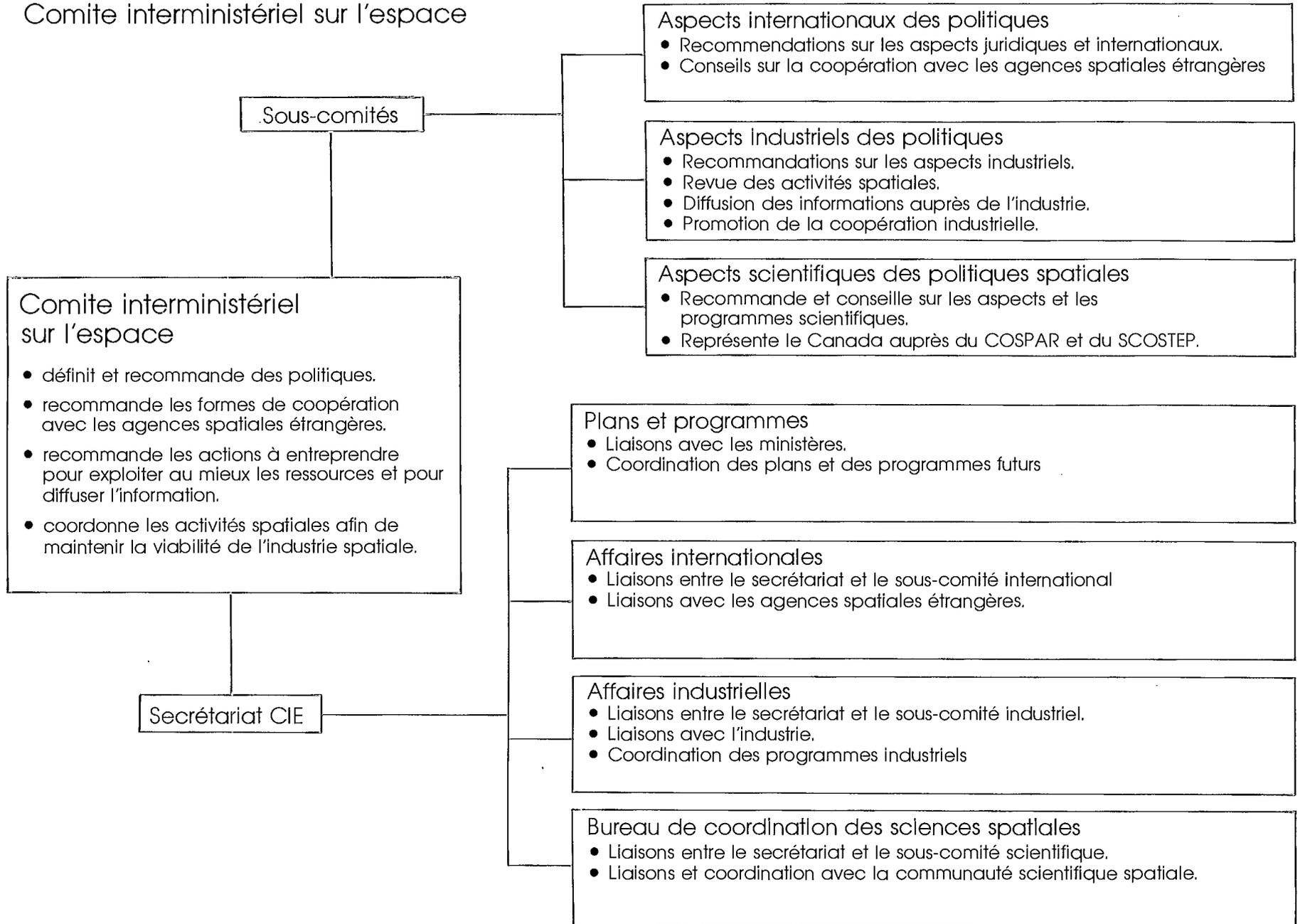
Les recherches sur la nature de l'espace sont conduites principalement par les universités canadiennes et parrainées par le Conseil national des recherches du Canada. De même, le ministère des Communications octroie aux universités canadiennes un petit nombre de contrats de recherche et développement dans les domaines reliés à son programme spatial.

La coordination de ces activités entre les différents ministères et organismes est assurée par le Comité interministériel sur l'espace (CIE) créé en 1969 et responsable auprès du Ministre des communications. Les principaux ministères et organismes qui s'intéressent aux questions spatiales et aux activités qui y sont rattachées sont représentés auprès du CIE. L'assemblée des membres est constituée de cadres supérieurs représentant le Conseil national des recherches du Canada (CNRC), le ministère des Communications (MDC), le ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources (EMR), le ministère des Transports (MDT), le ministère des Pêches et de l'Environnement (MPE), le ministère de la Défense nationale (MDN), le ministère de l'Industrie et du Commerce (I&C), le ministère des Affaires extérieures (AE) et le ministère d'État aux Sciences et à la Technologie (MEST). Le statut d'observateur a aussi été accordé à un représentant du secrétariat du Conseil du Trésor (CT).

Comite interministériel sur l'espace – organigramme



Comite interministériel sur l'espace



Depuis le début de l'année 1976, le CIE dispose d'un secrétariat à plein temps qui relève, pour des raisons administratives, du ministère des Communications. Il a pour mission d'assurer la coordination et la liaison entre les différents ministères et organismes concernés ainsi qu'avec les diverses organisations internationales de l'espace et avec l'industrie canadienne. De même, le Bureau de coordination des sciences spatiales, créé depuis peu au sein du Conseil national des recherches du Canada, doit répondre au CIE pour le maintien des relations entre le CIE et la communauté scientifique tant à l'intérieur du pays qu'à l'étranger. Trois sous-comités sont directement rattachés au CIE; ils sont respectivement chargés de l'étude des aspects industriels, internationaux et scientifiques de la politique spatiale. Les deux premiers sous-comités se composent de représentants des ministères et organismes du gouvernement tandis que le sous-comité scientifique comprend aussi des représentants des universités et de l'industrie au Canada.

Ministères et organismes responsables

Le Conseil national des recherches du Canada (CNRC)

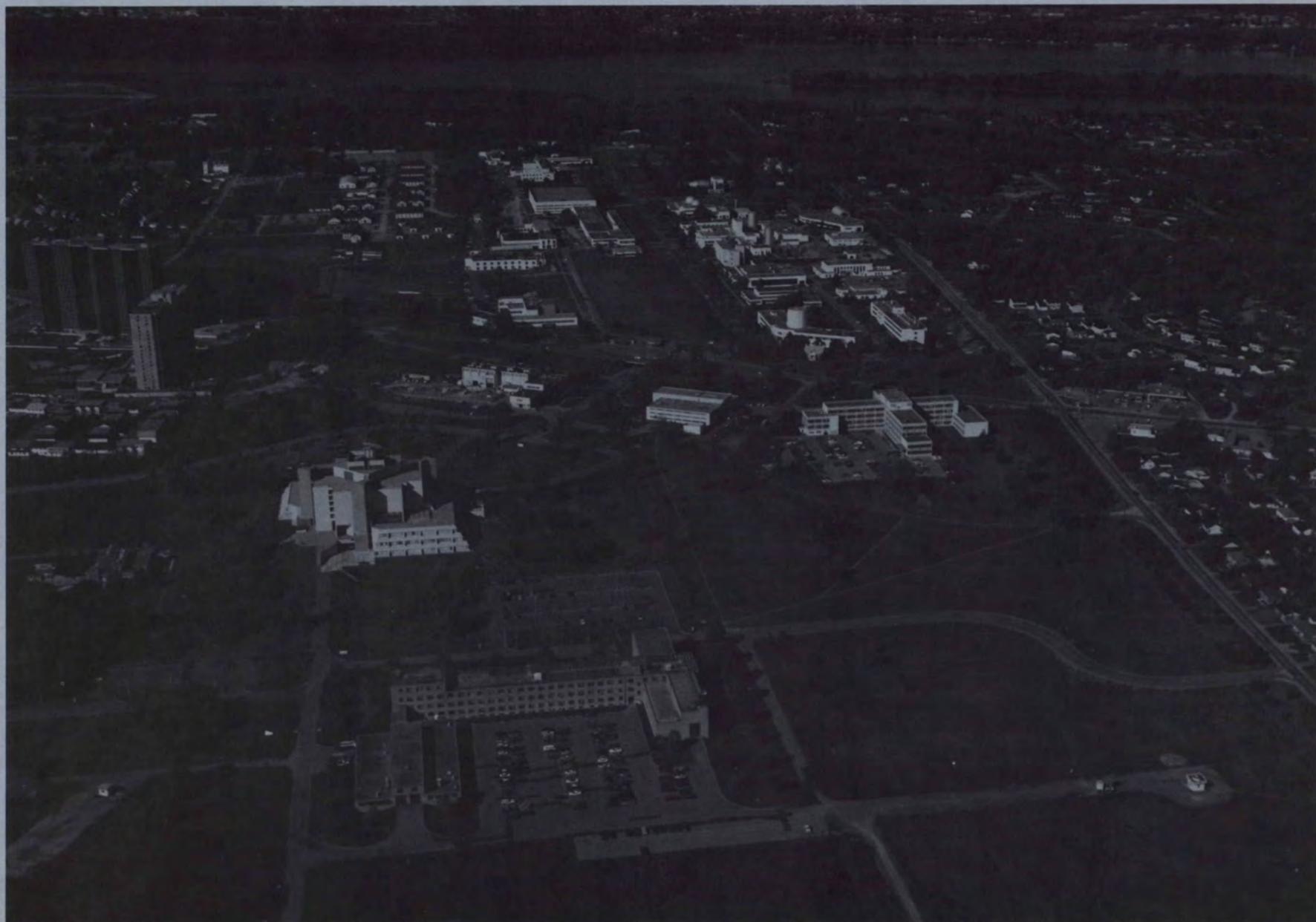
Le CNRC exécute et prend en charge la recherche scientifique et technique dans un grand nombre de disciplines comme l'aéronautique, l'astrophysique, la biologie, la construction, la chimie, le génie mécanique, la physique et le génie électrique. En plus de ses laboratoires et autres installations, le CNRC a son propre centre informatique et dirige l'Institut canadien d'information technique et scientifique (CISTI). Le CNRC gère aussi des fonds pour l'attribution de bourses de recherche dans le secteur universitaire et industriel, et de bourses d'études supérieures pour des étudiants déjà diplômés.

Les responsabilités du CNRC vis-à-vis de l'espace et des activités connexes portent sur trois domaines: l'étude de l'environnement spatial, exécutée à l'aide de fusées, de ballons et de satellites scientifiques; la recherche à partir de l'espace, comme la télédétection et l'observation d'éléments astronomiques en dehors de l'environnement terrestre; et enfin, la recherche portant sur l'ambiance spatiale comprenant notamment la mise au point d'équipements et d'instruments devant être utilisés dans les conditions difficiles de l'espace.

D'autre part, le CNRC, en raison de ses relations étroites avec la communauté scientifique en général et avec la communauté scientifique spatiale en particulier, a créé récemment le Bureau de coordination des sciences spatiales (BCSS) qui a la double mission de mettre en valeur le rôle joué par le CNRC dans la conduite des recherches scientifiques spatiales et d'agir à titre d'agent de liaison et de coordination auprès du secrétariat du Comité interministériel sur l'espace.

Enfin, le Comité associé de la recherche spatiale du CNRC (CARS) a été fondé pour donner conseil sur tous les sujets liés à la recherche spatiale. Le CARS joue aussi le rôle de Comité national canadien auprès du Comité pour la recherche spatiale (COSPAR) du Conseil international des groupements scientifiques (TCSU) ainsi que de sous-comité du CIE en ce qui concerne les aspects scientifiques de la politique spatiale. Le CARS se compose de scientifiques concernés par les questions spatiales et qui oeuvrent au niveau des universités, de l'industrie et du gouvernement.

Les Installations du Conseil national de recherches du Canada, en banlieue est d'Ottawa.



Le ministère des Communications — MDC

Le ministère des Communications est, de par ses statuts, chargé de favoriser l'établissement, la mise au point, le développement et l'efficacité de systèmes et installations de communication pour le Canada et de prendre les mesures qui peuvent être nécessaires en vue de garantir, par réglementation internationale ou par autre voie, les droits du Canada dans le domaine des communications.

Comme la plupart des pays qui disposent de moyens d'application spatiale, le Canada a, à l'origine, utilisé la technologie de l'espace pour subvenir à ses propres besoins de télécommunication. C'est ainsi que le Canada fut le troisième pays au monde, après l'URSS et les États-Unis, à placer un satellite sur orbite, Alouette¹, en 1962.

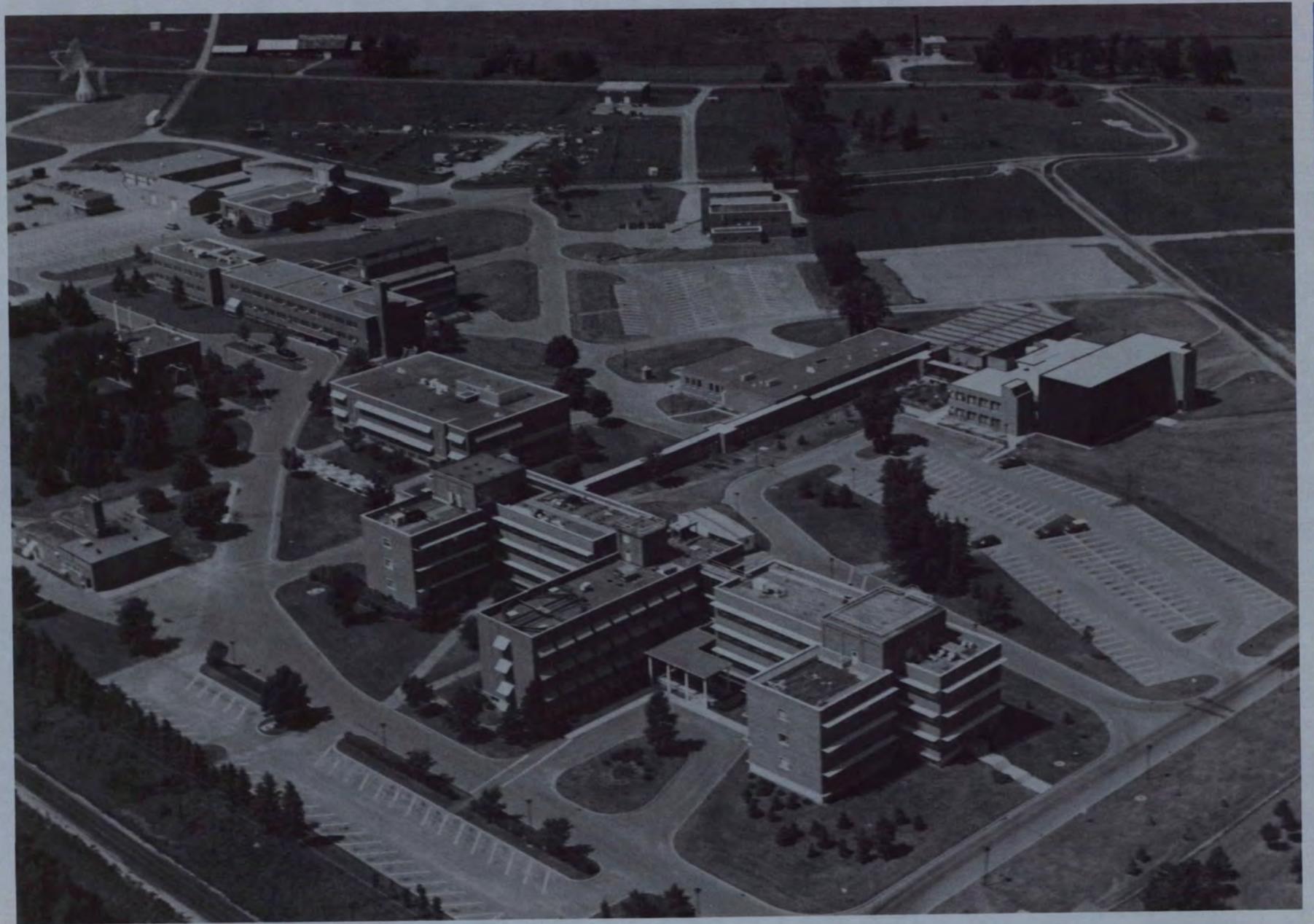
Ce satellite et les trois qui suivirent, de la série Alouette-ISIS, furent lancés entre 1962 et 1971 et permirent, pour la première fois, l'étude de l'ionosphère à partir d'un angle supérieur et l'examen de son influence sur les radiocommunications. Les deux derniers satellites de cette série continuent toujours de transmettre de l'information aux scientifiques.

Ces satellites, et plus récemment le satellite de télécommunication à grande puissance, Hermès, furent conçus au Centre de recherches sur les communications (CRC)¹ du ministère des Communications, qui dirige aussi les stations de contrôle au sol de ces satellites. L'équipe d'experts qui a contribué au développement de ces satellites, prête aussi main-forte aux autres organismes du gouvernement du Canada pour la planification et la mise en oeuvre de leurs programmes spatiaux.

Le MDC, à cause de son rôle de chef de file dans le développement de systèmes spatiaux tient aussi à s'assurer que l'industrie spatiale canadienne tire avantage au maximum des programmes gouvernementaux afin qu'ils puissent devenir compétitifs sur les marchés canadiens et étrangers, en matière de fourniture de produits utilisés pour les besoins spatiaux. En plus de recourir à l'industrie privée aussi souvent que possible pour ses projets spatiaux, le MDC gère un programme d'attribution de contrats, qui se chiffre à plusieurs millions de dollars. Établi spécifiquement pour préparer l'industrie à participer aux programmes envisagés, il est le complément des programmes d'aide à l'industrie, plus vastes et plus généraux, du ministère de l'Industrie et du Commerce et du Conseil national des recherches du Canada.

Les installations du Centre de recherches sur les communications, en banlieue ouest d'Ottawa.

¹cf pages 44-49 pour la description des installations du CRC



Le ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources (EMR)

Le ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources est chargé de veiller à l'exploitation efficace des ressources minérales et énergétiques canadiennes pour assurer le bien-être présent et futur de la nation. Pour ce faire, il est en mesure d'appliquer divers programmes portant sur l'utilisation de l'énergie, les ressources minérales, les études et les recherches minières et métallurgiques, la recherche et les relevés géologiques et il voit à la gestion du Bureau de la conservation de l'énergie. Le ministère doit aussi contribuer au développement de méthodes de conservation et d'exploitation des ressources du sol, au bénéfice présent et futur de la nation, en appliquant des programmes tels que relevés aériens et au sol, cartographie terrestre et aérienne, recherches et relevés géologiques, géophysique, études du plateau continental polaire et télédétection.

Beaucoup de ces programmes sous-tendent des activités spatiales ou d'autres activités qui s'y rattachent. Cependant l'activité principale de l'EMR, en ce domaine, est principalement menée par le truchement du Centre canadien de télédétection (CCT), responsable du développement d'installations et des techniques nécessaires à la production et à l'utilisation de données recueillies à distance à l'aide de satellites et d'aéro-nefs volant à très haute altitude.¹

Les responsabilités qui incombent à l'EMR, et plus spécialement au CCT, pla-cent ce ministère en tête de file en ce qui concerne l'exploitation et l'opération des programmes de satellites pour la détection des ressources du sous-sol au Canada et la direction du développe-ment de télédétecteurs et de plates-formes de télédétection.

Le ministère des Pêches et de l'Environnement (MPE)

Le ministère des Pêches et de l'Environnement est chargé d'améliorer la gestion et l'exploitation économique des res-sources aquatiques et marines repro-ductibles du Canada en utilisant les pro-grammes des Services des Pêches et de la Mer, le tout associé au contrôle de la qualité de l'environnement; il est aussi responsable de la protection et de l'amélioration de la qualité de l'environnement, des services météorologiques, de l'amélioration de la gestion et de l'exploitation économique soutenue de la forêt, de la faune et des ressources hydrauliques du Canada en faisant appel au programme des Services de l'environnement.

Tous les programmes du MPE utilisent ou utiliseront les services que rend possi-ble le matériel à bord des satellites pour des applications en foresterie, en glaciologie, en océanographie, en pêcheries, en exploitation des terres et en météorologie, ainsi que pour la gestion des eaux intérieures. Le ministère est essentiellement un utilisateur des ser-vices relevant de la technologie spa-tiale et n'est pas, d'une manière générale, orienté vers la mise au point de détecteurs ou d'engins spatiaux. L'u-tilisation la plus évidente de ces services est effectuée par le truchement du Ser-vice de l'environnement atmosphérique¹ qui exploite trois stations terriennes de réception pointées sur des satellites météorologiques. L'acquisition d'infor-mations à partir de sites éloignés télécommandés via satellite est un autre domaine important d'application du MPE. Les Services de gestion de l'environnement disposent d'installations à la sta-tion de Prince-Albert pour le décodage, le traitement, le stockage et la distribu-tion des données à partir des systèmes de cueillette d'informations des satellites Landsat et GOES.

De plus, le MPE parraine un pro-gramme expérimental en vertu duquel les traces de composants stratosphéri-ques sont mesurés en vue, notamment, de comprendre la dynamique de la zone d'ozone.

¹Les activités du CCT sont décrites à la page 50

¹cf. La description du Service de l'environnement atmosphérique page 87.



Microscope électronique à balayage associé à un analyseur intégral à microsonde, utilisé au Centre de recherches sur les communications pour déterminer la fiabilité et analyser les pannes de matériels et dispositifs électroniques.

Le ministère des Transports (MDT)

Le ministère des Transports est responsable de la formulation et de l'application de la politique fédérale en matière de transports terrestres, maritimes et aériens. Le Ministère dispose d'installations de contrôle du trafic aérien pour tous les vols internationaux utilisant les routes de

l'Atlantique Nord. Le Ministère endosse des responsabilités comparables en matière de navigation nationale et internationale dans les eaux côtières et intérieures du Canada. Le MDT doit aussi assumer certaines responsabilités internationales confiées au Canada par l'Organisation intergouvernementale consultative de la navigation maritime (OMCI) ainsi que par l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI).

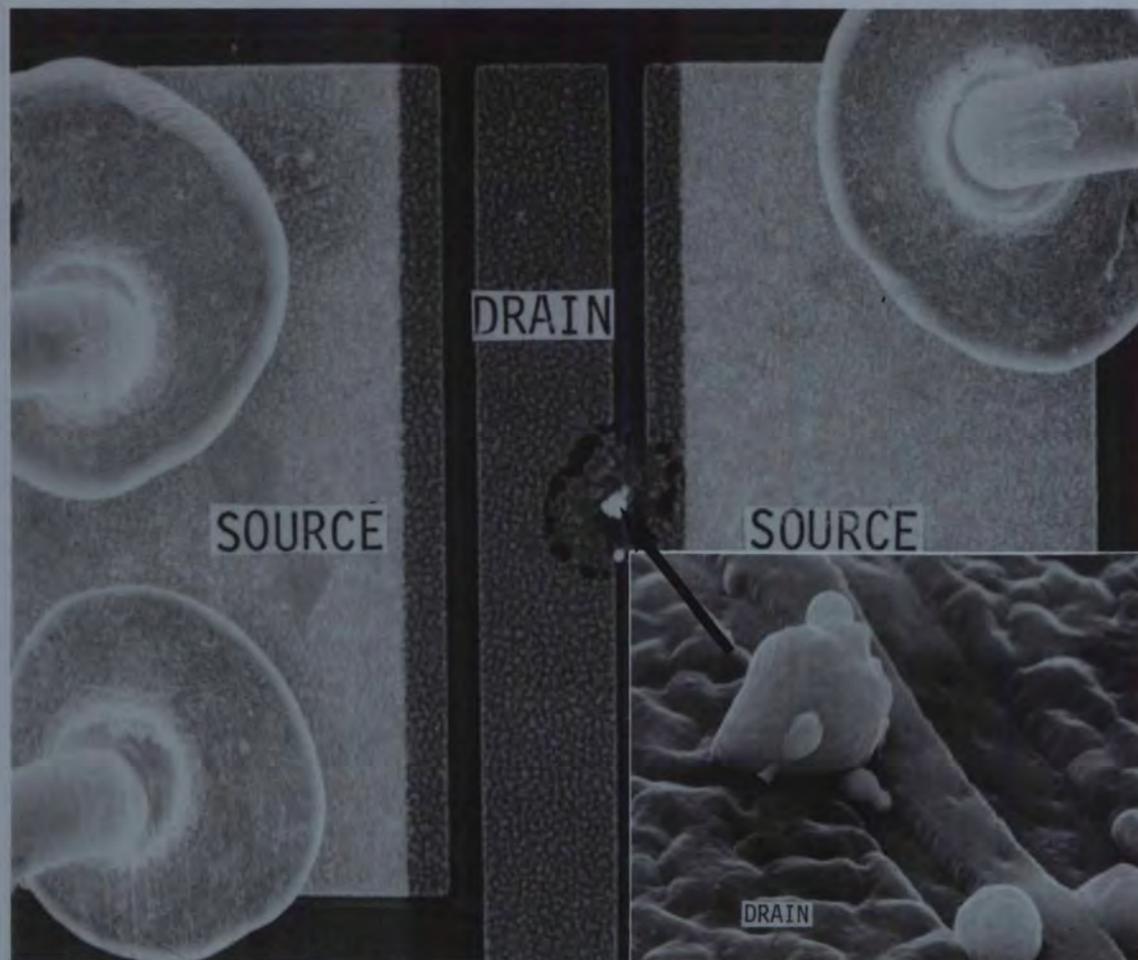
Le MDT est un utilisateur actuel et potentiel des services spatiaux et participe à l'élaboration de projets spatiaux destinés à assurer la sécurité et l'efficacité des opérations maritimes et aériennes. Parmi les services étudiés, on note le programme international AÉRO-SAT, en vue de définir les possibilités d'utilisation des satellites pour le contrôle du trafic aérien; le Comité préparatoire international INMARSAT, en vue de définir un segment spatial pour l'amélioration des communications maritimes; les essais d'une station MARISAT, installée à bord de l'un de ses brise-glaces; l'étude d'utilisation d'un satellite de télécommunication UHF polyvalent (Musat) pour permettre l'accès des télécommunications aux installations situées dans des régions isolées du Canada ainsi qu'aux navires et aux avions évoluant dans des régions éloignées; et enfin, un satellite de repérage et de sauvetage (Sarsat) qui permettra de détecter et de localiser rapidement tout navire et aéronef en perdition. Le MDT observe aussi avec intérêt le programme américain NAVSTAR qui est un système de satellites devant être utilisé pour la navigation à l'échelle du globe.

Le ministère de la Défense nationale (MDN)

Le ministère de la Défense nationale est responsable de la formulation de la politique nationale de défense et de son exécution par les Forces armées canadiennes; il est aussi responsable de la gestion et de l'opération de toutes les installations militaires canadiennes.

Le Conseil de recherches pour la défense (DN-CRD), qui relève directement du ministère de la Défense nationale, était, jusqu'à récemment, responsable du Centre de recherches en télécommunications pour la défense (CRTD). Pendant quinze ans, jusqu'en 1962, date à laquelle fut lancé le premier satellite canadien Alouette I, ce Centre était chargé de la conception, la mise au point, la construction et l'opération des astronefs et aussi des recherches sur l'ionosphère et sur les télécommunications. Le CRTD fut aussi responsable des tout premiers programmes de lancement de ballons et de fusées. C'est en 1969 qu'il fut transféré au MDC et prit le titre de Centre de recherches sur les communications (CRC).

Le MDN a la responsabilité de se tenir à la pointe de l'actualité spatiale et d'être au fait des développements reliés au domaine spatial; il doit aussi mettre à profit tout système spatial susceptible d'atteindre ses objectifs de défense compte tenu du meilleur rapport coûts/performances. Le ministère poursuit



Défaillance catastrophique d'un transistor à effet de champ à l'arséniure de gallium, provoqué par une décharge statique. La photographie a été prise à l'aide d'un microscope électronique à balayage au Centre de recherches sur les communications.

donc des études de faisabilité et de réalisation concernant des applications spatiales visant à la défense, et les recherches connexes sont réalisées dans divers centres de recherches pour la défense (CRD).

Dans le cadre de la Défense aérienne de l'Amérique du Nord (NORAD), le MDN exploite, pour le Réseau de détection et de poursuite spatiales (SPADATS), des stations au sol installées à Cold Lake en Alberta, et à St. Margarets au Nouveau-Brunswick. Elles sont équipées de caméras Baker-Nunn pour détecter les satellites et fournir les informations de pointage et de poursuite. De plus, la station St. Margarets est équipée d'un système unique d'identification d'objets spatiaux (SOI) mis au point par l'armée de l'air américaine, qui fournit un signal optique d'identification d'objets ou de cibles évoluant dans l'espace lointain.

Le Centre d'essai d'ingénierie aérospatiale (CEIA) du MDN participe à l'exécution d'un programme de sondage de l'environnement à la base des Forces canadiennes de Cold Lake, Alberta. Depuis le début de ce programme, plus de 900 fusées-sondes ont été lancées à partir du pas de tir du Lac Primrose, fournissant des informations sur la température et sur les vents, à une altitude de plus de 51 km. En associant ces données à celles provenant d'autres stations et réseaux, ce programme permet de constituer un fond d'informations propres à la recherche, un ensemble de données climatiques, thermiques et éoliennes sur les hautes couches atmosphériques, ainsi qu'une mise à jour approximative des conditions en temps

réel des couches atmosphériques supérieures permettant une utilisation opérationnelle immédiate.

Le ministère aide aussi à la réalisation d'études sur les télécommunications militaires entreprises par le CRC. Plus récemment, il a parrainé le CRC en vue du développement d'un système de repérage et de sauvetage par satellite.

Le ministère de l'Industrie et du Commerce (I&C)

Le ministère de l'Industrie et du Commerce est responsable de la formulation et de la mise en oeuvre des politiques et des programmes visant au soutien et au développement des capacités industrielles canadiennes ainsi qu'à la promotion et au développement des exportations et des échanges internationaux.

Ce ministère est directement et profondément concerné par la mise en oeuvre, dans le secteur spatial, de politiques assurant le soutien et le développement des industries canadiennes touchant à l'espace, à l'électronique ainsi qu'à l'informatique.

Le ministère des Affaires extérieures (AE)

Le ministère des Affaires extérieures est responsable de la formulation et la mise en oeuvre de la politique internationale

du Canada, ainsi que du contrôle de l'ensemble des relations et des activités internationales. Le ministère collabore avec le MDC pour la représentation du Canada auprès des organisations spatiales internationales. C'est ce ministère qui négocie et ratifie au nom du Canada les traités et les accords internationaux.

Le ministère d'État aux Sciences et à la Technologie (MEST)

Le ministère d'État aux Sciences et à la Technologie est chargé d'encourager le développement et l'utilisation des sciences et de la technologie au service des objectifs nationaux. Pour ce faire, il doit essentiellement mettre au point les politiques destinées à orienter et à soutenir les sciences et la technologie au Canada, définir les politiques et apporter son conseil pour la mise en application des ressources scientifiques et techniques dans l'intérêt national, et enfin stimuler l'utilisation des connaissances scientifiques et technologiques en vue du développement et de la formulation de la politique intérieure.

Dans l'univers scientifique et technologique de l'espace, ce ministère est donc principalement chargé de développer les politiques spatiales du Canada et de s'assurer que les mécanismes de surveillance et de gestion des programmes spatiaux sont constamment mis à jour et répondent aux changements des conditions et aux nouvelles opportunités pouvant se présenter.

Installations
spatiales du
gouvernement



Le Centre de recherches sur les communications (CRC)

Depuis 1947, tout d'abord sous le nom de Laboratoire de radio physique, plus tard appelé Établissement de recherches en télécommunications pour la défense du CRD et portant depuis 1969 son nom actuel, le Centre de recherches sur les communications¹ se consacre à l'étude des phénomènes des couches supérieures de l'atmosphère, à l'étude des fusées, au repérage des satellites et à la conception, la construction et l'exploitation de satellites scientifiques. Il prend en charge ou parraine une grande partie de la recherche spatiale au Canada; il est aussi responsable du programme de satellites scientifiques ISIS.² Les recherches et les développements sont orientés vers trois secteurs principaux: l'électronique, la mécanique et les applications.

Le Laboratoire à grande fiabilité sert au développement et à l'application des techniques pour évaluer la fiabilité des sous-systèmes, des composants, des dispositifs et des produits électroniques destinés aux systèmes spatiaux de télécommunication. On y développe des techniques de mesure et d'essai non-détériorantes, effectue des analyses de fuites, évalue la fiabilité des techniques de fabrication et celle des systèmes, et détermine les procédures d'approvisionnement en composants et matériaux destinés à des applications spatiales. Les capacités de ce laboratoire sont partiellement illustrées par les photographies ci-après.

Les activités concernant l'électronique spatiale portent sur la technologie des terminaux terriens, la détection d'altitude par RF, la propagation des ondes radio et les télécommunications entre aéronefs et satellites. Une des grandes réalisations du CRC en ce domaine a été la mise au point d'un amplificateur à transistor à effet de champ de 12 GHz (ATEC). On admet généralement que ce fut le premier ATEC à rencontrer les exigences de l'application spatiale et le premier à avoir été embarqué.

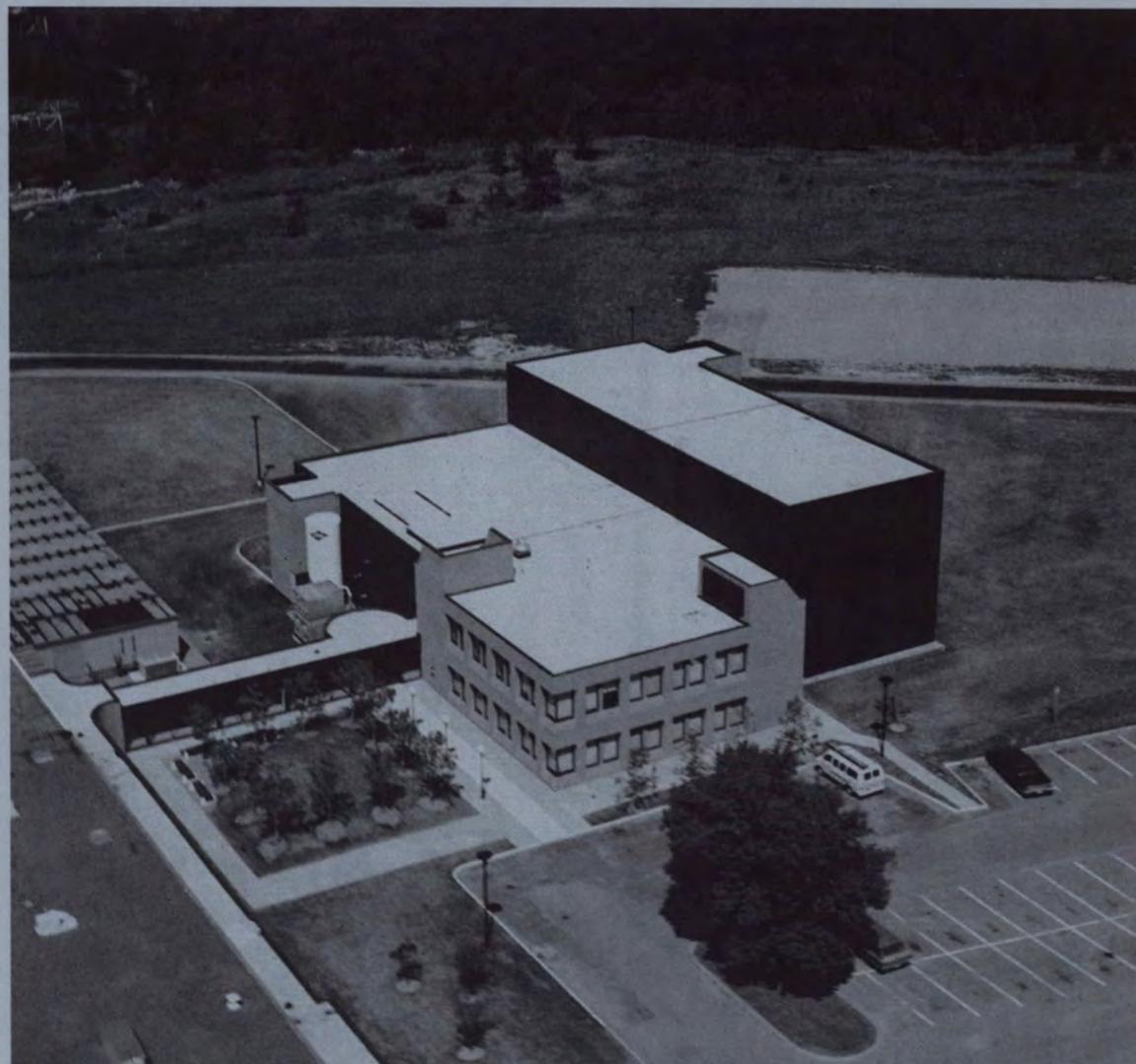
La recherche appliquée en mécanique spatiale et le développement avancé de sous-systèmes critiques entrant dans la conception d'aéronefs sous-tendent l'exécution de travaux sur des structures, des matériaux, des dispositifs de contrôle ainsi que la réalisation de maquettes dynamiques de satellites et d'assemblages spatiaux flexibles. Le développement des nouveaux dispositifs de commande des satellites et la recherche en dynamique sont analysés à l'aide d'un ordinateur hybride.

Le Bureau du programme des télécommunications spatiales (SCOPO) a été créé le 1^{er} avril 1976. Il est responsable de la gestion et de la surveillance des opérations de toutes les missions du MDC utilisant les satellites; il s'agit notamment de l'horaire d'utilisation et du contrôle de toutes les fonctions des satellites, de la mise en place et de l'entretien des terminaux terriens canadiens et de la coordination de toutes les expériences canadiennes utilisant les satellites du MDC. Le SCOPO doit aussi prêter assistance à la planification des missions de satellites à venir.

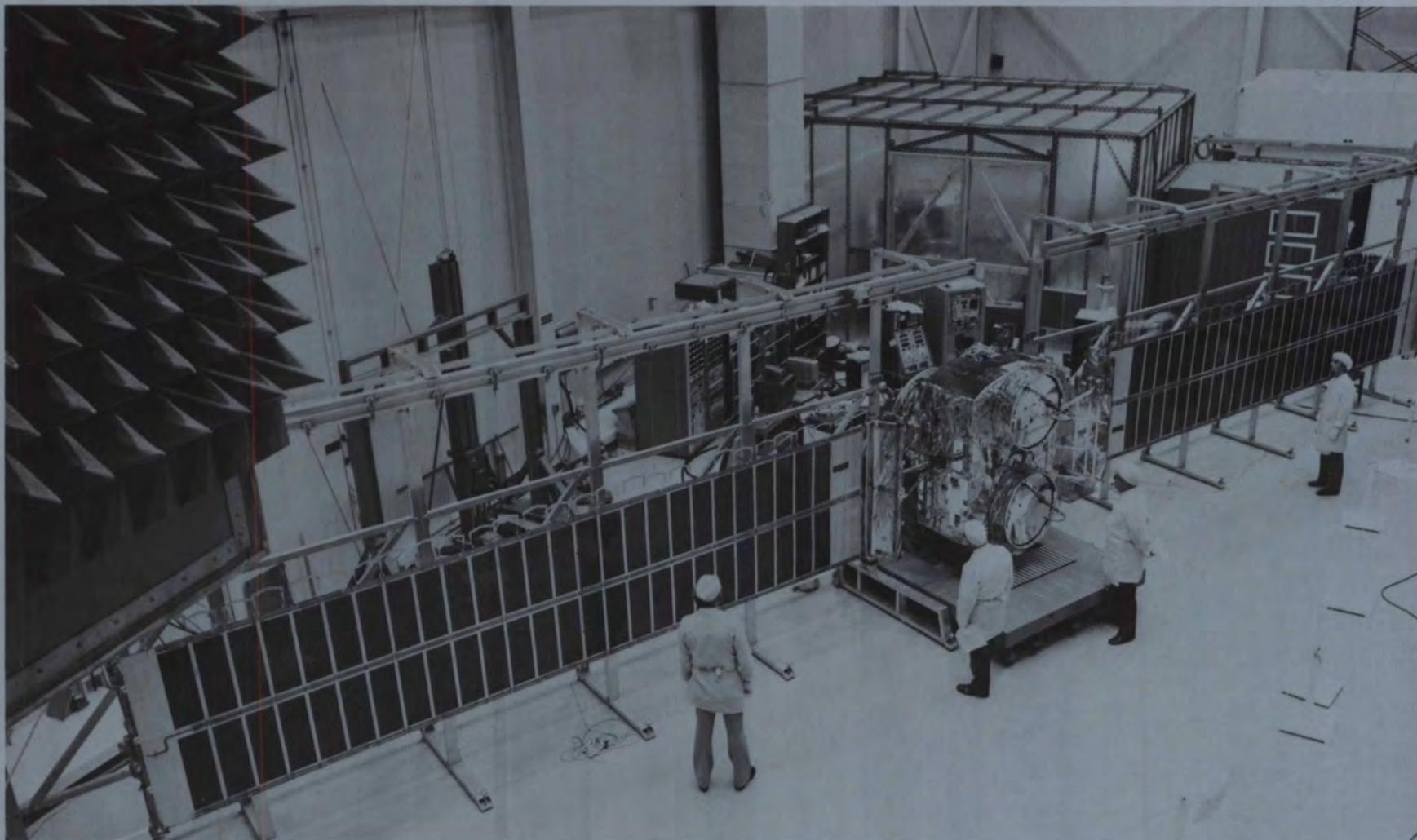
¹Le Laboratoire David Florida, décrit à la page 47, fait partie du CRC

²Programme ISIS, cf, page 82.

Le Laboratoire David
Florida (DFL)



Le Laboratoire David Florida, situé en banlieue ouest d'Ottawa sur les terrains du Centre de recherches sur les communications.



Maquette de vol grandeur nature du satellite STT au cours des essais de déploiement des panneaux solaires dans le hall d'assemblage du Laboratoire David Florida. À gauche de la photo, une section de la porte conduisant aux installations d'essais RF.

Le Laboratoire David Florida* du CRC, achevé en 1972, prête ses services et son appui technique à l'industrie, aux universités, aux ministères et organismes du gouvernement, sur une base de paiement au prix coûtant, pour l'utilisation de ses installations de construction et l'essai d'engins et de dispositifs spatiaux.

Le Hall d'assemblage mesure 12 m sur 30 m avec une hauteur libre de 9 m. Des filtres à air, intégrés à la structure du bâtiment, assurent le contrôle de la pureté de l'air ambiant; la zone d'intégration est équipée de bancs fixes à flux laminaire horizontal et dispose d'un groupe mobile de filtration à flux laminaire, dont l'efficacité de filtration rencontre les normes de classe 100.

Une plate-forme de 125 m² isolée des ondes sismiques a été installée à proximité des magasins de composants et d'instruments d'essai; elle sert aux essais mécaniques des gyroscopes, des détecteurs et de tous les systèmes de commande pour les engins spatiaux.



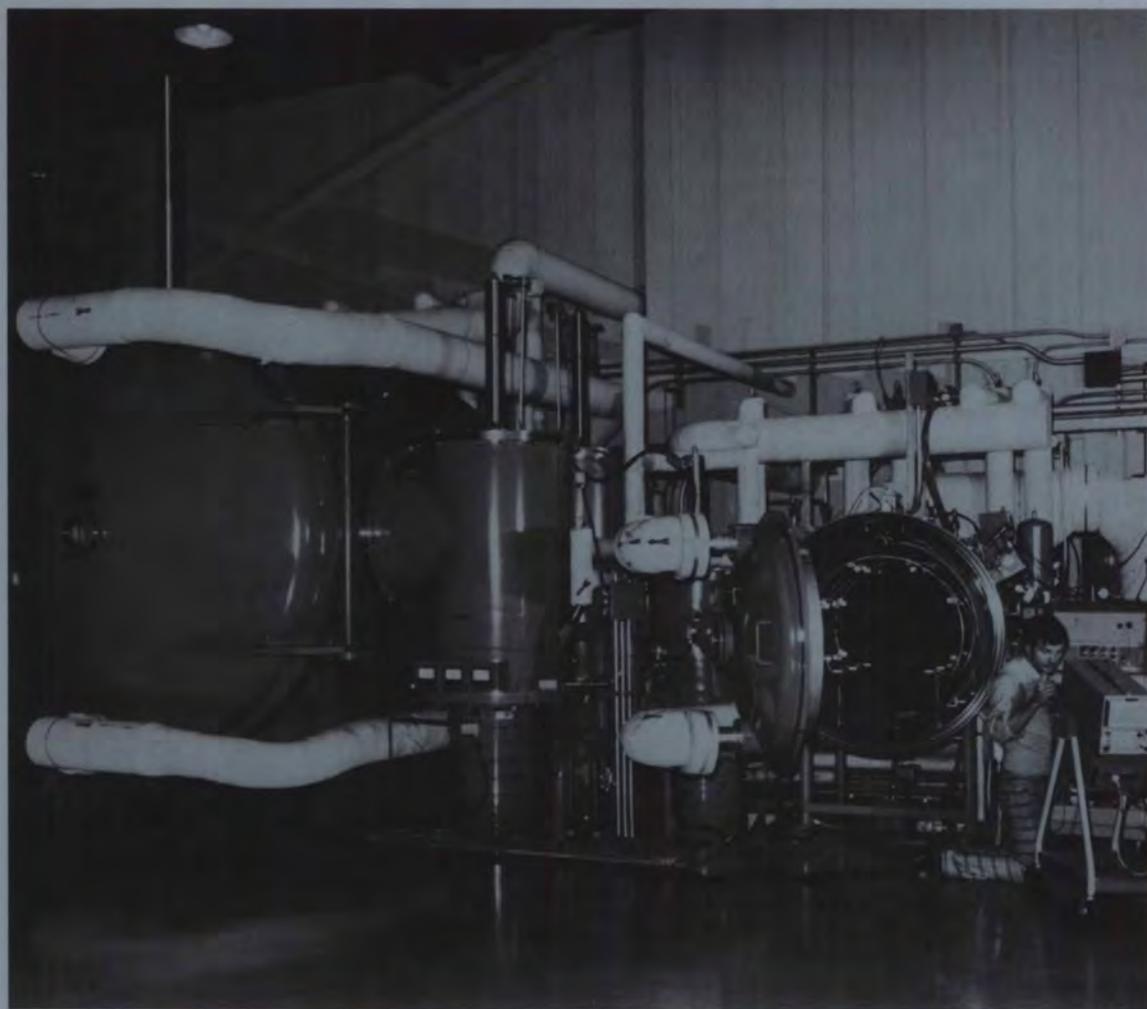
*C. David Florida fut directeur du Laboratoire national des télécommunications spatiales et directeur du programme ISIS; sa mort, survenue en 1971 à l'âge de 57 ans, a interrompu brutalement sa carrière. On nomma le Laboratoire à sa mémoire, en reconnaissance de la contribution exemplaire qu'il apporta à la réalisation des programmes spatiaux canadiens.

La chambre sourde mesure 7 m x 7 m x 7 m et a une capacité d'absorption de l'ordre de 30 à 50 dB dans la gamme de 1 à 20 GHz. La table télécommandée de positionnement sur

trois plans a une précision de 0,01°. Un engin spatial SIT complet a déjà été soumis aux essais sur cette table.

L'installation d'essai à hautes fréquences peut être utilisée soit comme terminal d'un polygone d'essai d'antenne, soit comme chambre sourde RF. Une fenêtre perméable aux hautes fréquences est orientée vers une tour située à 150 m de distance et utilisée comme deuxième terminal du pas d'antenne. Une salle d'appareillage et de contrôle est adjacente. On y a déjà développé des procédés standard d'essai et on dispose maintenant d'une bibliothèque importante portant sur le logiciel de réduction des données.

Le simulateur d'ambiance spatiale comprend des chambres d'essai à vide, des bancs de vibration et autre instrumentation permettant de recréer les conditions spatiales auxquelles sont soumis les engins spatiaux au cours de leur lancement et de leur vol. On y mesure et enregistre les performances des sous-systèmes mécaniques et électroniques de même qu'on y vérifie l'intégrité des structures entre elles. C'est ainsi que l'on peut contrôler jusqu'à 160 points d'essai et enregistrer les données sous un format totalement numérique pouvant être réduit ultérieurement. Vingt points d'essai peuvent être présentés en temps réel. Le contrôle de la température ambiante de la grande chambre d'essai à vide (3 m de diamètre par 9 m de longueur) est assuré par l'intermédiaire de deux panneaux cryogéniques amovibles pouvant



Installations des essais d'ambiance
1m x 1m, 10^{-7} torr, $-196^{\circ}\text{C} + 150^{\circ}\text{C}$
2, 5m x 2, 5m, 10^{-6} torr, $-196^{\circ}\text{C} + 150^{\circ}\text{C}$
et à l'extrême gauche
3m x 9m, 10^{-6} torr, $-196^{\circ}\text{C} + 150^{\circ}\text{C}$

être refroidis ou chauffés séparément ou conjointement; ce dispositif permet de simuler les importantes contraintes thermiques habituellement rencontrées dans l'espace. Les trois chambres expérimentales peuvent fonctionner en cycle pré-programmé à des niveaux déterminés de température et de vide.

Ce laboratoire dispose aussi de plusieurs tables d'essai de vibration. La plus importante est assise sur un socle de 68t isolé des ondes sismiques et peut produire 53 kilonewtons en vibrations sinusoïdes ou 44,5 kilonewtons en vibrations aléatoires. Le plateau peut subir un déplacement de 2,5 cm à des fréquences variant entre 5 Hz et 3 000 Hz. L'accélération peut être appliquée sous des formes variées, en ondes sinusoïdales, en ondes aléatoires ou en ondes hybrides. L'accélération maximale applicable est fonction de la masse de l'objet soumis aux essais ainsi que du gabarit sur lequel il est arrimé; ainsi, l'accélération maximale applicable à un élément pesant 550 kg est de 10 g.

L'intégration du Laboratoire David Florida au CRC aide à profiter des services d'experts scientifiques et techniques de part et d'autre et permet au laboratoire un accès direct aux autres installations du CRC.



Salle de commande de l'installation d'essais de vibration du Laboratoire David Florida. Les accélérations et les contraintes peuvent être surveillées en même temps sur 42 points de contrôle différents. Le pupitre peut aussi obéir

à un programme de simulation d'essais et un dispositif de sécurité interrompt automatiquement les vibrations si l'accélération dépasse les limites fixées dans le programme.

Le Centre canadien de télédétection (CCT)

Le CCT, dirigé par l'EMR selon les orientations du Comité interorganisme sur la télédétection et en collaboration avec les groupes de travail du Comité canadien consultatif sur la télédétection, prête ses services aux ministères et aux organismes fédéraux et provinciaux, à l'industrie, aux universités et au public en général. Les activités du CCT lui-même sont concentrées sur le programme de télédétection par satellite, sur le programme aéroporté de télédétection ainsi que sur le programme de mise en application; toutefois, ses installations sont mises à la disposition des scientifiques et des usagers des techniques et des informations propres à la télédétection.

La Station Prince-Albert pour le repérage de satellites, installée à Prince-Albert en Saskatchewan, suit régulièrement les satellites Landsat et ceux de la NOAA et couvre ainsi la majeure partie du Canada. Elle utilise pour ce faire une antenne de 26 m de diamètre ainsi qu'une antenne à commande manuelle complémentaire de 4 m qui permet d'obtenir une bonne réception des données en provenance des satellites de la NOAA lorsque se présentent des conflits d'horaires avec la réception des données du Landsat. Un nouveau dispositif doit être mis en place en 1977 à la station de Prince-Albert: celui-ci, à l'aide d'un enregistreur à rayon laser, permettra d'obtenir une image noir et blanc de grande qualité et à grande définition.



Toutes les images à grande résolution en provenance de LANDSAT et traitées par le CCT ont été obtenues sur ces enregistreurs à faisceau d'électrons. Les électrons y dessinent les images sur un film 70 mm.

Une deuxième station, construite par la société MacDonald, Dettwiler and Associates Limited de Vancouver, (Colombie-Britannique), a été installée au début de 1977 à Shoe Cove à proximité de St-Jean, Terre-Neuve, afin d'exercer une couverture totale du Canada et d'une partie de l'Atlantique. À l'exception de l'antenne, le matériel récepteur et de traitement est logé dans une remorque qui peut facilement être déplacée si besoin est. L'ensemble du système est maintenant programmé pour traiter les informations des satellites Landsat et ceux de la NOAA; toutefois, ce programme peut être changé pour produire des images, des informations CCT et des fac-similés de signaux informatiques en provenance de multispectrographes (MSS) à bord de satellites. Des modifications seront apportées à cette station pour permettre la lecture et le traitement des données du satellite Seasat "A" qui doit être lancé par la Nasa en avril 1978.

D'importantes installations de soutien ont été créées à Ottawa. Parmi celles-ci, il faut noter l'installation de mini-calculateurs importants et de taille moyenne ainsi que certains équipements connexes spécialisés.



La Station Prince-Albert de repérage de satellites, enregistre des multispectrogrammes (MSS) qu'elle reçoit du Landsat, ainsi que des informations radiométriques de grande réso-

lution (VHRR) provenant des satellites de la NOAA. Un dispositif d'affichage rapide permet de reproduire des images en temps réel qui sont rapidement distribuées aux usagers.

Le volume des données en provenance des satellites pose des problèmes difficiles à résoudre; il ne faut pas oublier qu'une simple image en provenance du Landsat, couvrant une superficie de 185 km² contient environ 7 millions de données ponctuelles. Il a fallu concevoir le Système Image-100 pour traiter le plus efficacement possible un tel volume d'informations. L'utilisation de ce système porte notamment sur la classification des forêts et des grands pâturages naturels, le repérage des récoltes, l'analyse des dommages dus aux insectes, aux maladies ou aux incendies, l'évaluation des inondations, de la pollution des lacs ainsi que d'une gamme importante d'autres problèmes. Un autre système similaire d'interprétation, mais plus lent, a été intégré au système informatique plus important PDP 10.

Le DEC Système-10, ordinateur conventionnel important, fournit aux scientifiques de tout le Canada un accès soit direct, soit à distance, à la plupart des installations puissantes de traitement des données de satellites, sises à Ottawa. Les périphériques de ce système sont équipés spécialement d'un dispositif de visualisation en couleur et d'un micro-densitomètre à balayage; ils doivent être équipés prochainement d'un processeur matriciel.



Le système d'ordinateur à temps partagé PDP-10 des laboratoires du CCT est utilisé pour prétraiter des données des satellites Landsat, pour traiter les données numériques en provenance des avions, ainsi que pour analyser et rehausser numériquement les données MSS.

Le CCT dispose aussi de quatre avions équipés des appareils de détection et de navigation nécessaires:

- un Fan Jet Falcon Dassault, pouvant voler à 11 000 m, sert aux études de détection en haute altitude;
- un Convair 580, avec un rayon d'action de 4 000 km, est en cours d'équipement pour des missions dans l'Arctique et au large des côtes du Canada. Il emportera des détecteurs à hyperfréquences dont un radar à définition synthétique pour les études liées aux besoins d'un futur satellite canadien de surveillance.
- Deux DC-3 sont équipés pour des missions de télédétection en basse altitude ainsi que pour l'expérimentation de nouveaux détecteurs et dispositifs de détection. Ces avions sont utilisés sur demande des usagers à travers le Canada sur une base de remboursement partiel des frais de fonctionnement.

Avec le Falcon Fan Jet Dassault, le CCT dispose d'un laboratoire de détection embarqué, volant à haute altitude, et pouvant atteindre rapidement des régions éloignées.



Le Conseil national des recherches — Installations spatiales

La Direction des installations de recherche spatiale (DRS) du CNRC parraine la science de l'espace au Canada. Elle organise et dirige les campagnes de lâchers de ballons et de lancements de fusées et gère aussi plusieurs stations de recherche. La Direction peut organiser et effectuer des lâchers de ballons et des lancements de fusées à partir de n'importe quel endroit, et en n'importe quelle saison. Elle distribue ses services, lorsque le temps est disponible, à des organismes non canadiens sur une base comptable calculée d'après le prix de revient.

Section technique

La section technique de la DRS participe à la réalisation de programmes de fusées-sondes. À cette fin, elle acquiert les moteurs de fusée et dirige la conception et la fabrication par l'industrie canadienne des charges utiles instrumentales. En collaboration avec la section des opérations et avec l'assistance des spécialistes de l'industrie, la section technique prend toutes les dispositions nécessaires au lancement et à la poursuite des fusées-sondes, à la collecte et à l'enregistrement des données télémesurées, à la récupération des charges utiles des fusées et à la conversion des données enregistrées en des formes adaptées pour l'analyse. Dans le cadre du programme scientifique spatial canadien, quatre fusées-sondes ont ainsi été lancées en 1976: une Black Brant IVB, une Black Brant VB et une Black Brant VI ont été lancées du Pas de tir de recherche Churchill (PRC) et une Black Brant VB a été lancée de Woomera, en Australie.



Ballon prêt à être lâché de l'une des stations canadiennes.

En décembre 1975, la réussite du vol inaugural d'essai de la fusée-sonde Nike-Black Brant V a permis de qualifier cet engin spatial pour la recherche scientifique. Trois fusées Nike-Black Brant ont été lancées au cours de l'année 1977.

Section des opérations

La section des opérations est responsable du fonctionnement du Pas de tir de recherche Churchill, complexe permanent de lancement de fusées et installation instrumentale au sol, de la Station de géophysique du Poste-de-la-Baleine, installation instrumentale au sol, ainsi que de la station de lâchers de ballons du CNRC. Cette section est aussi chargée de fournir les services nécessaires sur le site de lancement et d'assumer les services de sécurité sur le pas de tir pour tout lancement de fusée-sonde à partir du territoire canadien. Des installations semi-permanentes de lancement de fusées sont entretenues à Resolute et au Cap Parry, Territoires du Nord-Ouest. La section dirige des campagnes de lâchers de ballons au Canada pour lesquelles elle fournit les équipements électroniques de commande et de télémessure au sol et embarqués, l'équipement de lâcher et de récupération, et assure les services de poursuite, de lâcher et de récupération (par l'intermédiaire de contrats conclus avec le secteur industriel), de même qu'elle peut fournir les ballons, l'hélium, les parachutes ainsi que tout le matériel de vol connexe.

Fusées Black Brant III, prêtes au lancement à partir d'un site éloigné, en Nouvelle-Écosse, lors d'une éclipse solaire.





Un technicien du CNRC assemble les charges utiles de Black Brant III.

Pas de tir de recherche Churchill

Le CNRC assure, depuis 1965, le fonctionnement du Pas de tir de recherche Churchill (PRC), à Churchill au Manitoba. En plus des activités canadiennes régulières de lancement de fusées scientifiques, le PRC assure le fonctionnement de divers instruments au sol, fournit des services de lancement de fusées à des agences étrangères, lance les fusées-sondes météorologiques dans le cadre du réseau synoptique d'Amérique du Nord et fournit quelques services d'assistance lors de lâchers de ballons canadiens.

Station géophysique de Poste-de-la-Baleine

La DRS assure le fonctionnement d'une station géophysique installée à Poste-de-la-Baleine au Québec. Cette station assure le fonctionnement de riomètres, de radars auroraux, de caméras tout temps, de magnétomètres et d'appareils à micro-impulsions ULF.

Installation de lâchers de ballons scientifiques

Afin de répondre aux besoins en installations de lâchers de ballons à l'usage des scientifiques canadiens, la DRS, en collaboration et avec l'assistance du Service de l'environnement atmosphérique (SEA) du ministère des Pêches et de l'Environnement, a créé une installation mobile complète qui est entrée en opération en 1976.

Le lâcher inaugural réalisé à partir de Churchill, Manitoba, a eu lieu au mois de juillet 1976, emportant un télescope d'étude des rayonnements cosmiques. En août 1976, une campagne importante fut brillamment réussie à partir de Yorkton, Saskatchewan. En février 1977, la DRS a procédé au lâcher d'un ballon à partir de Cold Lake en Alberta: ce fut la première tentative hivernale de lâcher un grand ballon à partir du territoire canadien.

Sites de lâcher de ballons
et lancement de fusées



Légende

B Sites de lâcher de ballons

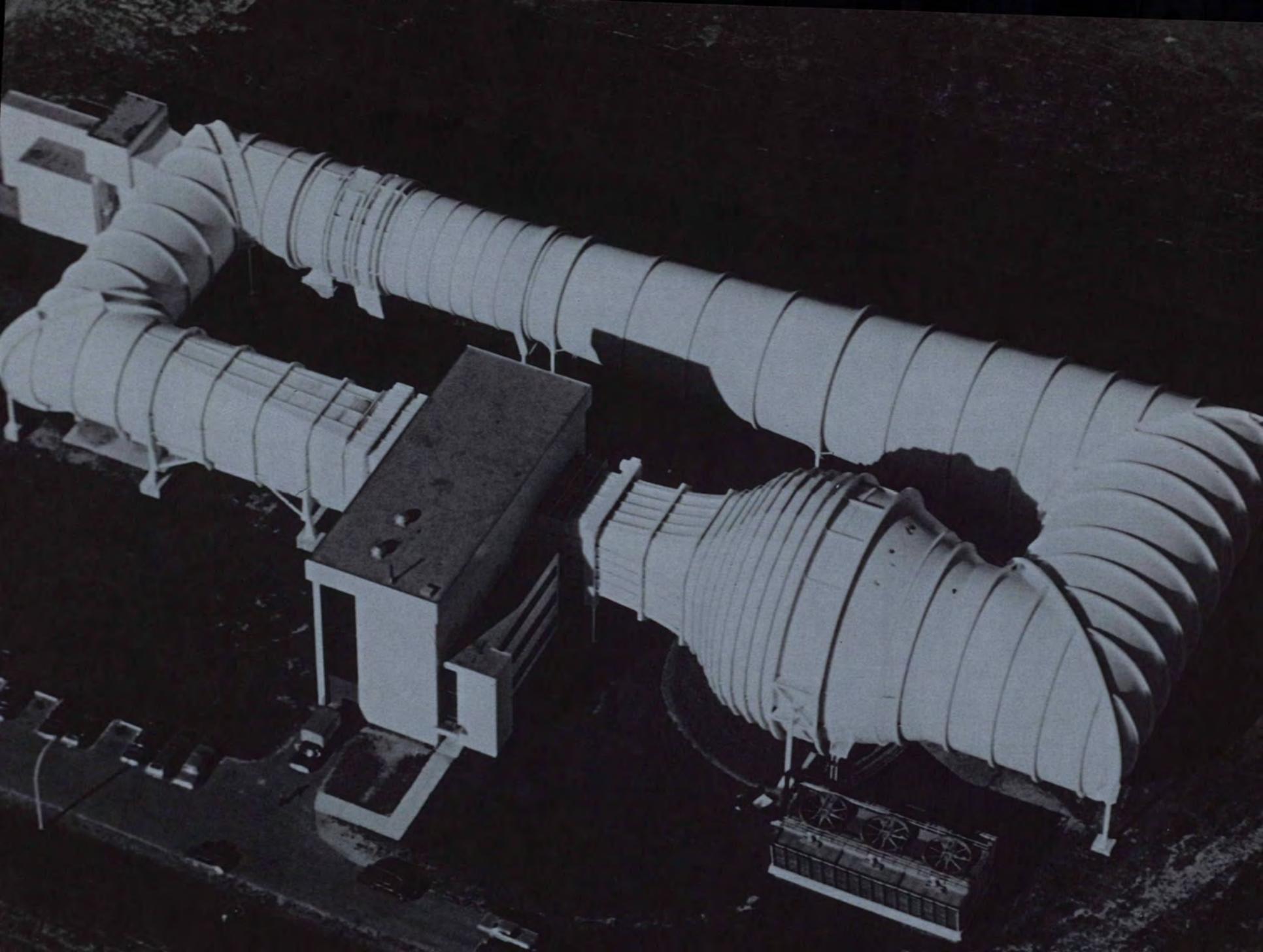
R Sites de lancement de fusées

La Soufflerie à hautes vitesses

L'Établissement aéronautique national (EAN) du CNRC est responsable du fonctionnement de la grande soufflerie pour l'aérodynamique des hautes vitesses installée à Ottawa. Elle est largement utilisée par des scientifiques appartenant à des ministères ou à des organismes du gouvernement canadien, à l'industrie aérospatiale canadienne, à la Nasa ainsi qu'à des agences étrangères. Cette soufflerie est du type à retour avec une veine d'expérience de 1,5 m²; elle est conçue pour supporter une pression interne de 1 700 kilopascals (kPa). Elle est avantageusement dotée d'un équipement expérimental bidimensionnel de 38 cm x 1,5 m et à nombre de

Reynolds élevé, qui est utilisé pour l'étude du comportement des voilures soumises à des phénomènes transsoniques lorsque les valeurs du nombre de Reynolds sont voisines des valeurs maximales. Cette installation a aussi été utilisée pour l'étude de modèles de voilures super-critiques et du comportement de voilures à portance augmentée par jet. La soufflerie a été utilisée pour les essais de qualification de corps de fusées et pour des études dynamiques de stabilité d'engins aérodynamiques comme la Navette spatiale.

La grande soufflerie pour l'aérodynamique des hautes vitesses du CNRC, vue à l'aéroport d'Uplands en banlieue d'Ottawa.

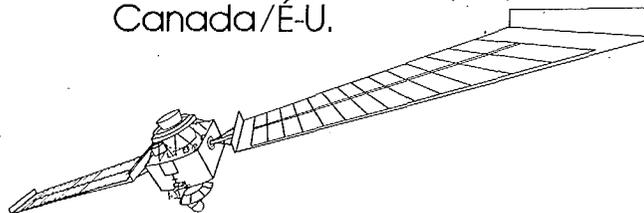


Activités
spatiales du
gouvernement



Programme de satellites de télécommunication

Hermès, le Satellite technologique de télécommunication (STT), Canada/É-U.



Au mois d'avril 1971, le MDC et la Nasa s'engagèrent mutuellement à entreprendre la réalisation d'un programme conjoint de satellite technologique de télécommunication. L'objectif était de placer un satellite technologique de télécommunication d'avant-garde sur une orbite géostationnaire à 116° de longitude ouest: ce véhicule devait servir de base d'expériences en technologie et en télécommunication dans la bande de fréquence 14/12 GHz, et son utilisation devait être partagée de façon égale entre le Canada et les États-Unis.

L'engin spatial, appelé aujourd'hui officiellement Hermès, fut conçu et construit au Canada par contrats conclus avec l'industrie canadienne. La Nasa était chargée de la conception et la mise au point du tube à ondes progressives de 200 watts ayant un rendement supérieur à 50%, des moyens d'essais de qualification et du lancement. L'Agence spatiale européenne (ESA) conclut un accord avec le Canada en mai 1972 par lequel elle s'engageait à fournir les tubes à ondes progressives de puissance moyenne ainsi que les amplificateurs paramétriques, et à développer les panneaux solaires flexibles.

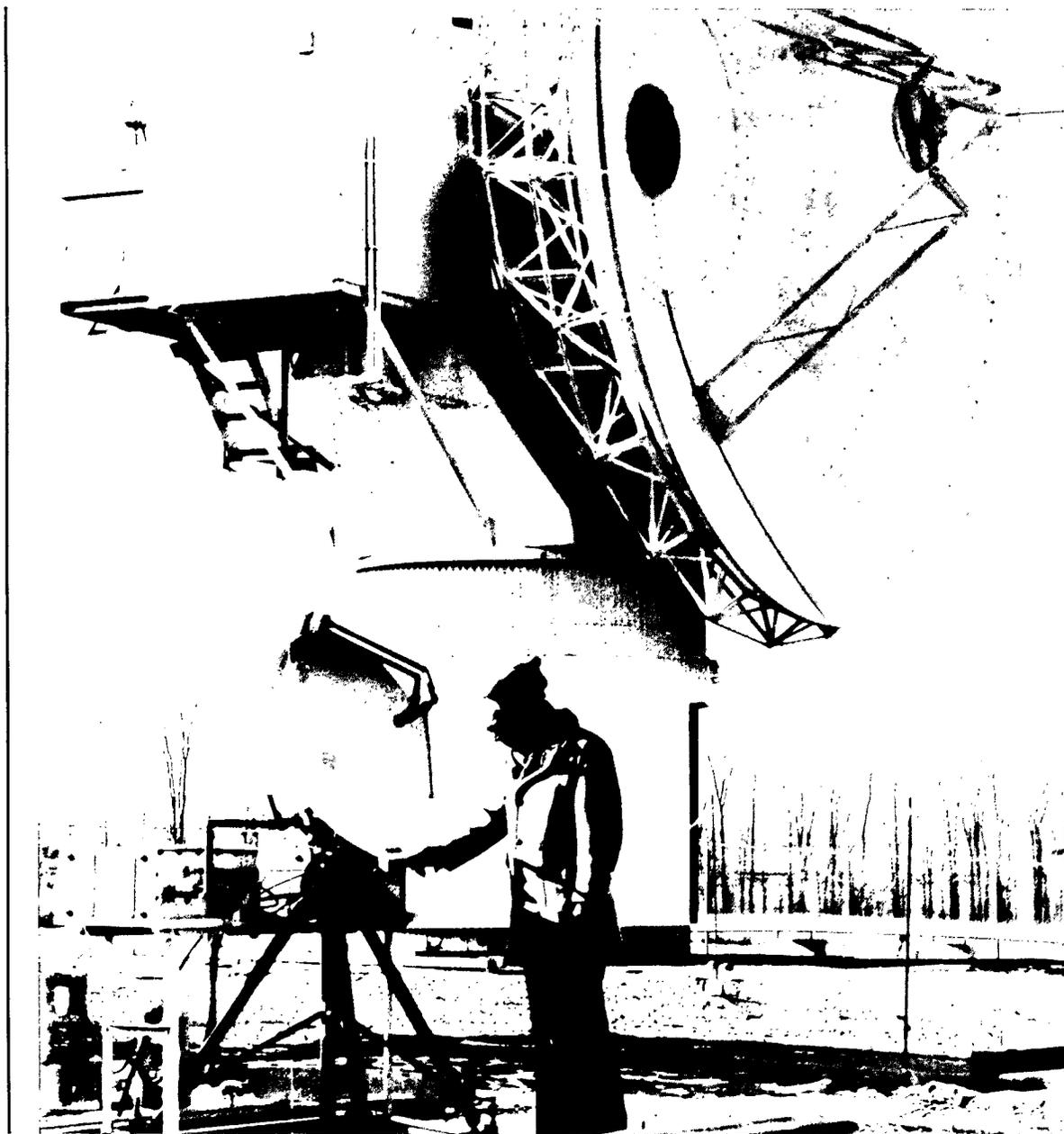
Le 17 janvier 1976, Hermès fut lancé par la Nasa, du Centre spatial Kennedy, emporté par une fusée Thor Delta 2914; il devint opérationnel le 1^{er} février 1976. Ce fut le premier satellite de télécommunication à grande puissance exploité dans la bande de fréquence 14/12 GHz.

Grâce à Hermès, le Canada désirait établir définitivement ses capacités industrielles de conception et de fabrication dans le domaine spatial, de développement et d'essais de composants utilisables sur les futurs satellites canadiens de télécommunication, et enfin mener à bien des expériences sur des systèmes de télécommunication par satellite utilisant les bandes 14/12 GHz.

Un grand nombre d'informations sur le comportement en vol du satellite dans les conditions normales de fonctionnement ont pu être rassemblées et sont actuellement en cours d'analyse. Dans la plupart des cas, les performances réalisées dans les conditions normales de fonctionnement sont conformes, sinon meilleures, aux spécifications et aux prévisions. L'étude du fonctionnement dans des conditions anormales, au cours de laquelle on a fait subir des secousses au satellite au moyen de commande par jets de gaz, s'est terminée avec succès.

Les satellites Anik et Hermès servirent à une démonstration de transmission radio bidirectionnelle au 2^e Symposium sur la radio dans les années 80, à Ottawa, en juin 1976. La liaison Ottawa-Frobisher Bay a été établie à l'aide d'Hermès tandis qu'Anik a servi à radiodiffuser l'émission aux autres collectivités du Nord.



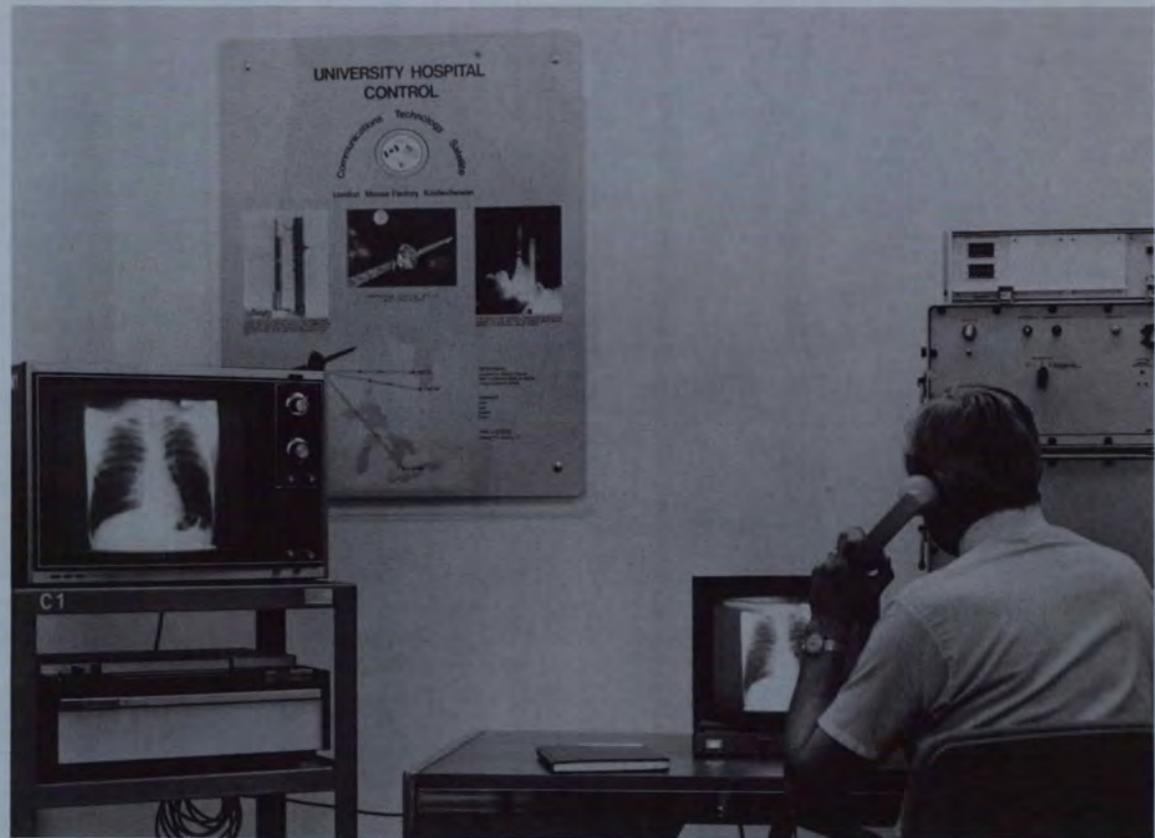


Les expériences de télécommunication couvrent une vaste gamme de disciplines et d'objectifs. Plusieurs de ces expériences sont propres à la technologie des télécommunications et portent sur des questions telles que la performance des terminaux terriens transportables, la qualité de la réception de signaux dans les zones métropolitaines, les transmissions rapides de données, et des expériences d'assignation sur demande grâce aux techniques d'accès multiple pour vérifier l'efficacité d'un nombre réduit de canaux de téléphonie utilisés par plusieurs usagers. De nombreuses autres expériences visent plutôt les aspects sociaux des télécommunications pour le développement communautaire, pour les échanges culturels ainsi que la mise en oeuvre de services d'enseignement, de santé publique et de médecine. Ces expériences sont réalisées par des organismes gouvernementaux provinciaux ou fédéraux, des universités, des associations culturelles et autres, chacun étant responsable de sa propre planification et de la conception de son système.

Un ingénieur du Centre de recherches sur les communications inspecte une des dix stations terriennes à antenne de 81cm de diamètre, utilisées dans le cadre du programme STT (Hermès). À l'arrière-plan, une antenne de 9m qui sert à capter les émissions de satellites classiques.

Voici quelques exemples montrant la diversité de la nature des expériences réalisées:

- l'Université Memorial de St-Jean, Terre-Neuve, poursuit un programme d'éducation médicale à l'aide d'un système vidéo unilatéral et audio bilatéral de télécommunication entre un point central à St-Jean et quatre hôpitaux éloignés, situés à St. Anthony's, Stephenville, Labrador City et Goose Bay.
- l'Université Western Ontario a réalisé des expériences pour implanter des services de consultation médicale à distance, utilisant un système vidéo unilatéral et audio bilatéral entre l'Hôpital général de Moose Factory et l'Hôpital universitaire à London, Ontario.
- le Gouvernement du Québec et l'Université de la Saskatchewan ont opté pour une expérience d'échange culturel, utilisant un système audio-vidéo bilatéral de télécommunication entre Zenon Park, Saskatchewan et Baie St-Paul, Québec.
- un programme de développement communautaire mené par la Alberta Native Communications Society, prévoit l'utilisation du satellite Hermès pour la transmission de programmes vidéo à partir d'Edmonton, Alberta, et à destination de trois communautés isolées qui, à leur tour, les rediffuseront vers d'autres localités.



Scénario typique de téléconsultation médicale entre un médecin spécialiste d'un hôpital universitaire de London en Ontario, un omnipraticien et des infirmières d'un petit hôpital général à Moose Factory, au nord de l'Ontario.



Ce terminal au sol, de coût réduit, utilisé pour les télécommunications audio, a été transporté par avion Otter, puis par canoë. Cette photographie a été prise au cours d'une expédition géologique dans la région de la Baie James, au Québec.

Anik-B — satellite à double bande de fréquence

Le système national canadien de télécommunication par satellites, dont le fonctionnement est assuré par la société Télésat Canada¹ dispose de trois satellites sur orbite: Anik I, II et III. Un quatrième, Anik-B, est en voie de construction et son lancement est prévu pour la fin de l'année 1978. Sa charge utile comprend un répondeur à 12 voies de télécommunication dans les 6/4 GHz, pour remplacer Anik I, et un répondeur à quatre voies dans les 14/12 GHz qui servira à des expériences. Les caractéristiques du répondeur dans les 14/12 GHz sont semblables à celles de la future série de satellites (Anik-C) que Télésat prévoit exploiter sur une base commerciale et qui constituera en 1980 le service fixe par satellites.

Un contrat pour l'exploitation du système expérimental en 14/12 GHz d'Anik-B a été signé par le ministère des Communications, pour continuer les recherches entreprises dans le cadre du programme Hermès ainsi que l'élaboration de nouveaux services de télécommunication.

Participation canadienne au programme du satellite Symphonie

La France et la République fédérale d'Allemagne ont développé en commun un système expérimental de télécommunication par satellite. C'est le programme Symphonie. Les deux satellites placés sur orbite géosynchrone sont visibles à partir d'Ottawa à un angle de site d'environ 10°. Les premiers signaux furent reçus en janvier 1975 par une station terrienne mobile du MDC; on a pu ainsi vérifier la justesse des performances prévues et confirmer la possibilité de réception de signaux au Canada. Cinq échanges expérimentaux de nature technique et sociale eurent lieu avec la France au cours de l'année 1975 et un échange fut réalisé avec l'Allemagne, au mois d'avril 1976, à l'occasion de la conférence de l'AIAA qui s'est tenue à Montréal. De nouvelles expériences ont été menées en 1977.



Antenne parabolique de 10m de diamètre en aluminium pour les expériences au moyen du satellite Symphonie. La remorque de 18m de longueur loge tout le matériel électronique. L'antenne peut être montée sans aide mécanique.

1 - Télésat Canada, cf. page 95.

Participation canadienne à INTELSAT

Le Consortium international des télécommunications par satellite, INTELSAT, a été créé en 1964 et il a agi en vertu d'un accord intérimaire jusqu'en 1973, date à laquelle un accord permanent est entré en vigueur. Le Canada est membre d'INTELSAT depuis l'établissement de ce Consortium et il est représenté à l'Assemblée des Parties, qui se réunit tous les deux ans, par des fonctionnaires du ministère des Communications avec le soutien des agents du ministère des Affaires extérieures. Le Canada est également représenté par Téléglobe Canada*, société de la Couronne, qui est l'organisme d'exploitation désigné pour participer à l'Assemblée des Signataires et pour faire partie du Conseil des Gouverneurs d'INTELSAT. Téléglobe exploite trois stations terriennes commerciales d'INTELSAT Standard A, en communication avec les satellites Intelsat IV et IV-A.

Téléglobe fut la première entreprise de télécommunication du Canada à se lancer dans la grande aventure des télécommunications spatiales. Téléglobe fut en effet l'un des onze signataires de l'accord initial créant le consortium INTELSAT en 1964. Ce consortium groupe aujourd'hui 96 pays; il exploite un système global de satellites commerciaux dont il est propriétaire.

L'année 1976, pour Téléglobe Canada, a été marquée par la retransmission par satellites des Jeux Olympiques vers tous les pays du monde. L'activité de Téléglobe dans le cadre des Jeux Olympiques a commencé dès le mois de février de cette même année lorsque furent retransmis pendant plus de 60 heures, de par tout le Canada, les émissions de télévision réalisées lors des Jeux Olympiques d'hiver de Innsbruck, en Autriche. Ce fut à cette époque la plus longue transmission continue de télévision jamais réalisée pour une seule manifestation par Téléglobe Canada.

La Société Téléglobe a atteint le point culminant de sa production annuelle à l'occasion des Jeux Olympiques d'été à Montréal, battant ainsi son record précédent. La réalisation de ce projet a représenté quatre années d'études et de planification, une année pour la mise en oeuvre des installations téléphoniques et Télex, l'agrandissement et le renforcement de tout le réseau Téléglobe et l'installation d'une station terrienne mobile sur le Mont-Royal, au centre de la ville de Montréal. Cette station pouvait envoyer simultanément deux signaux vidéo à destination de l'Europe et de la région de l'océan atlantique via le satellite Intelsat sur orbite géostationnaire à 36 000 km au-dessus de la terre.

La station terrienne de Mill Village, en Nouvelle-Écosse, prit en charge la transmission d'un troisième signal vidéo vers l'Europe; un signal de télévision fut retransmis par la station terrienne du Lac Cowichan, en Colombie-Britannique, via le satellite Intelsat du Pacifique, pour couvrir les besoins des pays que baigne le Pacifique. Toutes ces installations furent utilisées à leur pleine capacité: en effet, Téléglobe Canada retransmit 782 heures de programmes télévisés vers l'Asie, l'Europe, l'Amérique Latine et l'Afrique, établissant ainsi un record d'utilisation du système INTELSAT.

La Société est propriétaire de trois stations terriennes de télécommunication via satellite et elle veille à leur exploitation. Deux de ces stations sont installées à Mill Village en Nouvelle-Écosse et une est située sur l'île de Vancouver, au Lac Cowichan en Colombie-Britannique.

Les premières installations de la Société Téléglobe Canada à Mill Village, ont permis au Canada de participer activement à la première mise au point des aspects technologiques et commerciaux des télécommunications par satellite, via Early Bird et via les satellites qui l'ont suivi.

Mill Village, Nouvelle-Écosse: deux stations terriennes de télécommunication par satellite, propriété de Téléglobe Canada. En arrière-plan, le radôme couvre une antenne Cassegrain de 25m construite en 1965. Au premier plan, l'antenne parabolique de 30m de diamètre construite en 1969.

*Antérieurement, la Société canadienne des télécommunications transmarines (SCTT).



Musat — Satellite polyvalent de télécommunication UHF

Plusieurs ministères et organismes gouvernementaux souhaitent améliorer les télécommunications avec les navires, les aéronefs et les véhicules terrestres au Canada et en haute mer, dans les régions arctiques notamment. Les ondes décimétriques sont utilisables à cette fin grâce à l'emploi de satellites et de petits terminaux terriens mobiles. Les études de définition du système, réalisées par le MDC, ont permis d'identifier certains problèmes de conception des répondeurs UHF embarqués; il faudra résoudre ces problèmes avant de pouvoir s'assurer de la faisabilité d'un système canadien Musat; des études sont actuellement en cours.

Programme de télédétection

Le Centre canadien de télédétection est la plaque tournante de la mise en oeuvre du programme national de télédétection; il est chargé d'introduire cette technologie nouvelle auprès des organismes canadiens de gestion des ressources et de surveillance de l'environnement. Ce centre, régi par le Comité inter-organismes de télédétection dont les membres sont des représentants de divers ministères du gouvernement fédéral, de divers organismes fédéraux et provinciaux, des universités, des industries et le grand public. Il coordonne l'essor national en ce domaine, avec l'aide des groupes d'étude du Comité consultatif canadien de la télédétection qui regroupe des représentants des organismes provinciaux et fédéraux, de l'industrie et des universités. Treize groupes d'étude représentent l'ensemble des disciplines touchant aux techniques de la télédétection et aux techniques parallèles de soutien.

De plus, le Comité consultatif canadien de la télédétection (CCCT), créé en 1972, est chargé d'assister et de conseiller le Gouvernement dans la poursuite des objectifs du programme national de télédétection appliqué à l'environnement de surface du Canada. Le CCCT diffuse les techniques de télédétection au Canada et aide à la coordination et à l'évaluation des programmes afin que les bénéfices recherchés soient, à l'échelon national, d'une importance qui justifie les dépenses engagées dans de tels programmes. D'un point de vue pratique, le CCCT conseille en ce qui a trait aux applications de la télédétection, à la mise en oeuvre de plates-formes de télédétection, de système de satellites, d'avions et de ballons-sondes, au développement de détecteurs, au traitement des données, à l'établissement d'un catalogue, à la reproduction et la commercialisation des informations, au développement des programmes à l'échelon régional, ainsi qu'à l'attribution des bourses et des contrats de recherche.

La modification de l'état des glaces dans le Golfe Saint-Laurent, vue du satellite météorologique américain NOAA 5. Prise le 13 mars 1977, la photo de gauche montre les vents d'ouest poussant les glaces sur la côte ouest de Terre-Neuve. La banquise dérive et fond en traversant le détroit de Cabot. À droite: six jours plus tard, le Golfe est pratiquement libre de toute glace. Photographies reçues et reproduites par le Service de l'environnement atmosphérique, à Toronto.

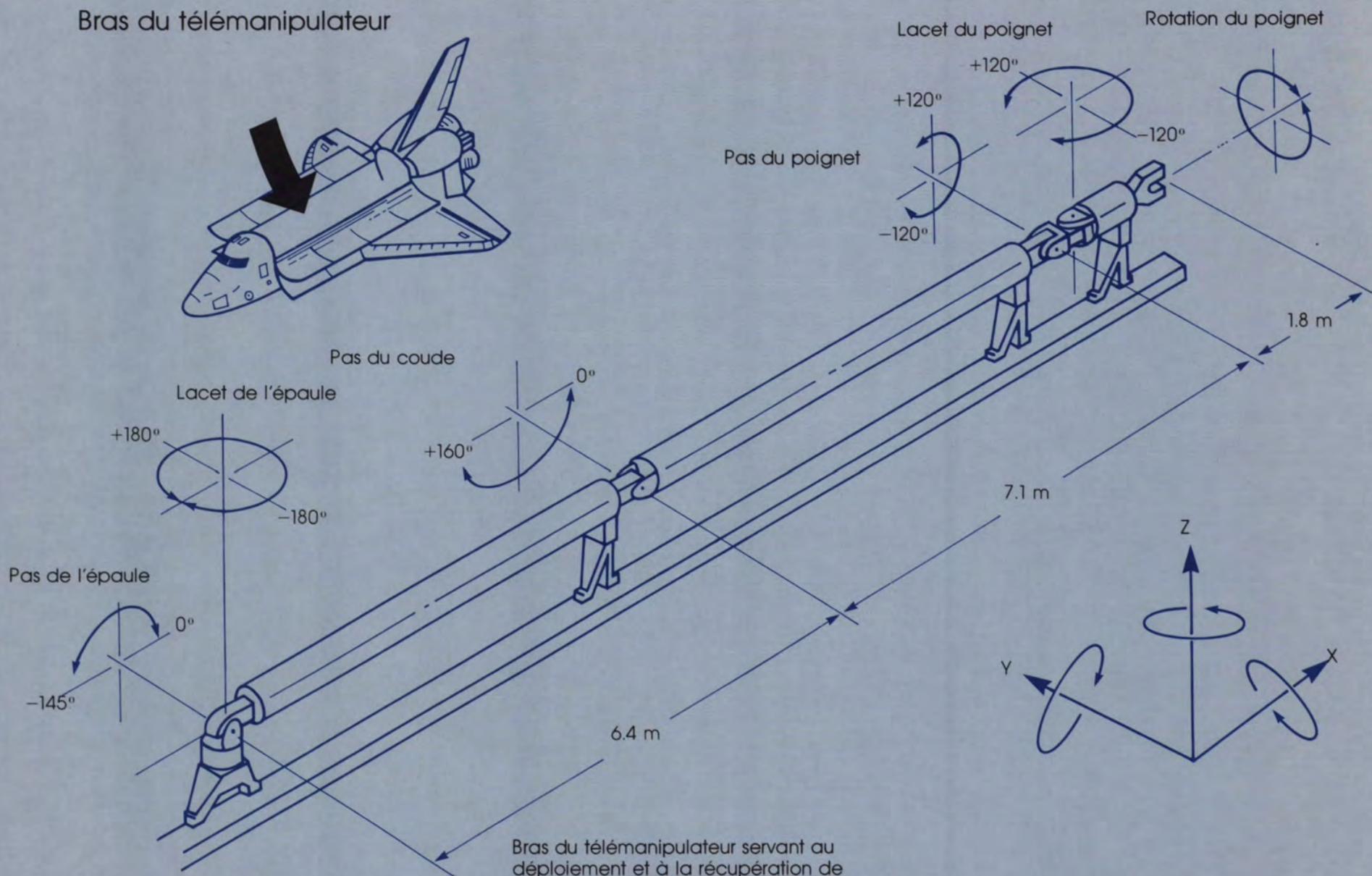
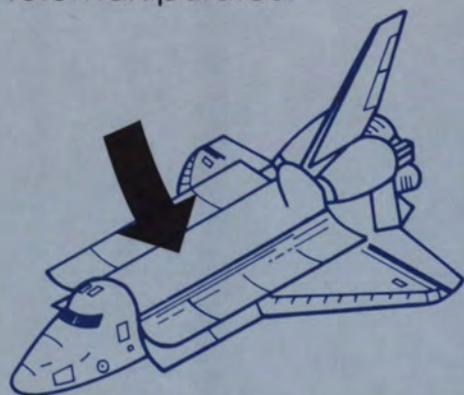
NOAA5 ORBIT 2808-VIS 13MAR77 1340Z GULF ICE 13/155G



NOAA5 ORBIT 3266-VIS 19APR77 1335Z GULF ICE 14/175G



Bras du télémanipulateur



Bras du télémanipulateur servant au déploiement et à la récupération de satellites ou d'autres charges utiles pendant les opérations de la Navette spatiale.

Systemes de télémanipulation (STM)

Le système télémanipulateur de la Navette spatiale (STMN)

Après avoir consulté l'industrie canadienne et après que les négociations avec la Nasa eurent abouti, le CNRC entreprit en juillet 1975, la conception, le développement, les essais de qualification pour le vol et la fabrication de la première unité de vol du STM à bord de la Navette spatiale. L'Établissement aéronautique national (EAN), qui relève du CNRC, est responsable de l'exécution de ce programme.

Le programme STMN comprend la conception, le développement, la construction et la livraison à la Nasa de la première unité de vol du STM pour la Navette spatiale ainsi que la conception et la construction d'une installation de simulation (SIMFAC) du STM. Ce STM en forme de bras articulé est destiné à la mise en place et au déploiement de charges utiles et autres engins spatiaux à partir de la soute de chargement de la Navette, ainsi qu'à la récupération de charges utiles.

La conception, le développement et la construction du STM et du SIMFAC sont confiés à un groupe d'entreprises canadiennes. Le maître d'oeuvre est SPAR Aerospace Products Limited (SPAR), responsable de la gestion de l'ensemble du programme; il est associé à CAE Electronics Limited de Montréal, responsable des sous-systèmes de commande et d'affichage, à SPAR Technology Limited de Montréal (STL), responsable des sous-systèmes électriques et enfin, au groupe d'ingénieurs-conseil Dilworth, Secord, Meagher and Associates de Toronto, responsable de la conception des équipements spéciaux d'essais.

Le STM est un bras mécanique articulé ayant six possibilités de mouvement; sa commande sera assurée par un spécialiste à partir du poste d'équipage. Ce bras, d'une longueur de 15,2 m, se présente en trois parties dont la liaison est assurée par des cardans électromécaniques. L'articulation de l'embase, qui est assujettie au longeron de la navette, est à deux degrés de liberté; un pour le pas (déplacement longitudinal), un pour le lacet (rotation axiale); elle est pourvue d'un bras de contreventement de 6,4 m, qui n'agit que dans le plan longitudinal. Un autre contrevent de 7,1 m celui-là, se termine par une articulation à la cardan qui permet des mouvements longitudinaux et de rotation. Un dernier contrevent, d'une longueur de 1,8 m, se termine par une articulation de supination au bout de laquelle se trouve une main servant à saisir les charges à manutentionner.

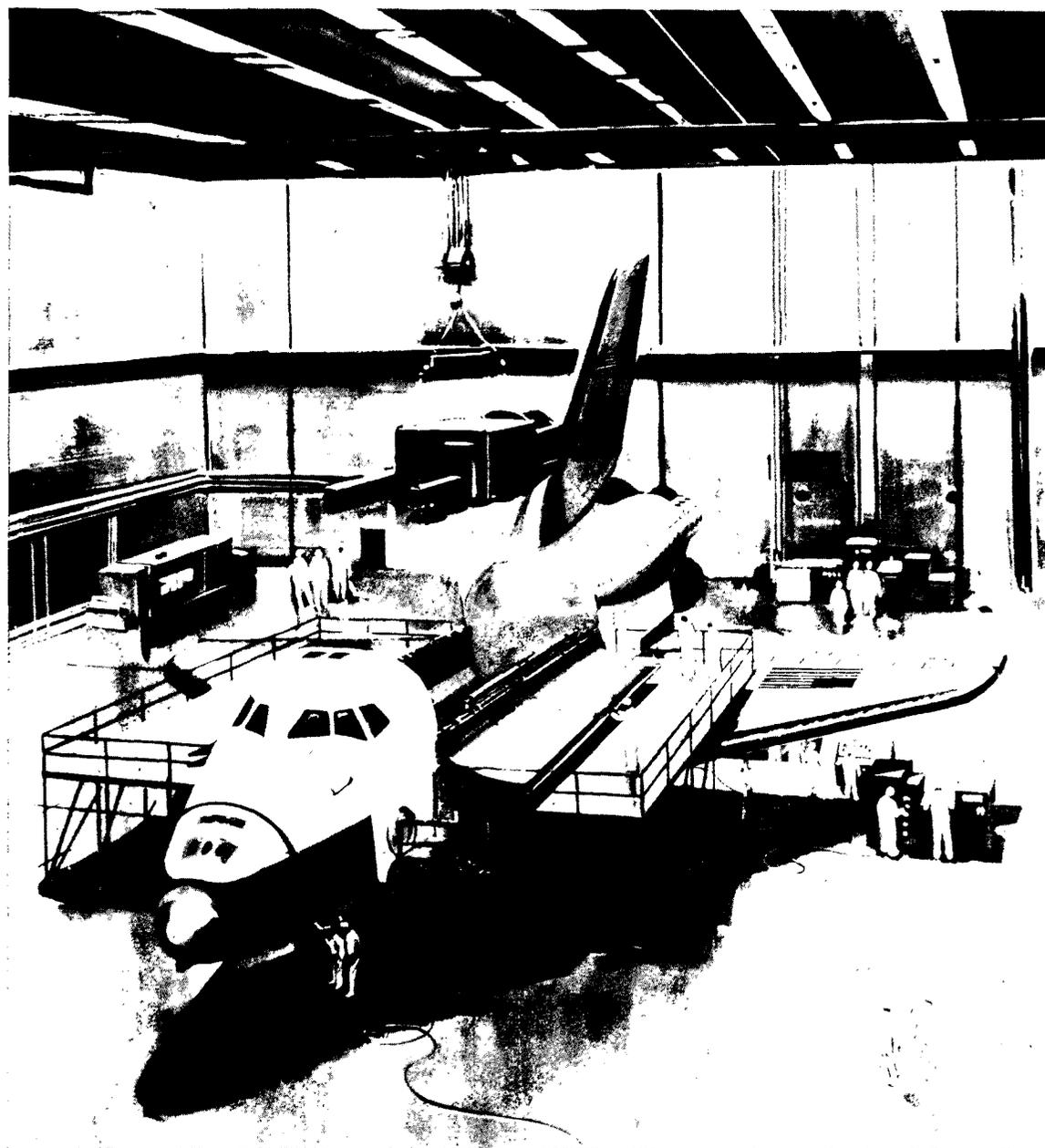
On prévoit l'embarquement de plusieurs charges utiles, notamment le grand télescope spatial, des satellites d'observation de la Terre, le remorqueur intermédiaire (IUS), le remorqueur réutilisable de la Nasa et l'Installation d'exposition de longue durée (LDEF). Tous ces éléments pourront être manipulés à l'aide du STMN. En outre, la navette spatiale doit être capable de placer sur orbite des charges utiles dont les dimensions limites sont de 18,3 m de longueur et de 4,6 m de diamètre et qui ne doivent pas peser plus de 30 000 kg.

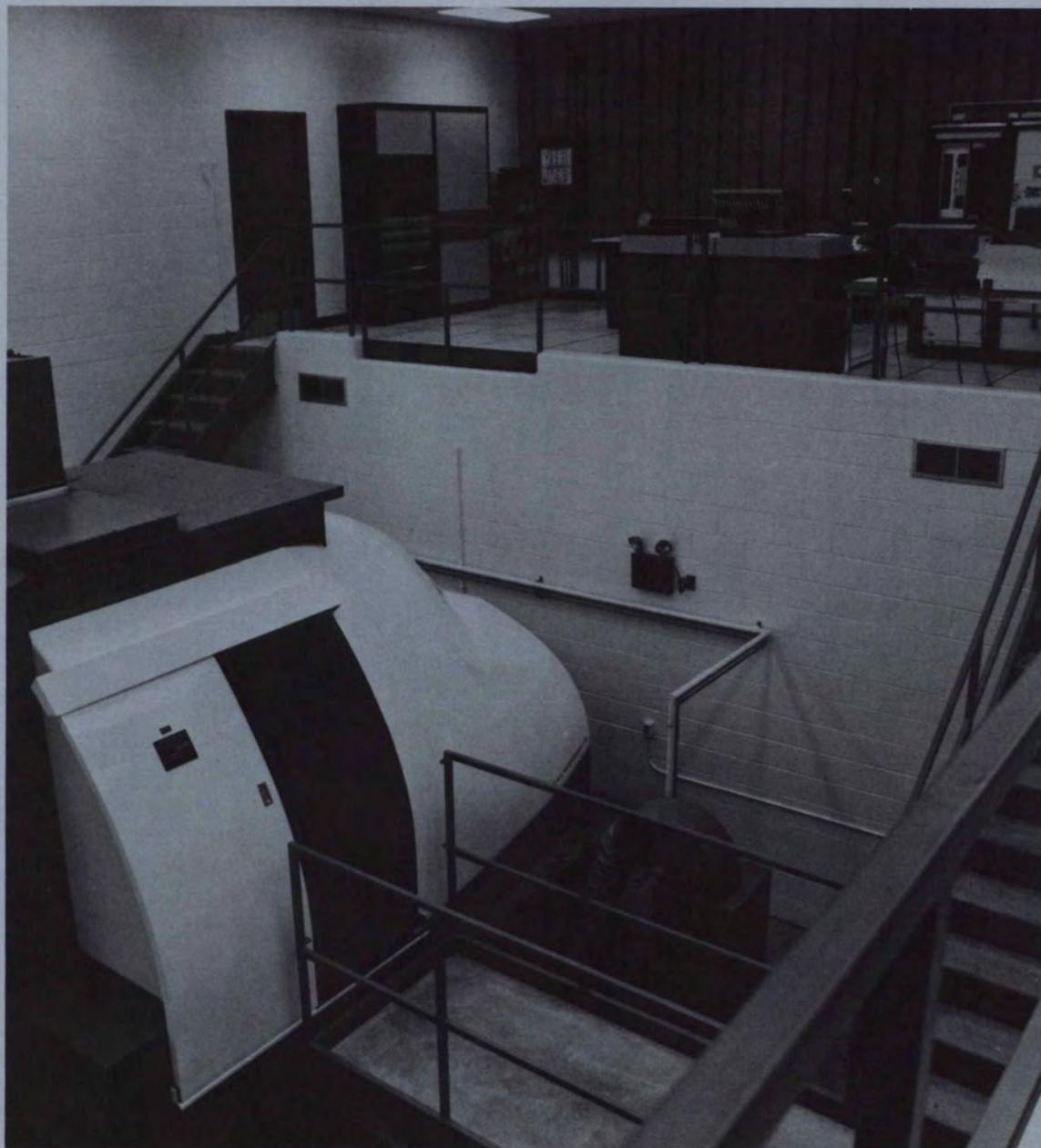
La phase préliminaire de conception, dite Phase B, s'est terminée le 28 octobre 1976 après que le contrôle de conception préliminaire eut été effectué par la Nasa. La phase critique de conception, dite Phase C, s'est poursuivie durant toute l'année 1977 pour se terminer en avril 1978, après le contrôle de conception critique. La livraison à la Nasa de la première unité de vol du STMN est prévue pour juillet 1979 et, selon toute probabilité, elle sera utilisée en septembre de cette même année pour un vol expérimental de la navette.

L'installation de simulation de STM (SIMFAC)

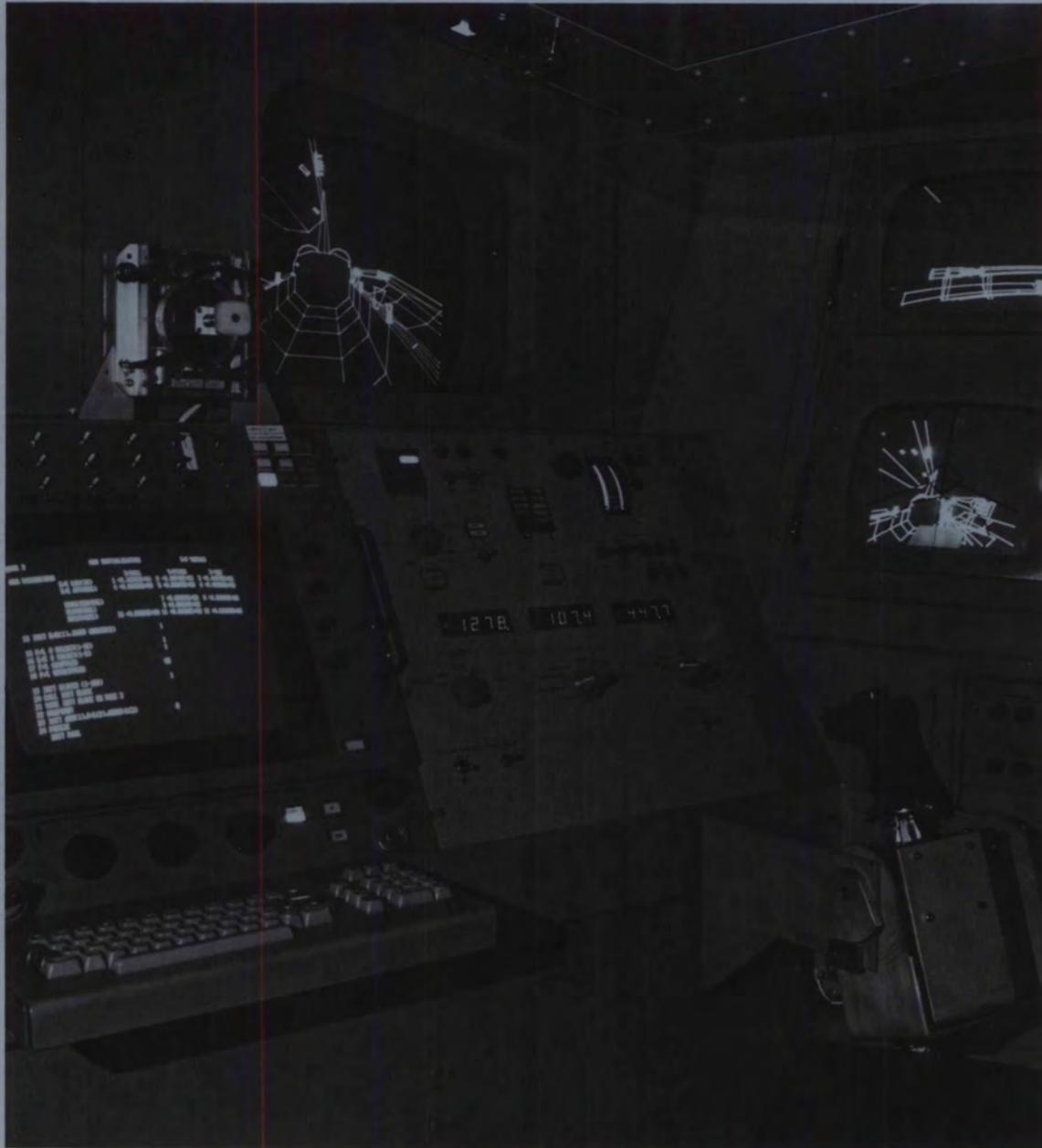
Les hauts niveaux de fiabilité du fonctionnement du STMN ont obligé les chercheurs à mettre au point, pendant la phase de conception, les moyens d'expérimenter le fonctionnement du système dans les conditions d'apesanteur car il ne peut fonctionner efficacement en condition de pesanteur. L'installation du dispositif de simulation de fonctionnement du système de manipulation (SIMFAC), situé dans les locaux de la SPAR à Toronto, utilise des modèles mathématiques de simulation d'apesanteur et permet la réalisation d'essais en deux dimensions. Ce dispositif sera aussi utilisé pour le développement d'autres systèmes STM destinés à des applications non spatiales.

Le dessin montre un satellite, quelques instants avant qu'il soit embarqué dans la Navette spatiale de la NASA. On peut voir le télémanipulateur arrimé sur le côté gauche de la soute.





Dispositif de Simulation de systèmes de télémanipulateur, Toronto.



Modèle de la cabine d'équipage de la navette spatiale.

Programmes d'assistance par satellite à la navigation maritime et aérienne

AÉROSAT

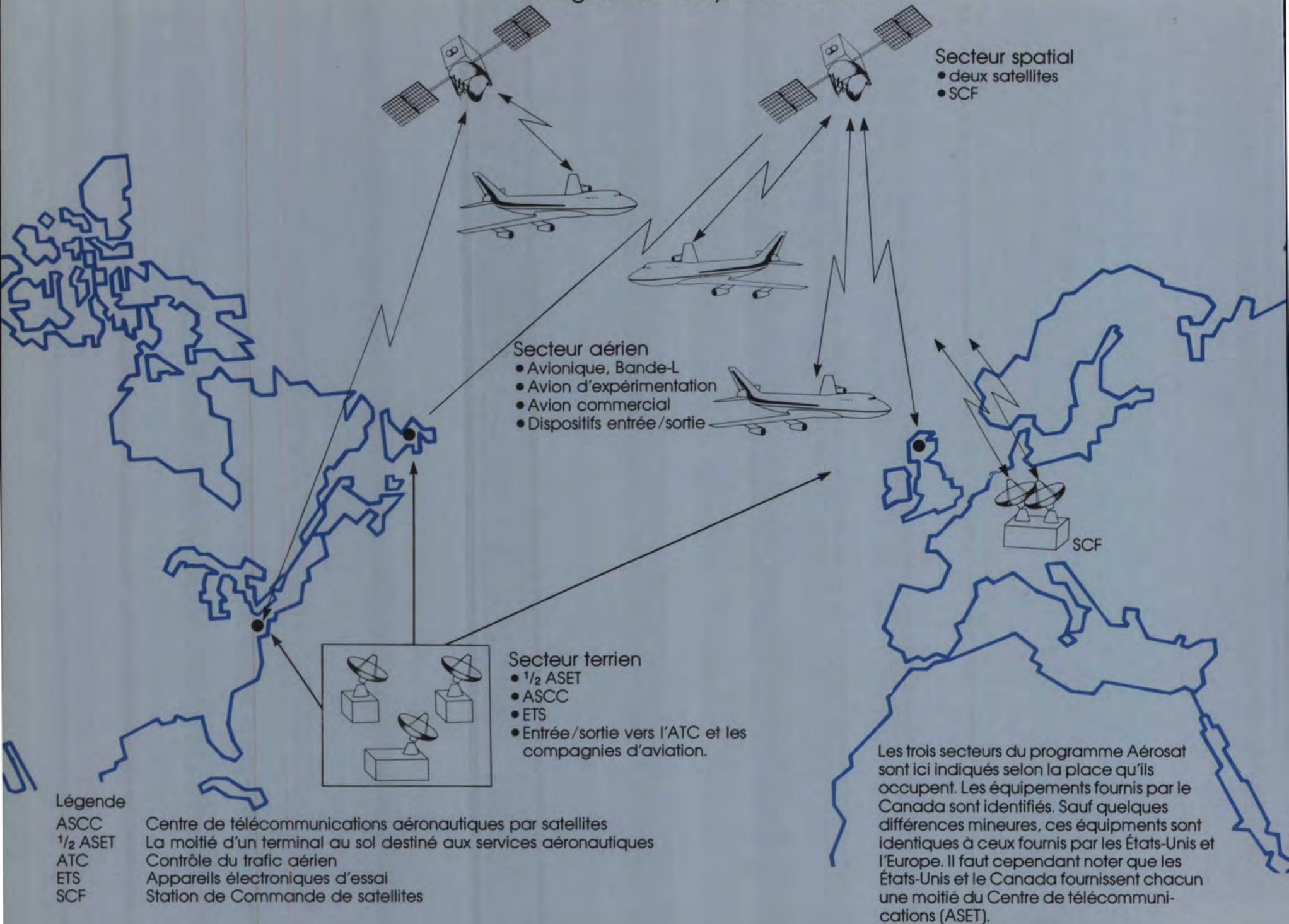
Le Canada, en collaboration avec les États-Unis et l'ESA, participe au programme AÉROSAT dont l'objectif est de définir un système de satellite qui assurera le contrôle du trafic aérien vers le milieu des années 1980. La responsabilité de la participation canadienne a été confiée au ministère des Transports (MDT) en ce qui a trait au programme coordonné sol/air tandis que le secteur spatial a été dévolu au ministère des Communications (MDC).

Le MDT contrôle tous les vols internationaux utilisant les routes de l'Atlantique Nord à l'ouest du 30° de longitude ouest, et développe actuellement un centre transportable de télécommunication au sol pour AÉROSAT. Ce centre, qui sera construit au Canada, comprendra les ensembles de commutation, de commande, de traitement des données et de calcul. Le MDT sera aussi responsable de la réalisation d'un demi-terminal au sol destiné aux services aéronautiques; cette installation mobile sera conçue de façon modulaire et comportera un nombre suffisant de modems et de voies pour permettre l'exploitation d'un satellite à sa pleine capacité. Un certain nombre d'appareillages électroniques transportables d'essai, construits aussi au Canada, seront utilisés pour la vérification et le calibrage des voies de télécommunication et pour le contrôle des retransmissions du satellite.

Des essais en vol, s'appuyant sur le satellite ATS-6, ont été réalisés à partir d'un avion Jetstar pour évaluer les améliorations apportées sur une antenne à phase linéaire avec un système automatique de pointage, ainsi que sur les modems audio conçus par le Canada. Des expériences ont été aussi réalisées pour l'étude des effets des interférences entre trajets multiples sur les liaisons satellite-aéronef en vol.

Le secteur spatial verra au développement, à la production, au lancement et à l'exploitation de deux satellites dont les coûts seront répartis entre les États-Unis (47%), l'ESA (47%) et le Canada (6%).

Configuration du système Aérosat



Secteur spatial
 • deux satellites
 • SCF

Secteur aérien
 • Avionique, Bande-L
 • Avion d'expérimentation
 • Avion commercial
 • Dispositifs entrée/sortie

Secteur terrien
 • 1/2 ASET
 • ASCC
 • ETS
 • Entrée/sortie vers l'ATC et les compagnies d'aviation.

- Légende**
- ASCC Centre de télécommunications aéronautiques par satellites
 - 1/2 ASET La moitié d'un terminal au sol destiné aux services aéronautiques
 - ATC Contrôle du trafic aérien
 - ETS Appareils électroniques d'essai
 - SCF Station de Commande de satellites

Les trois secteurs du programme Aérosat sont ici indiqués selon la place qu'ils occupent. Les équipements fournis par le Canada sont identifiés. Sauf quelques différences mineures, ces équipements sont identiques à ceux fournis par les États-Unis et l'Europe. Il faut cependant noter que les États-Unis et le Canada fournissent chacun une moitié du Centre de télécommunications (ASET).



Le brise-glace canadien Norman McLeod Rogers dans l'est de l'Océan Arctique.

MARISAT

Les satellites américains Marisat sont aujourd'hui exploités et assurent les télécommunications maritimes au-dessus de l'Atlantique. Le MDT a installé un terminal Marisat à bord d'un de ses brise-glaces, et a réalisé certaines expériences notamment des essais de transmissions audio et de télex à l'aide du système, pendant que le navire était dans l'est de l'Océan Arctique. Malgré quelques difficultés techniques, ils ont été satisfaisants et les communications furent de meilleure qualité que celles obtenues à l'aide des circuits HF actuels. Ces expériences ont démontré que les télécommunications par satellite représentent une nette amélioration pour la navigation.

INMARSAT

Le Canada, à cause de son littoral étendu, de son vaste réseau intérieur de navigation, de son trafic maritime intense, s'intéresse particulièrement au développement d'un système de télécommunication par satellite qui assurera la sécurité et l'efficacité des transports maritimes. En septembre 1976, le Canada a participé à une conférence internationale qui s'est terminée par l'adoption de la Convention et Accord sur l'Organisation INMARSAT. Dans l'attente de sa ratification par les gouvernements participants, un comité préparatoire a déjà commencé les travaux d'étude. Un système international INMARSAT pourrait entrer en service vers 1978, mais il reste pour l'instant soumis à l'adhésion d'un nombre suffisant de pays.

Les programmes scientifiques

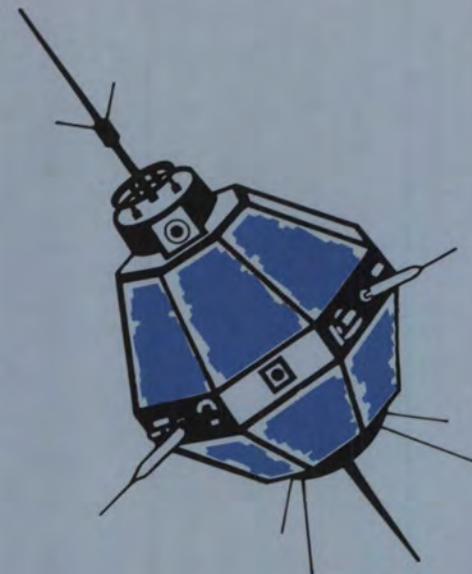
Les recherches sur l'ionosphère - Les satellites ISIS

À la suite d'un Protocole d'Accord intervenu entre le Canada et les États-Unis, le Canada s'est engagé à construire plusieurs satellites scientifiques. ISIS I et ISIS II, lancés respectivement le 30 janvier 1969 et le 31 mars 1971, sont toujours en opération.

La plupart des expériences et des systèmes astronautiques d'ISIS II fonctionnent correctement. ISIS I est présentement utilisé pendant 2 heures $\frac{1}{2}$ par jour tandis qu'ISIS II l'est pendant 4 heures.

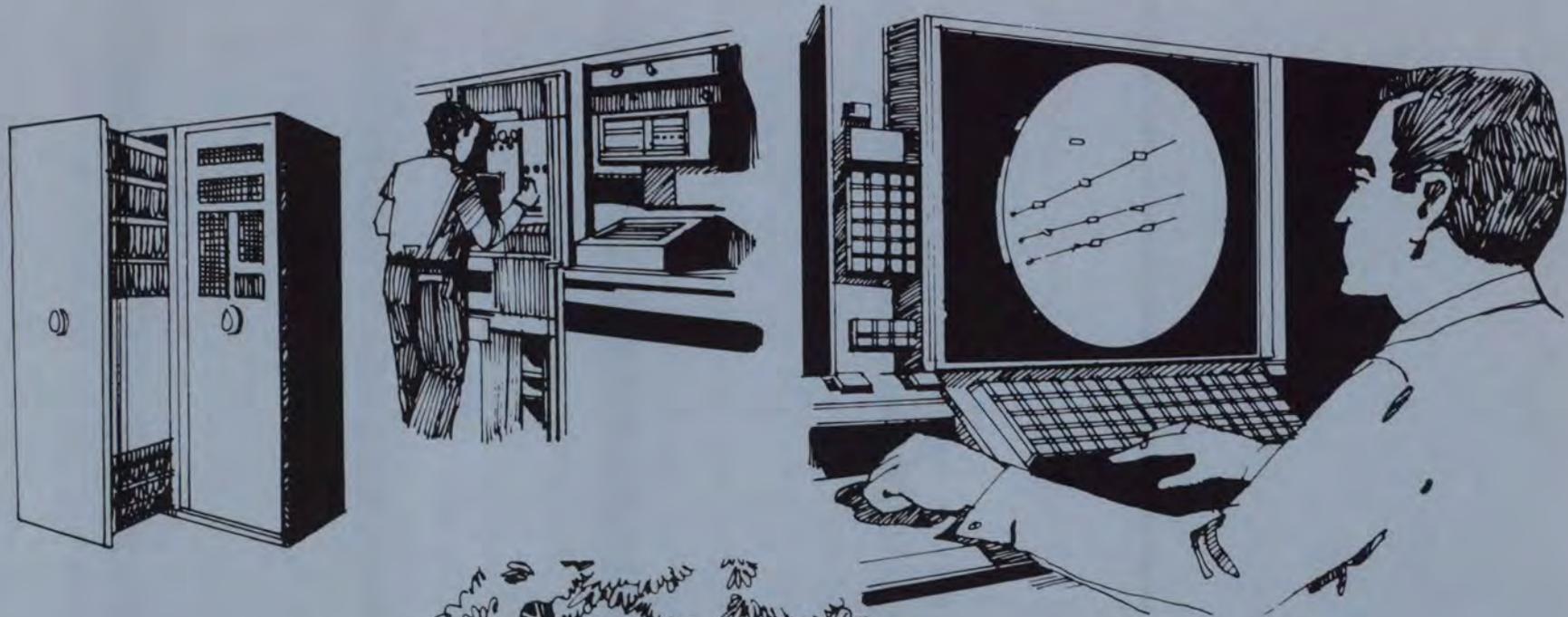
Dans le cadre du programme ISIS, le CRC assure le fonctionnement de deux stations de télémétrie, l'une à Resolute Bay, dans les Territoires du Nord-Ouest, l'autre à Ottawa; cette dernière est aussi la station de commande des satellites ISIS. Le centre de traitement informatique se trouve aussi à Ottawa.

L'Australie, la Finlande, la France, l'Inde, le Japon, la Nouvelle-Zélande, la Norvège, le Royaume-Uni et les États-Unis participent avec le Canada au groupe de travail ISIS. Des stations terriennes ont été installées à l'étranger sur l'île de l'Ascension; en Terre Adélie, Antarctique; à Santiago au Chili; en Inde; dans les États de Washington, d'Hawaï, et de la Floride aux États-Unis; en Guyane française; au Japon; en Nouvelle-Zélande; en Équateur; en Norvège et en Angleterre.



ISIS II, le dernier satellite de la série ISIS, lancé en 1971, est encore en opération aujourd'hui.

Composants du ASCC canadien (Centre de télécommunications aéronautiques par satellites)



Voici une illustration des équipements et d'une installation typiques du ASCC canadien. Ce système permettra la commutation, la surveillance, le traitement des données et le calcul informatique des télécommunications passant par les services d'Aérosat. Il raccorde les usagers entre eux et les centres ASCC étrangers au ASET Américain. Les ASCC sont tels qu'ils permettent d'opérer avec deux satellites à la fois. Ce centre ASCC sera transportable. Il sera situé au Centre de recherches sur les communications, à Shirley Bay (Ontario), et au Centre de commande des mouvements maritimes océaniques de Gander (Terre-Neuve), pendant toute la durée du programme Aérosat.



Composants du ETS canadien (Appareils électroniques d'essai).

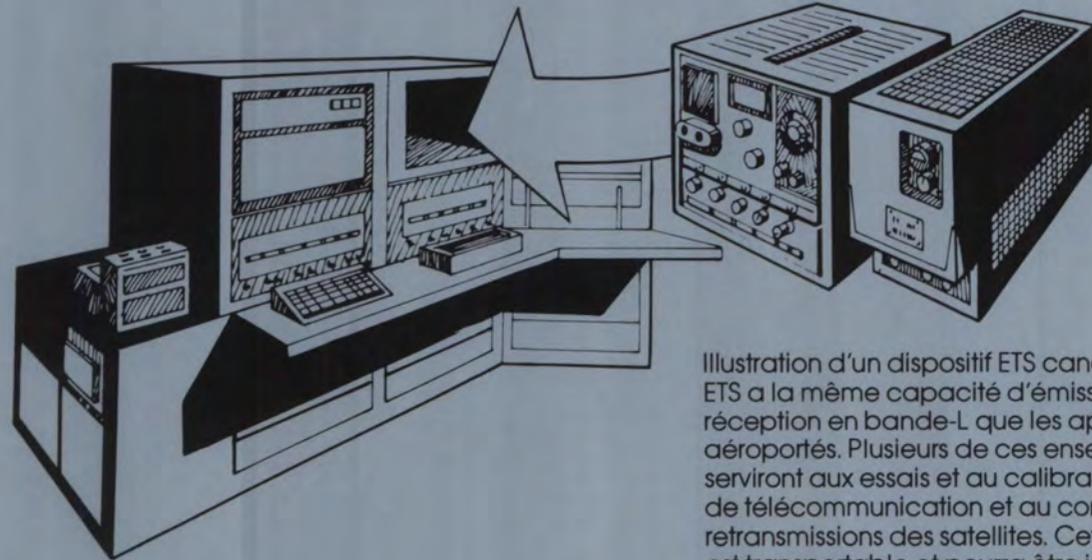
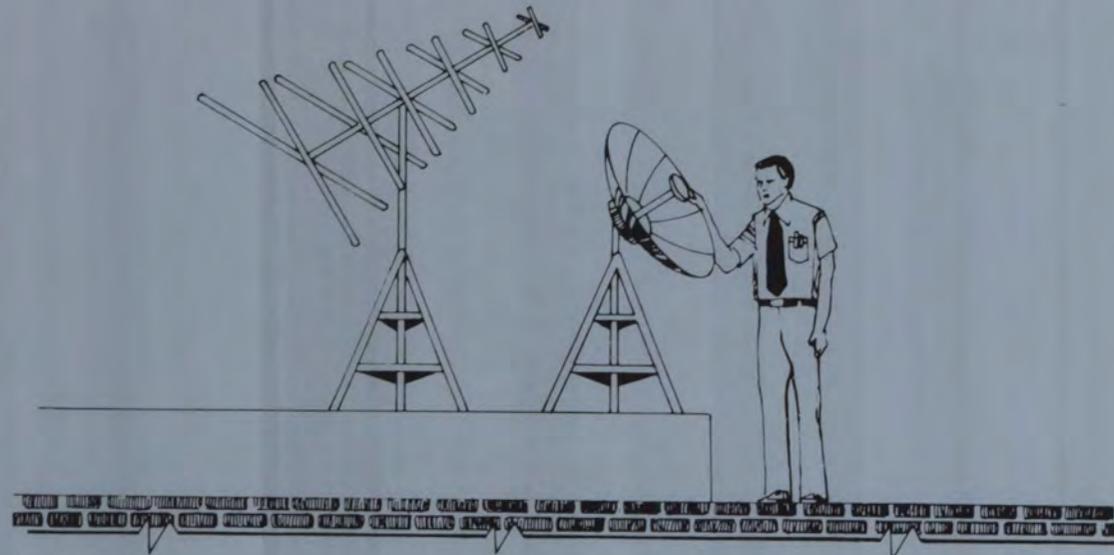


Illustration d'un dispositif ETS canadien. Cet ETS a la même capacité d'émission et de réception en bande-L que les appareils aéroportés. Plusieurs de ces ensembles serviront aux essais et au calibrage de voies de télécommunication et au contrôle des retransmissions des satellites. Cet ensemble est transportable et pourra être installé auprès d'un $1/2$ ASET ou dans des régions éloignées pour réaliser des essais. Les composants de l'ETS seront adaptés aux besoins spécifiques de chaque installation.

Pays membres du groupe de travail ISIS



Expériences ISIS II

Détecteur à balayage de fréquence	
gamme de fréquences	de 0,1 MHz à 20 MHz
puissance d'émission	400 W
période d'impulsion	100 μ s
fréquence de réception d'impulsion	45 Hz
vitesse de balayage de fréquence	variable de 0,25 MHz/s à 1 MHz/s sur toute la bande
Dispositif pour la transmission automatique des ionogrammes	
Détecteur à fréquences fixes	6 fréquences: 0,12, 0,48, 1,0, 1,95, 4,0 et 9,303 MHz
VLF	
récepteur	50 Hz à 30 kHz sans accord
émetteur	400 à 0 à 17,000 Hz
mesure de l'impédance à l'antenne	
Bruit de fond cosmique	à partir du CAG du récepteur du détecteur
Particules énergétiques	
protons	50 keV à 20 MeV
électrons	8 keV à 770 keV
Sonde Langmuir	
densité des électrons	10^3 à 10^6 électrons/cm ³
température des électrons	400° à 5000° K
Spectromètre de particules électrons et ions positifs	10 eV à 10 keV
Balise	137,950 MHz
Spectromètre de masse ionique	échelle de masse atomique de 1 à 64
Sonde ionique	densité et température ionique
Photomètre des bandes rouges de l'oxygène	6300 Å
Explorateur auroral	3914 et 5577 Å

Expériences ISIS I

Détecteur à balayage de fréquence gamme de fréquences puissance d'émission période d'impulsion fréquence de réception d'impulsion vitesse de balayage de fréquence	de 0,1 MHz à 20 MHz 400 W ou 100 W 100 μ s 30 Hz ou 60 Hz variable de 0,31 MHz/s à 1MHz/s sur toute la bande
Détecteur à fréquences fixes	6 fréquences: 0,25, 0,48, 1,0, 1,95, 4,0 et 9,303 MHz
VLF récepteur émetteur	de 50 Hz à 30 kHz sans accord balayage logarithmique 400 Hz à 0 à 17,000 Hz
Bruit de fond cosmique	à partir du CAG du récepteur du détecteur
Particules énergétiques protons électrons	50 keV à 20 MeV 8 keV à 770 keV
Sondes Langmuir mesure de densité des électrons température des électrons	10^3 à 10^6 électrons/cm ³ 400° à 5000° K
Spectromètre de masse ionique	échelle de masse atomique de 1 à 20
Sonde ionique densité des ions température des ions	10 à 6×10^6 700° à 4000° K
Spectromètre des particules électrons et ions positifs	10 eV à 10 keV
Balise	137,950 MHz

Applications au domaine de l'environnement

Service de l'environnement atmosphérique

Le Service de l'environnement atmosphérique du ministère de l'Environnement assure l'exploitation de trois stations terriennes de réception pour recueillir les informations en provenance de satellites météorologiques américains sur orbite polaire ou géostationnaire. Ces stations assurent de façon routinière la couverture complète de l'Amérique du Nord ainsi que des zones nordiques du Pacifique et de l'Atlantique et redistribuent les informations aux différents centres météorologiques répartis sur l'ensemble du Canada.

Des stations de réception sont exploitées à Halifax, Nouvelle-Écosse, et à Vancouver, Colombie-Britannique. Ces deux stations peuvent reproduire les informations reçues de capteurs fonctionnant dans les bandes visibles et infrarouges et en représentation noir et blanc. Ces informations sont redistribuées dans tout le Canada sur les circuits nationaux de fac-similé.

À Toronto, Ontario, le laboratoire de données en provenance de satellites est équipé pour la poursuite et la collecte des informations du radiomètre à très haute résolution des satellites météorologiques de la NOAA et pour la réception des informations WEFAX en provenance des satellites géostationnaires GEOS.

Il est essentiellement un laboratoire de recherche et de développement de systèmes et d'appareils pour la météorologie, l'hydrométéorologie, la surveillance des mouvements des glaces et autres domaines spatiaux relatifs à l'environnement atmosphérique. Ce laboratoire utilise aussi les images transmises par les satellites pour ses programmes de surveillance des glaces dans l'Arctique.

Service de la gestion de l'environnement

Les instituts forestiers du ministère de l'Environnement gèrent divers programmes de télédétection pour l'évaluation des forêts, la cartographie des combustibles, l'évaluation de l'endommagement des forêts, le contrôle de l'exploitation forestière, l'inventaire des forêts et la cartographie des forêts en fonction des espèces.

La Direction des terres utilise aussi les images de Landsat pour la cartographie biophysique et pour la recherche sur l'amélioration des cartes d'utilisation des terres. On y étudie aussi l'étendue de la couverture de neige, l'étude de l'habitat des oiseaux sauvages pour fin d'évaluation de la population et la cartographie en couleur de lacs en tant qu'outil de recherche.

Le programme de fusées et de ballons-sondes

Le programme de fusées-sondes étudie l'interaction existant au moment de la traversée du champ magnétique terrestre par un vent solaire. Les études portent en particulier sur les particules, les champs et les courants électriques et magnétiques, ainsi que sur les plasmas et les émissions de rayons-X cosmiques et auroraux. Le programme de ballons-sondes étudie les phénomènes astronomiques et atmosphériques ainsi que les constituants de l'atmosphère.

L'astrophysique

L'Institut Herzberg* d'astrophysique se consacre à un certain nombre de recherches sur l'espace: travaux de laboratoire pour déterminer les caractéristiques spectrales des molécules présentes dans l'espace, observations astronomiques à l'aide de télescopes optiques et de radiotélescopes basés au sol, études de l'environnement spatial aux abords du globe terrestre à l'aide de fusées et de satellites.

Une grande partie des travaux réalisés à partir des fusées et des satellites vise à l'acquisition de connaissances sur les interactions au moment de la traversée du champ magnétique terrestre par les vents solaires. Certains effets de ces interactions sont étudiés au niveau des ceintures de radiations qui entourent la Terre et qui sont constituées de protons et d'électrons, au niveau des orages magnétiques qui se manifestent sous forme de variations du champ magnétique terrestre, au niveau des zones d'interruption des télécommunications qui se manifestent parfois à haute altitude et enfin, au niveau des aurores boréales, phénomène créé par des atomes de la haute atmosphère émettant de la lumière lorsqu'ils sont bombardés par des électrons et des protons chargés d'énergie. Les mécanismes à l'origine de la charge d'énergie de ces électrons et de ces protons et assurant leur transport au travers du champ magnétique terrestre, constituent un des principaux domaines d'étude sur l'espace auxquels s'intéresse cet Institut.

Les études sur les échantillons lunaires

Trois laboratoires étudient encore des échantillons lunaires. La Direction de la physique du globe et la Commission géologique du Canada, relevant toutes deux du ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, analysent les échantillons lunaires selon les méthodes de la microscopie pétrographique et du micro-sondage par électrons. Le département de chimie de l'Université McMaster mesure les concentrations de soufre et étudie les pertes et les gains de soufre subis par les matériaux lunaires. Le département de géologie de l'Université de Toronto étudie les propriétés magnétiques et électriques des échantillons lunaires.

*Le Dr Gerhard Herzberg, scientifique du CNRC, a reçu le prix Nobel de chimie en 1971 pour ses travaux de spectroscopie moléculaire.

8/16/76 1700Z TEST

3 VIS 2X2MI

8/16/76 1700Z TEST

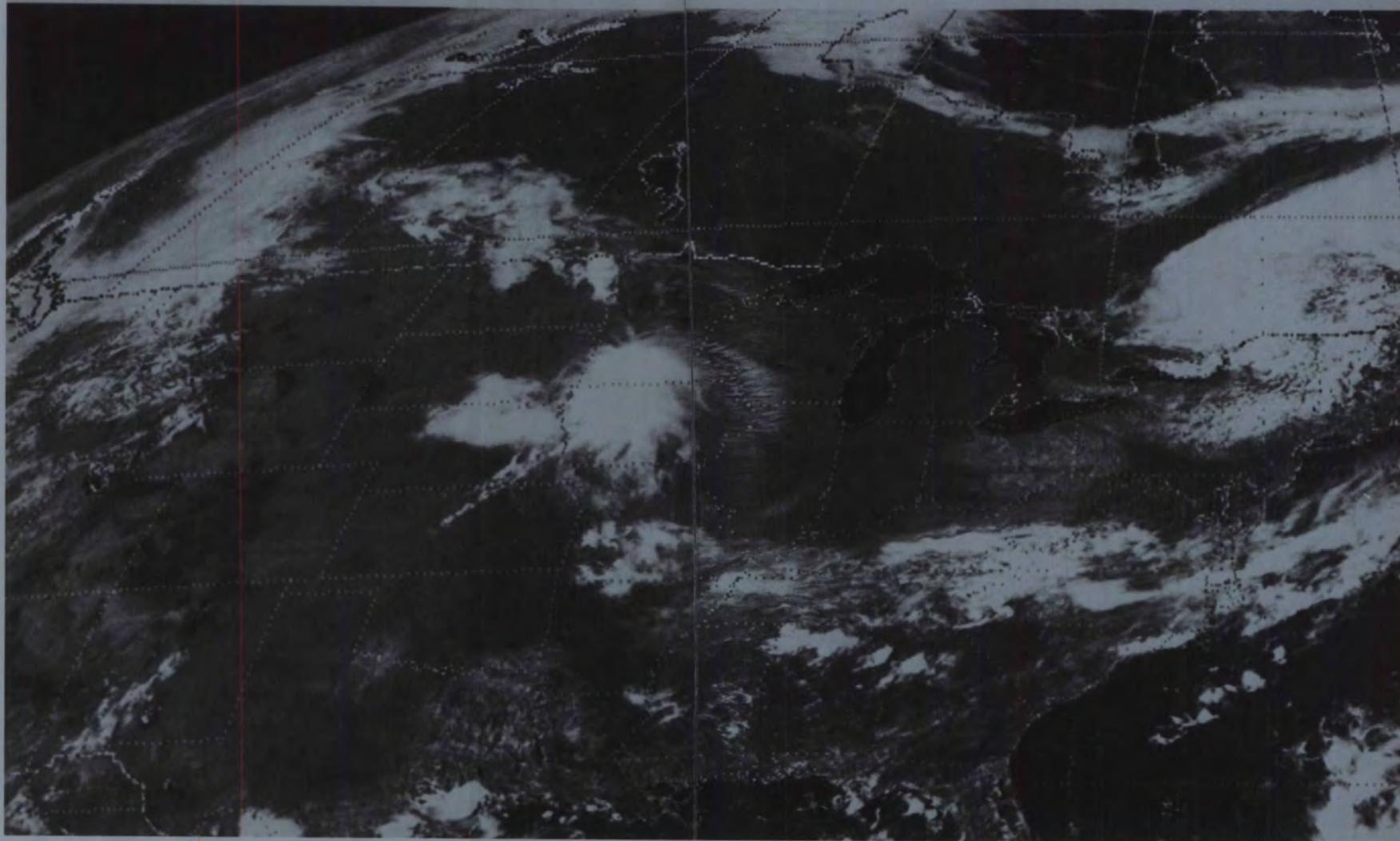


Image de type WEFAX transmise par le satellite
GOES (SMS-3)

Autres applications

Les océanographes utilisent les satellites Landsat et ceux de la NOAA pour l'étude de modèles de température des surfaces et des limons, et ils ont démontré qu'il était possible d'utiliser un altimètre à bord d'un satellite pour mesurer la hauteur des vagues sur l'océan.

L'envergure des feux de forêts est évaluée à partir d'images de Landsat. Des résidus minéralogiques ont aussi été tracés à l'aide d'images de Landsat. Il est possible que ce satellite soit aussi utilisé pour la prévision des récoltes. Les mouvements de la ligne limite des glaces sont aussi tracés, à des fins commerciales, à l'aide de données provenant de satellites.



Photographie de la région Vancouver/Victoria, transmise par Landsat. À remarquer l'eau douce limoneuse à la sortie de l'embouchure de la rivière Fraser au contact de l'eau plus pure de la mer au niveau du Déroit de Georgie.

Autres activités reliées à l'espace

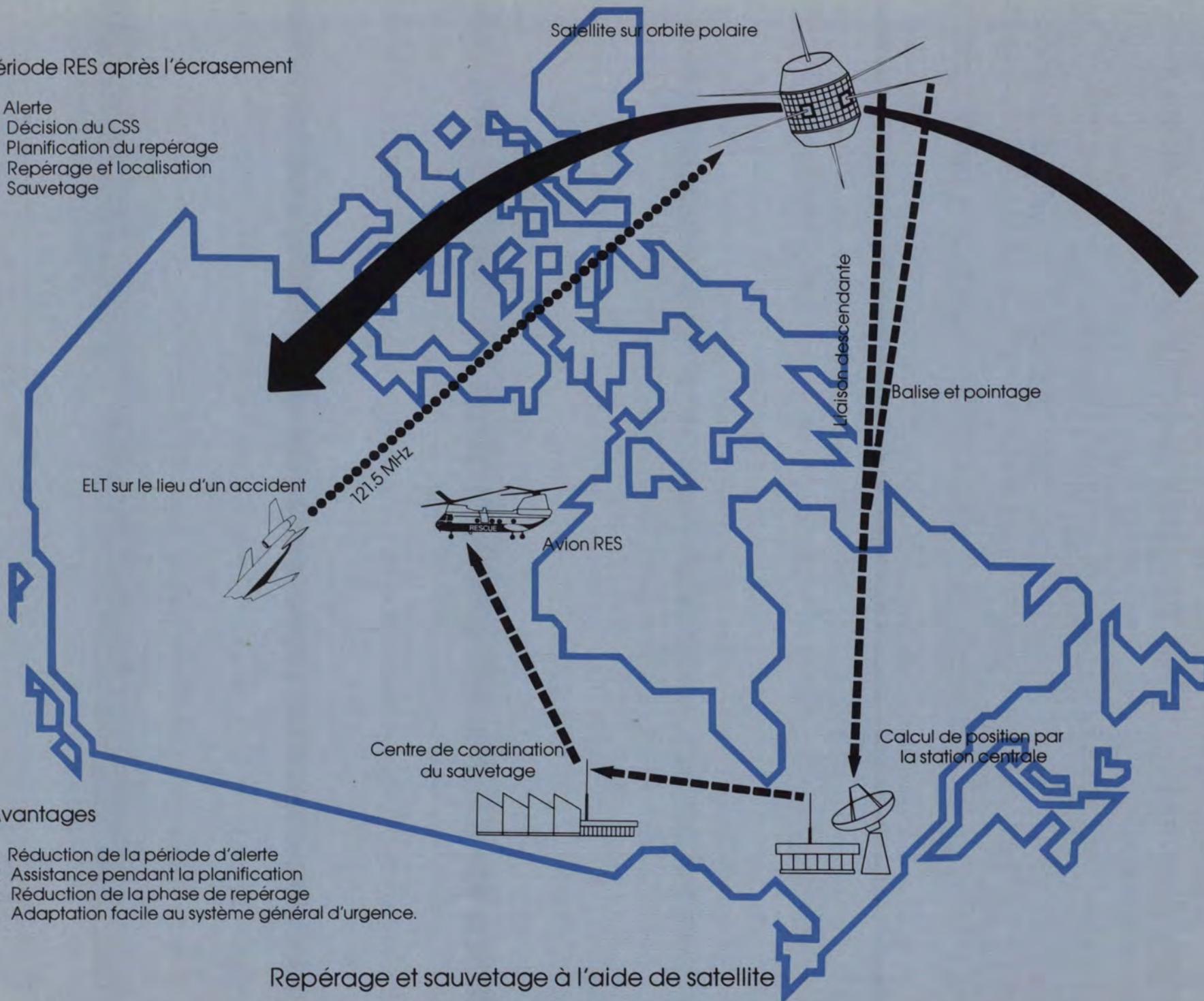
SARSAT — Satellite de repérage et de sauvetage

Le ministère de la Défense nationale (MDN) a entrepris une étude de faisabilité ayant trait à un système de satellite de repérage et de sauvetage, et le centre de recherches sur les communications (CRC) a, en 1976, pris en charge la réalisation d'une expérience de vérification de la validité du concept. Il s'agissait de démontrer qu'il est possible de repérer des émetteurs de localisation d'urgence (ELT), à partir d'un satellite placé sur orbite polaire. Un processeur SARSAT spécial a donc été utilisé ainsi que le satellite Oscar-6 de la Radio Amateur Satellite Corporation afin de prouver qu'un satellite, de coût réduit, placé sur orbite polaire et à basse altitude peut repérer le lieu d'un accident avec une précision de 2 à 8 km dans un délai de 15 à 20 minutes à compter de la première réception du signal émis par l'ELT. On en est maintenant à évaluer les différents projets pour la création d'un système opérationnel.

Période RES après l'écrasement

1. Alerte
2. Décision du CSS
3. Planification du repérage
4. Repérage et localisation
5. Sauvetage

Satellite sur orbite polaire



ELT sur le lieu d'un accident

121.5 MHz

Avion RES

Liaison descendante

Balise et pointage

Centre de coordination
du sauvetage

Calcul de position par
la station centrale

Avantages

1. Réduction de la période d'alerte
2. Assistance pendant la planification
3. Réduction de la phase de repérage
4. Adaptation facile au système général d'urgence.

Repérage et sauvetage à l'aide de satellite



Association canadienne des industries de l'aérospatiale



116, rue Albert
Pièce 601
Ottawa (Ontario)
K1P 5G3
(613) 232-4297

L'Association canadienne des industries de l'aérospatiale regroupe environ 80 compagnies canadiennes qui s'intéressent à l'aéronautique et à l'aérospatiale. Cette association a mis sur pied neuf comités: électromécanique et électronique de l'aérospatiale, contrats et financements, douane et tarifs, surveillance de l'environnement, aviation générale, commercialisation, support des produits, recherche et développement, et enfin, normalisation des techniques et conversions métriques.

Un sous-comité de l'espace, regroupant huit compagnies, fut créé en 1973 pour présenter la position de l'industrie lors de l'étude et de la formulation de la politique spatiale du Canada, pour aider le gouvernement à définir et à orienter un programme spatial coordonné et adapté aux capacités de l'industrie spatiale canadienne, pour favoriser le développement d'une industrie canadienne de "classe internationale" avec l'aide de subventions gouvernementales et enfin, pour veiller à ce que l'industrie canadienne participe pleinement à l'exécution de l'ensemble des futurs programmes spatiaux canadiens. Le sous-comité a, depuis sa création,

présenté au gouvernement des mémoires sur les orientations de la politique spatiale et a fait prendre conscience aux représentants des industries et des organismes gouvernementaux de la place chaque jour plus importante tenue par les systèmes de satellites dans le développement présent et futur du Canada. Il a su montrer les avantages dont bénéficierait la nation du fait de l'engagement de l'industrie canadienne dans les programmes spatiaux à venir.

seaux nationaux. Les stations terriennes Frontier ne sont pas équipées de dispositifs de commutation de voie ni d'équipements de remplacement dont disposent les stations conçues pour Radio-Canada. Elles peuvent être louées à prix modique par les communautés qui le désirent pourvu qu'elles soient en mesure d'en assumer les frais, de les loger et de les protéger contre les intempéries. Il en existe déjà un certain nombre en exploitation au Yukon.

Le système Télésat fonctionne dans les 6/4 (GHz). Cette bande est aussi utilisée pour les systèmes de relais hertziens des réseaux terrestres de télécommunication. L'inconvénient majeur est qu'il faille limiter la puissance utilisable dans les transmissions par satellite si l'on veut éviter le brouillage entre les réseaux terrestres et spatiaux; cette limitation de puissance requiert à son tour l'utilisation de stations terriennes plus volumineuses, donc plus dispendieuses, qu'il faut protéger contre le brouillage dû à la proximité d'installations de télécommunication au sol. Il faut donc installer les stations terriennes loin des centres urbains importants et retransmettre les signaux par le truchement des réseaux terrestres traditionnels. Sans ces limitations de puissance et ces problèmes de brouillage, Télésat serait en mesure de fournir des stations terriennes plus petites que l'on pourrait installer dans les locaux centraux des clients, en éliminant les frais des liaisons aux stations terriennes situées à l'extérieur.

Le satellite Anik-B sera mis sur orbite avec des répondeurs classiques en 6/4 GHz auxquels vient s'ajouter un certain nombre de voies radioélectriques dans les 14/12 GHz. L'absence de services terrestres dans cette bande de fréquences minimisera les problèmes de brouillage et permettra une plus grande puissance de transmission de satellite. Ces voies sont retenues par le gouvernement qui souhaite la poursuite des expériences pour l'utilisation des bandes de fréquences plus élevées dans le domaine des télécommunications par satellite. Des études réalisées au sein de Télésat ainsi qu'ailleurs suggèrent que de nombreux satellites de télécommunication de la seconde génération fonctionneront dans la gamme de fréquence 14/12 GHz. D'autres études dont certaines sont réalisées en collaboration avec des clients et des usagers, tentent présentement de définir les besoins des usagers au cours des années 1980. On examine des systèmes utilisant de gros satellites hybrides fonctionnant à la fois en 6/4 GHz et en 14/12 GHz ainsi que sur certains autres modes faisant intervenir un apport équilibré de satellites distincts assurant le service sur l'une ou sur l'autre bande de fréquence.



La station terrienne de Télésat de Pangnirtung, Territoire du Nord-Ouest, à 67° de latitude Nord, transmet le téléphone, la radio et la télévision aux communautés de l'île de Baffin.

Télesat Canada

Telesat

333, River Road
Ottawa (Ontario)
K1L 8B9

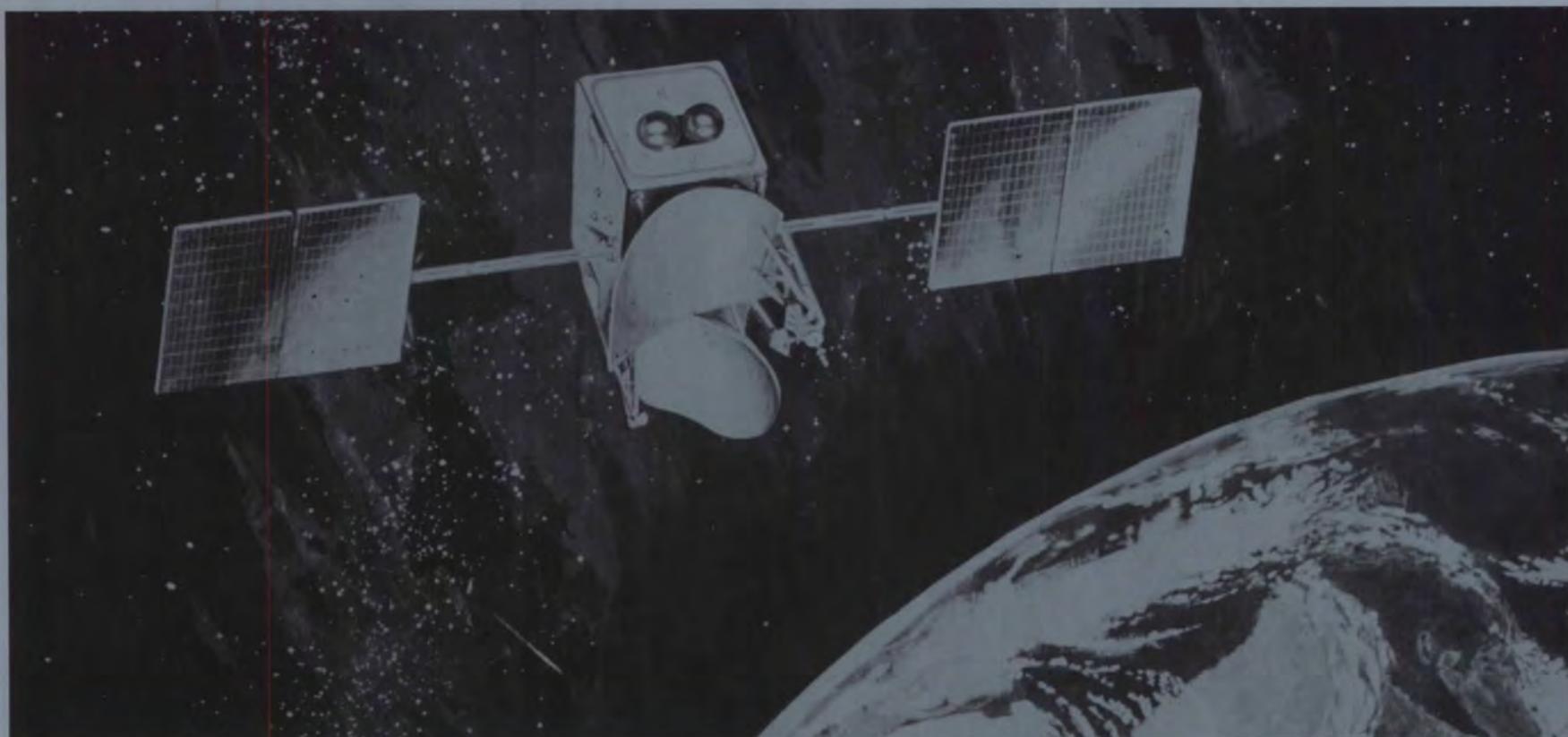
(613) 746-5920

Un groupe d'étude, créé à la suite d'une soumission présentée par une compagnie privée de radiodiffusion et portant sur un projet de système canadien de télécommunication par satellite à l'échelon national, fut chargé en juillet 1967 d'analyser les perspectives d'exploitation des satellites, notamment des satellites de télécommunication, ainsi que le rôle qu'ils seraient appelés à jouer dans les services canadiens de télécommunication. Les premières recommandations furent présentées au mois de novembre 1967. Le 28 mars 1968, le gouvernement publiait un Livre Blanc intitulé "Un système domestique de télécommunications par satellite pour le Canada" et annonçait ainsi son intention de constituer une société chargée du développement et de l'exploitation commerciale de satellites et de stations terriennes d'un réseau dont elle serait l'unique propriétaire.

La société Télesat Canada a été constituée en 1969 par une loi du Parlement et la structure particulière de sa constitution en société a vivement intéressé les autres nations désireuses d'instaurer leurs propres systèmes nationaux

de télécommunication par satellite. Télesat n'est pas une compagnie de la Couronne pas plus qu'un organisme gouvernemental; elle a été constituée sur le modèle des sociétés commerciales où la masse des actions est détenue à la fois par le gouvernement et les principales entreprises de télécommunication du Canada, avec une disposition prévoyant la participation éventuelle du grand public. Cette structure harmonise l'intérêt national et les intérêts corporatifs des actionnaires. Bien que les détenteurs d'actions de la Télesat soient, dans la plupart des cas, ses principaux clients, l'efficacité de cette disposition permet à tous les participants de partager équitablement les ressources financières, et techniques ainsi que la gestion de la société.

Le lancement du premier satellite Anik pour la société Télesat a eu lieu en novembre 1972. Le Canada devint ainsi la première nation au monde à posséder un système national de télécommunication utilisant des satellites géostationnaires. Deux autres satellites Anik ont été lancés par la suite et sont en bon état de fonctionnement. Un quatrième, le premier de la série des Anik-B, actuellement en cours de construction, sera lancé au mois de novembre 1978. L'exploitation commerciale de la société a débuté en janvier 1973 avec un satellite et quatre stations terriennes; les services actuels utilisent trois satellites, et plus de soixante-dix stations terriennes assurent la couverture de tout le territoire canadien.



Représentation artistique du satellite Anik-B dont le lancement est prévu pour le mois de novembre 1978.

Au début, Télésat utilisait d'assez grandes stations au sol fixes. De conception modulaire, ces stations étaient conçues de façon à répondre aux besoins futurs d'autres services, dont l'émission et la réception de programmes de télévision, en ajoutant simplement des équipements complémentaires au bloc électronique de base de la station. Puisque la demande en télécommunication par satellite augmentait surtout dans des régions isolées et souvent, pour des besoins à court terme, il fallut développer

des stations terriennes de dimensions plus réduites, semi-permanentes et transportables. La plus petite de ces stations, équipée d'une antenne de 3,6 m de diamètre, peut être transportée par avion jusqu'aux endroits les plus reculés où elle est mise en service en quelques heures seulement. De récents développements tels que la station au sol Frontier, permettent aux petites communautés isolées de recevoir la radio et la télévision, même s'il n'est pas prévu de les relier, dans un proche avenir, aux ré-

seaux nationaux. Les stations terriennes Frontier ne sont pas équipées de dispositifs de commutation de voie ni d'équipements de remplacement dont disposent les stations conçues pour Radio-Canada. Elles peuvent être louées à prix modique par les communautés qui le désirent pourvu qu'elles soient en mesure d'en assumer les frais, de les loger et de les protéger contre les intempéries. Il en existe déjà un certain nombre en exploitation au Yukon.

Le système Télésat fonctionne dans les 6/4 (GHz). Cette bande est aussi utilisée pour les systèmes de relais hertziens des réseaux terrestres de télécommunication. L'inconvénient majeur est qu'il faille limiter la puissance utilisable dans les transmissions par satellite si l'on veut éviter le brouillage entre les réseaux terrestres et spatiaux; cette limitation de puissance requiert à son tour l'utilisation de stations terriennes plus volumineuses, donc plus dispendieuses, qu'il faut protéger contre le brouillage dû à la proximité d'installations de télécommunication au sol. Il faut donc installer les stations terriennes loin des centres urbains importants et retransmettre les signaux par le truchement des réseaux terrestres traditionnels. Sans ces limitations de puissance et ces problèmes de brouillage, Télésat serait en mesure de fournir des stations terriennes plus petites que l'on pourrait installer dans les locaux centraux des clients, en éliminant les frais des liaisons aux stations terriennes situées à l'extérieur.

Le satellite Anik-B sera mis sur orbite avec des répondeurs classiques en 6/4 GHz auxquels vient s'ajouter un certain nombre de voies radioélectriques dans les 14/12 GHz. L'absence de services terrestres dans cette bande de fréquences minimisera les problèmes de brouillage et permettra une plus grande puissance de transmission de satellite. Ces voies sont retenues par le gouvernement qui souhaite la poursuite des expériences pour l'utilisation des bandes de fréquences plus élevées dans le domaine des télécommunications par satellite. Des études réalisées au sein de Télésat ainsi qu'ailleurs suggèrent que de nombreux satellites de télécommunication de la seconde génération fonctionneront dans la gamme de fréquence 14/12 GHz. D'autres études dont certaines sont réalisées en collaboration avec des clients et des usagers, tentent présentement de définir les besoins des usagers au cours des années 1980. On examine des systèmes utilisant de gros satellites hybrides fonctionnant à la fois en 6/4 GHz et en 14/12 GHz ainsi que sur certains autres modes faisant intervenir un apport équilibré de satellites distincts assurant le service sur l'une ou sur l'autre bande de fréquence.



La station terrienne de Télésat de Pangnirtung, Territoire du Nord-Ouest, à 67° de latitude Nord, transmet le téléphone, la radio et la télévision aux communautés de l'île de Baffin.



Les stations terriennes de Télésat

Les stations terriennes de Télésat sont dispersées sur toute l'étendue du Canada, jusqu'à l'intérieur du cercle arctique.

La Société Radio-Canada est un usager important des services de Télésat; ses programmes des réseaux nationaux et régionaux de radio et de télévision sont distribués dans l'ensemble du pays à l'aide de trois canaux radio-électriques et d'un canal dont l'utilisation est intermittante; ces services sont assurés en anglais et en français. En l'absence de ce système par satellites, de nombreuses communautés éloignées et isolées ne pourraient bénéficier de ces services.

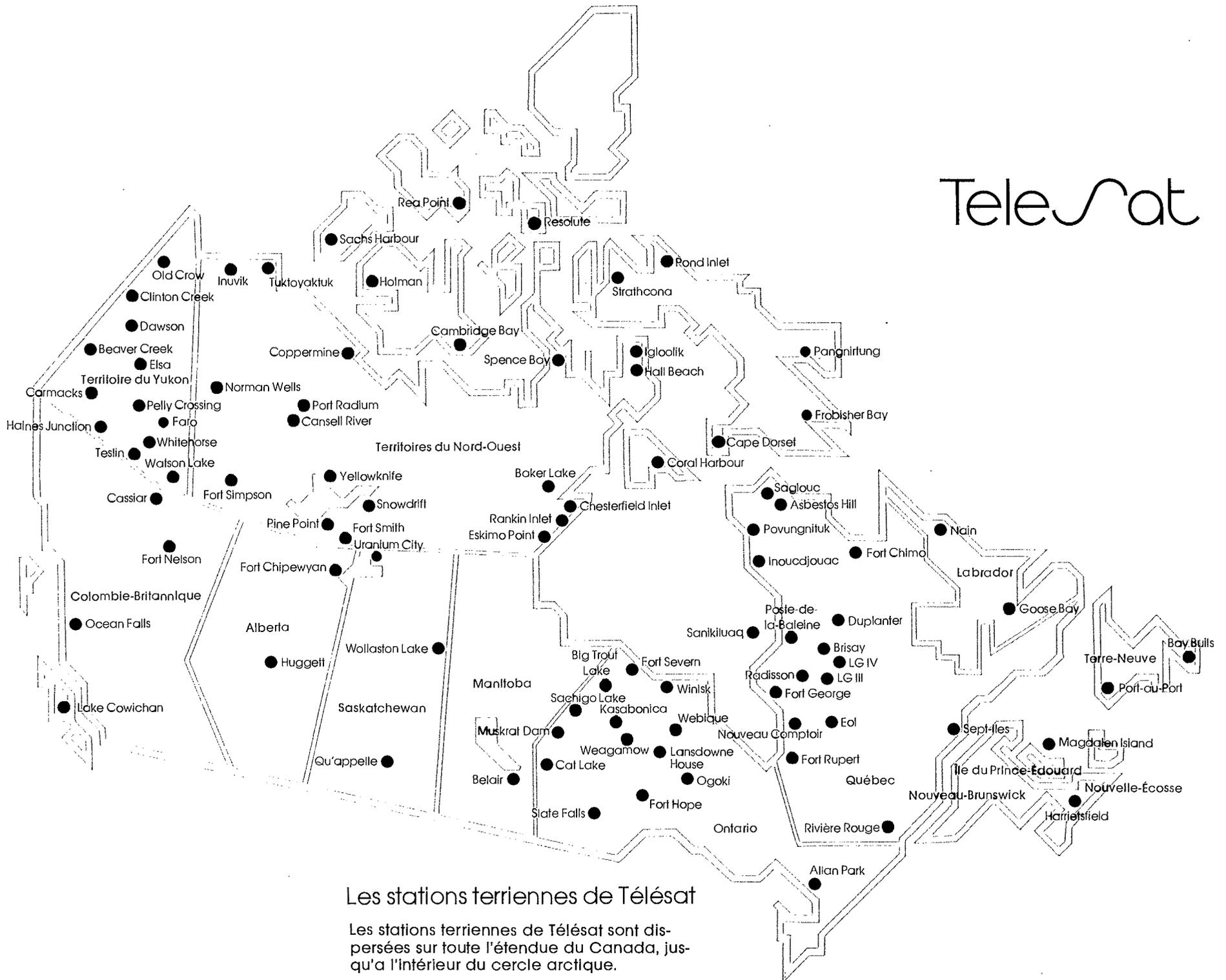
Une association volontaire des principales compagnies canadiennes du téléphone, le Réseau téléphonique transcanadien (RTT), et les Télécommunications CNCP sont aussi des usagers des satellites de Télésat. Ces deux organisations utilisent des canaux d'Anik ayant une capacité de presque 1 000 circuits bidirectionnels pour assurer le service entre Vancouver, en Colombie-Britannique, et Toronto en Ontario. La société Bell Canada, en plus de sa participation dans les circuits est-ouest au Réseau téléphonique transcanadien, loue deux canaux pour distribuer ses services aux localités de l'Arctique oriental. La compagnie Téléglobe Canada loue un canal Anik pour assurer le relais du trafic entre Toronto et le terminal canadien du câble transatlantique.

Depuis l'inauguration du système Télésat en 1973, divers gouvernements et organisations privées du monde entier ont demandé assistance à la société Télésat pour la planification de systèmes de télécommunication par satellite. En plus des contrats officiels d'assistance, Télésat a collaboré avec des ministères du gouvernement pour présenter des séances d'information et des séminaires portant sur son propre système. Ils ont été tenus à l'intention de fonctionnaires et de cadres supérieurs d'entreprises de télécommunication de plusieurs pays étrangers parmi lesquels on peut citer le Brésil, Taïwan et l'Indonésie ainsi que l'Organisation des télécommunications du Commonwealth (OTC). Des articles techniques sont régulièrement publiés et présentés lors des conférences et des réunions d'organisations comme l'IEEE, l'AIAA et autres groupements ou associations d'ingénieurs et de techniciens.

Le 1^{er} janvier 1977, la société Télésat est devenue membre à part entière du Réseau téléphonique transcanadien; cette accession était sujette à l'approbation du Conseil de la radiodiffusion et des télécommunications canadiennes (CRTC). Le titre de membre ne modifie aucunement le niveau de propriété ou de gestion de la société et est en conformité avec la Loi canadienne sur la constitution de la société Télésat.

Le siège social de la société Télésat Canada se trouve à Ottawa, Ontario.

Telesat



Spar Aerospace Products Ltd.



825, Caledonia Road
Toronto (Ontario)
M6B 3X8
(416) 781-1571,
Télex: 065-24240
TWX: 610-491-1503

La Spar Aerospace Products Ltd. est une compagnie publique dont la part canadienne s'élève à 97%. Elle se spécialise dans la conception, la fabrication et l'entretien de produits destinés aux différents marchés de l'aérospatiale et des transports aériens et terrestres.

La Spar qui est le résultat d'une succession de regroupements et de fusions commença ses activités le 1^{er} janvier 1968. La compétence et les capacités techniques de ses prédécesseurs ont été nettement améliorées par la nouvelle direction de la Spar qui est aujourd'hui en mesure de desservir les marchés d'Amérique du Nord et de l'étranger en ce qui a trait aux techniques de pointe tant commerciales que scientifiques et militaires. Les installations de la compagnie, qui a son siège social à Toronto, sont appuyées par l'expertise technologique de l'Astro Research Corporation à Carpinteria, Californie, filiale dont elle est intégralement propriétaire.

Au début de l'année 1977, la Spar a racheté une part importante de l'actif de la Division des systèmes gouvernementaux et commerciaux de la compagnie RCA Limitée de Montréal, Québec. La Spar est aussi devenue propriétaire de l'affaire en pleine activité avec ses équipements, son actif et son passif et le droit d'occupation, par location, de locaux dans les installations de la RCA à Ste-Anne-de-Bellevue ainsi que dans l'usine de la rue Lenoir, à Montréal. Les capacités techniques de la RCA sont complémentaires de celles de la Spar et permettront à la Spar de prendre totalement en charge le développement de réseaux de télécommunication par satellite. La part acquise de la RCA a, en 1976, rapporté une rente d'environ 17 millions de dollars et emploie environ 500 personnes. La Division de l'aérospatiale et du gouvernement de la RCA comprenait deux subdivisions: celle des systèmes de l'aérospatiale et du gouvernement, spécialisée dans les télécommunications à l'aide de satellite et celle des systèmes de communication, spécialisée dans les télécommunications terrestres.

Exploitation

Depuis ses débuts modestes en 1968, lorsque la Spar prit le contrôle de la division des produits spéciaux et de la recherche appliquée de la compagnie de Havilland Aircraft of Canada, la compagnie Spar s'est développée progressivement pour constituer un complexe industriel important qui embauche plus de 1 350 employés dont près de 400 chercheurs, ingénieurs et techniciens spécialisés.

SPAR AEROSPACE PRODUCTS LTD.
825 CALEDONIA ROAD
TORONTO, ONTARIO M6B 3X8
CANADA

Établie tout d'abord à Malton, en Ontario, la Spar a déménagé en 1969 vers des locaux plus modernes couvrant aujourd'hui 20 900m². Ils sont situés sur Caledonia Road, à Toronto. L'usine de la Spar, sans cesse modernisée et perfectionnée, dispose aujourd'hui d'installations remarquables de fabrication et d'essais qui constituent une base solide pour la fabrication de mécanismes de précision et pour la fabrication et l'assemblage des structures d'astronefs, des sous-systèmes et des composants. Six laboratoires de mécanique, en plus de l'accès direct à un ordinateur scientifique de grande capacité, servent aux programmes de recherches et de développement de la compagnie. De plus, la Spar a conçu et construit une piste expérimentale d'essais unique au Canada entièrement contrôlée par ordinateur, pour l'étude et la mise au point de véhicules de transport en commun et notamment les véhicules propulsés par de moteurs électriques à induction linéaire (MIL).

On procède actuellement à la construction d'un immeuble couvrant 3 350 m² dans la section Nord-Ouest de Toronto pour la Division des systèmes de télémanipulation. La compagnie, en prévision des besoins futurs, a pris une option sur un terrain adjacent à ce nouvel immeuble pour construire un autre bâtiment de deux étages couvrant 3 700 m² de surface.

L'Astro Research Corp., filiale de la Spar, était à l'origine située à Santa Barbara; elle a récemment consolidé ses activités en s'installant dans de nouveaux locaux couvrant 2 200 m² à Carpinteria, Californie.

Réparations et révisions (R&R)

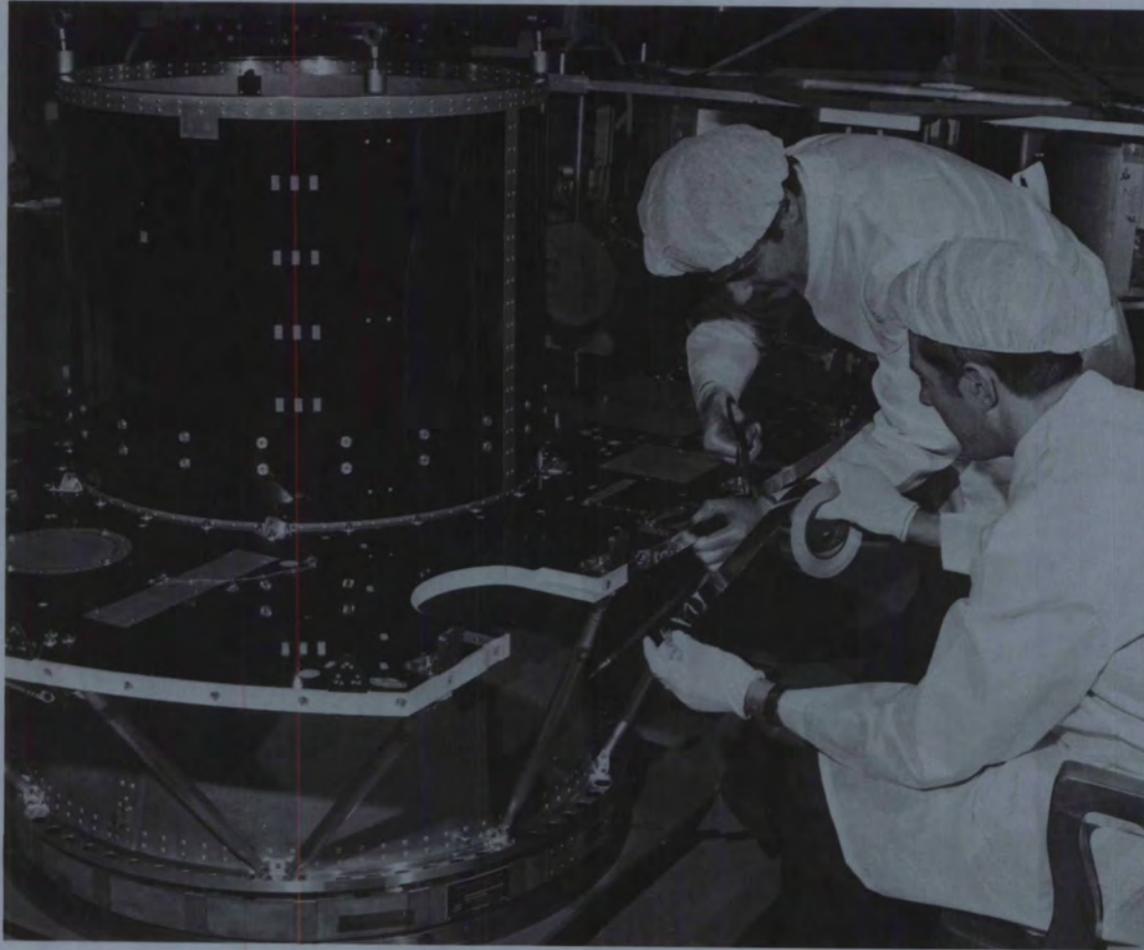
Cette division veille aux réparations et aux modifications d'un grand nombre d'instruments et de composants mécaniques d'avions: réseaux électriques, réseaux d'oxygène, systèmes de navigation, pilote automatique, systèmes hydrauliques et de conditionnement d'air, commandes de vitesse constante, boîtes de vitesses et composants des systèmes électriques, de contrôle de vol, de train d'atterrissage et de chauffage. Une grande partie des affaires de la R&R résulte d'accords conclus avec divers fabricants d'équipements aéronautiques qui font exclusivement appel à la Spar pour l'entretien de leurs produits. Les affaires de cette division sont extrêmement stables et régulières car elles sont étroitement liées au nombre d'heures de vol des avions dont l'équipement est entretenu par la Spar. Au cours des huit dernières années, les ventes et bénéfices de cette division se sont constamment accrus. Le chiffre d'affaires pour l'année 1975 s'est élevé à 11,8 millions de dollars, soit 41% du chiffre total des ventes.

Ingénierie

La Spar est la première compagnie canadienne qui se spécialise dans la conception, la mise au point, la fabrication et l'assemblage de structures, de sous-systèmes et de composants de véhicules spatiaux. Parmi les réalisations les plus significatives en matière d'aérospatiale, de la Spar et des compagnies qui l'ont formée, il faut noter la fabrication des structures de tous les satellites canadiens aujourd'hui sur orbite: les satellites Alouette I et II, ISIS I et II, ainsi que les trois satellites de télécommunication Anik.

Pendant la période 1970-1975, la Spar a signé un contrat avec le gouvernement pour l'étude, le développement, la fabrication et la réalisation des essais de divers sous-systèmes du Satellite technologique de télécommunication (STT), dit Hermès: structure du véhicule, son système de régulation thermique, le système mécanique des panneaux solaires et le système de commande d'orientation. Les travaux se sont achevés à la fin de l'année 1975 et Hermès a été lancé au mois de janvier 1976 à partir du Centre spatial Kennedy en Floride. Ce satellite est maintenant sur orbite géostationnaire et tous les systèmes Spar embarqués fonctionnent correctement.

LIBRARY
COMMUNICATIONS RESEARCH CENTRE
PO BOX 11490 STATION H
OTTAWA CANADA. K2H 8S2



La structure d'Hermès ne représente que 7% du poids total de l'engin spatial au lancement.

Pendant plusieurs années, la Spar s'est orientée vers la recherche et le développement des techniques de télédétection des sources de chaleur. La compagnie a conçu, mis au point et produit un système passif de détection de rayonnement infra-rouge à des fins militaires pour le compte du gouvernement. Les appareils de télédétection construits par la Spar ont été abondamment mis à l'essai par les forces armées canadiennes et par la marine américaine. Actuellement, la compagnie modernise son équipement de surveillance par infra-rouge destiné à la marine canadienne et à celle d'autres pays.

Dans le domaine des transports, la Spar est l'une des premières compagnies à avoir mis au point le moteur électrique à induction linéaire (MIL) et l'équipement annexe de conversion de l'énergie. La compagnie vient de terminer un programme de mise au point et d'essais d'un système de propulsion MIL, financé à la fois par le gouvernement et par la Spar. La Spar a réalisé des études concernant l'application de moteurs linéaires dans le Système de transport à moyenne capacité. Les études qui sont actuellement analysées par la compagnie pour le développement du transport urbain en Ontario (UTDC). En juin 1976, l'assemblée législative d'Ontario a autorisé l'UTDC à entreprendre la mise au point d'un tel système de transport, et la direction de la Spar est persuadée que son système MIL et son équipement de conversion de l'électricité seront utilisés pour les véhicules de ce système.

Fabrication

Des cinq fabricants indépendants de mécanismes d'engrenage pour l'aérospatiale qui peuvent être comparés en Amérique du Nord, la Spar est la seule compagnie canadienne qui dispose des capacités complètes dans ce domaine très spécialisé. Elle peut procéder à la conception, la fabrication, l'assemblage et aux essais de boîtes de vitesses et de transmissions complètes pour réacteurs, hélicoptères et véhicules de transport terrestre. Parmi les contrats importants signés par la Spar, on peut signaler: General Electric (boîtes d'engrenage pour les réacteurs J85-21 et T700); Bell Aerospace Canada (système de transmission pour le véhicule sur coussin d'air Viking); Westland Helicopters, Angleterre (commandes de transmission pour le Lynx); Aérospatiale, France — (composants de boîtes de vitesses pour l'hélicoptère Puma).

Au début de l'année 1976, la Spar s'est vu adjudger un contrat de 3,2 millions de dollars pour la fourniture de boîtes de vitesses et d'accouplements d'arbres pour équiper les véhicules ferroviaires canadiens légers qui remplaceront progressivement les tramways de la Commission de Transports de Toronto. Ces boîtes de vitesses et ces accouplements seront fabriqués par la Spar conformément à un accord conclu en 1975 avec la société Carl Hurth Maschinen und Zahnradfabrik de Munich, en Allemagne de l'Ouest. Cette dernière a cédé à la Spar les droits de fabrication et de commercialisation pour l'Amérique du Nord, de la gamme des équipements Hurth de transmission d'énergie électrique.

Systèmes de télémanipulation (STM)

Dans le cadre d'accords de coopération conclus entre le Canada et les États-Unis, un groupe de quatre compagnies canadiennes, dirigé par la Spar, travaille depuis 1971 à deux applications particulières de STM pour le programme américain de la Navette spatiale.

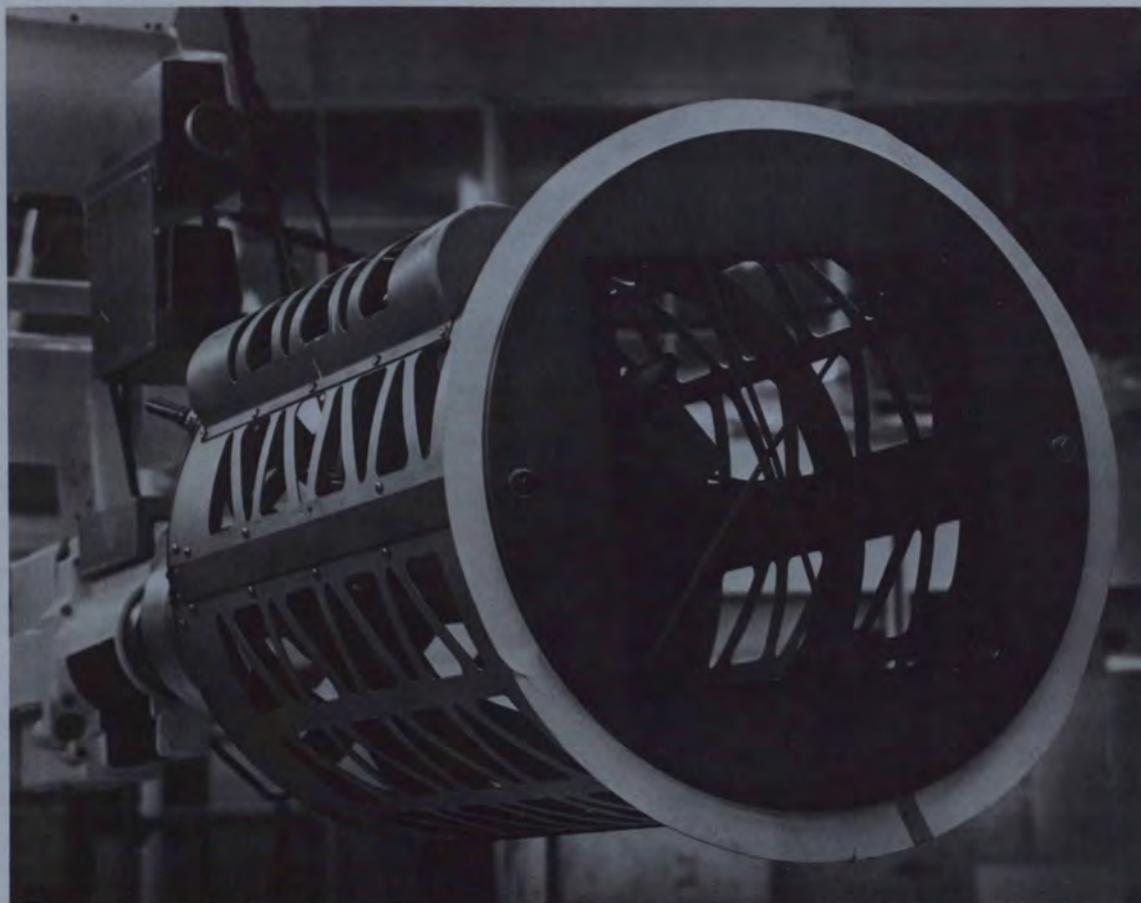
À la fin de l'année 1975, la Spar s'est vue confier par le ministère des Approvisionnements et des Services (MAS), au nom du Conseil national des recherches du Canada, l'exécution de deux contrats représentant une valeur de 19,7 millions de dollars pour la conception de systèmes de télémanipulation (STM) destinés à l'équipement de la Navette spatiale américaine et pour la construction du dispositif de simulation expérimentale du télémanipulateur.

Les systèmes mécaniques extrêmement compliqués, devant jouer le rôle des articulations d'épaule, de coude et de poignet de ce bras mécanique long de 15 m seront aussi fabriqués par la Spar qui veille actuellement à leur conception.

De tels dispositifs de télémanipulation, commandés par l'homme, pourront aussi être utilisés pour exécuter des travaux difficiles dans des milieux hostiles: sous le sol, sous l'eau, dans des conditions d'extrême chaleur ou de froid, ou de radiations nucléaires.



Au premier plan, maquette grandeur nature de la navette, chargée du mécanisme d'échange modulaire, et, à l'arrière-plan, le télémanipulateur. Bâtiment de la Rockwell International à Downey, Californie.



L'appendice du bras STM de la Navette spatiale s'apparente à la main humaine et peut saisir et manipuler des satellites pesant jusqu'à 30 000kg.

Astro Research Corporation

La compagnie Astro Research Corporation, située en Californie, est une filiale à part entière de la Spar; elle se spécialise dans la conception et le développement de structures légères, mobiles et extensibles pour des applications spatiales et terrestres. Parmi ces structures, on peut citer les structures déployables brevetées ASTROMAST, destinées à supporter de grands panneaux sertis de cellules solaires, ainsi que les divers produits de la gamme STEM mise au point par la Spar.

Commercialisation

Au cours des neuf années de son existence, la Spar a développé une organisation très spécialisée de commercialisation et de planification dont le personnel est constitué d'ingénieurs de ventes propres à la Spar; ceux-ci sont secondés par des représentants itinérants en Europe, aux États-Unis, au Japon et en Amérique Latine. D'autre part, la Spar fait appel aux services d'experts-conseil en commercialisation au Canada et à l'étranger. L'organisation de commercialisation et de planification assure la liaison avec les ministères et les agences gouvernementales tant au Canada qu'à l'étranger et avec les principaux clients internationaux du secteur aérospatial.

Bristol Aerospace Limited



B.P. 874
Aéroport international de
Winnipeg
Winnipeg (Manitoba)
R3G 2S4
(204) 775-8331
Télex: 03-5587
TWX: 610-671-3598

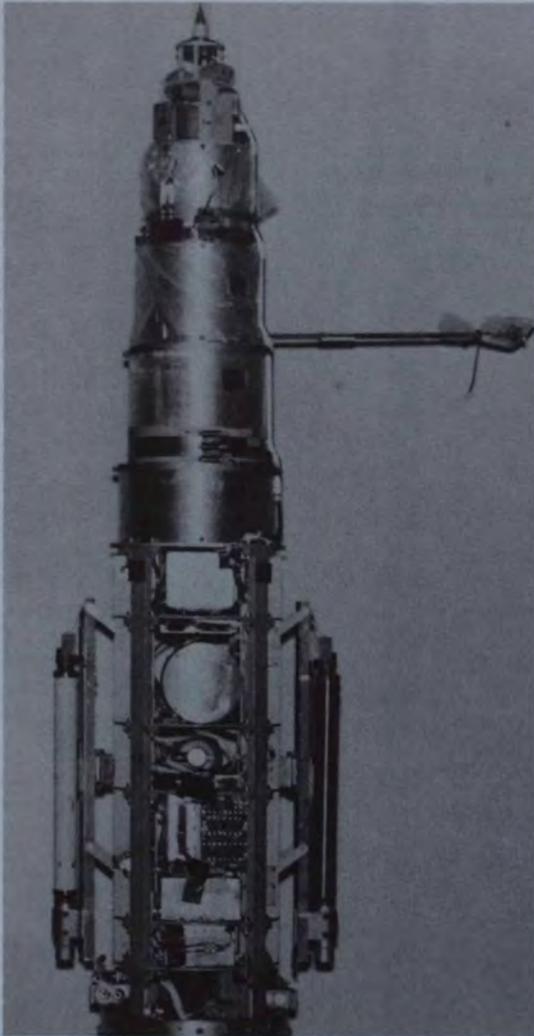
La compagnie Bristol Aerospace Limited a été constituée en 1930 pour l'entretien et la réparation d'aéronefs et pour la fabrication de flotteurs d'hydravion. Depuis, la compagnie s'est agrandie et modernisée en ce qui a trait particulièrement à l'ingénierie, au développement et à la fabrication. La plupart des installations de la compagnie sont situées à Winnipeg, au Manitoba, où se trouve le siège social. Seule l'usine de fabrication de propergol est située à Rockwood, au Manitoba. Bristol emploie présentement environ 1 000 personnes.

L'expérience de Bristol porte sur des domaines variés tels que les systèmes d'ingénierie, métallurgie, plastiques structuraux et propergols solides.

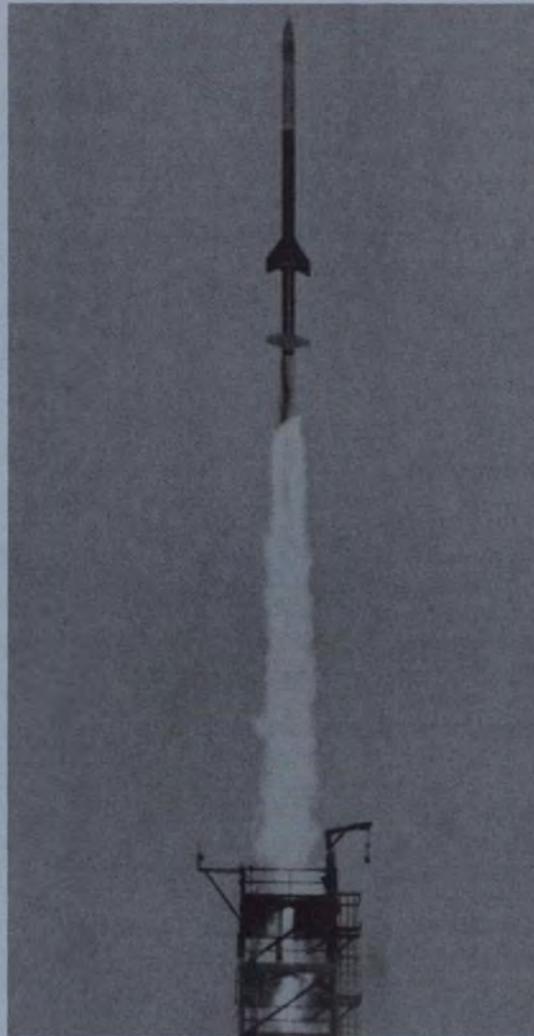
La compagnie s'occupe de la conception, du développement et des techniques de fabrication dans les domaines de la soudure, des essais mécaniques, de l'analyse chimique, des rayons X, du bobinage, des aéronefs, des fusées, des structures spatiales et des systèmes de véhicule de recherche dans la haute atmosphère, y inclus l'électronique de bord.



Mise à feu de la fusée Black Brant IV au Pas de tir de recherches Churchill.



Charge utile de 25mm de diamètre pour fusée-sonde en voie de préparation pour des essais d'ambiance spatiale.



Lancement d'un Nike Black Brant V.

Les principaux produits aérospaciaux de la compagnie sont les fusées-sondes Black Brant, les systèmes et instruments pour ces fusées-sondes, les composants électroniques pour satellite, les plate-formes de collecte des données, les émetteurs de télémétrie et les matériaux composites légers. La compagnie s'intéresse aussi à l'entretien et à la réparation d'aéronefs, aux structures en alliage léger pour les aéronefs, aux composants pour les sections chaudes des moteurs à réaction et composants pour le réacteur nucléaire CANDU.

Depuis ses débuts, la compagnie s'est occupée du développement et de la fabrication de composants de technologie de pointe pour l'industrie aérospatiale. Depuis environ 15 ans, Bristol Aerospace a continué le développement, la fabrication et le vol d'instruments à bord de ses fusées Black Brant. Mises à l'essai dans l'Arctique, dans le désert et dans les régions équatoriales, plus de 200 fusées Black Brant ont été lancées à des fins scientifiques pour le compte d'agences canadiennes, américaines et européennes. Les besoins en systèmes d'ingénierie comprenaient la transmission et la mise en séquence des données, le contrôle et plusieurs autres fonctions portant sur la conversion des signaux électriques en actions mécaniques.

Grâce à cette capacité de fournir des composants et des systèmes de données à bord des satellites et au sol capables de fonctionner avec une très haute fiabilité dans un environnement hostile, Bristol Aerospace a été choisi pour fournir le décodeur de télécommande et l'ensemble de commutation de courant pour le satellite technologique de télécommunication, Hermès.

Bristol Aerospace fabrique aussi, à des fins météorologiques, des stations de télédétection par satellite qui, lorsqu'utilisées en conjonction avec d'autres données sur la neige, permettent au groupe de prévision des avalanches dans les Rocheuses canadiennes de localiser les terrains dangereux et de déterminer le moment propice pour déclencher les avalanches à coup de canon. Ces stations fonctionnent à l'aide de batteries et se doivent d'être autonomes, puisque difficilement accessibles.

De même, Bristol a conçu pour l'installation sur la glace, une station de télémétrie et d'acquisition de données météorologiques. Cette station sera installée sur la mer de Beaufort dans l'Arctique canadien. Afin d'assurer que la station disposera d'une alimentation en énergie électrique suffisante pendant les longues périodes où elle sera exploitée d'une façon autonome, Bristol a mis au point une éolienne à axe vertical qui servira à recharger les batteries.

Depuis plus de 10 ans, les plastiques sont une des grandes lignes de fabrication de Bristol Aerospace.



Décodeur de télécommande du satellite Hermès.



Commutateur de courant pour le satellite Hermès.

Les composants en verre renforcé ont été mis au point en utilisant les procédés de bobinage. Ce procédé a permis de développer une technique d'enroulement de rubans qui est à la base du succès dont jouit Bristol Aerospace dans l'utilisation des propriétés spécifiques des matériaux composites de pointe. Bristol jouit d'une grande expérience de conception, d'analyse et de production dans les domaines d'applications de technologie de pointe pour les marchés du nucléaire, de l'espace et de l'aviation.

Bristol a construit des guides d'onde en matériaux composites et des structures de support pour des systèmes de satellite tel que le mât de déploiement d'expériences et l'écran solaire conique pour le programme PIONEER VENUS de la Nasa, ainsi que la jupe de radiation d'antenne pour le programme du satellite technologique de télécommunication, Hermès.

SED Systems Ltd.



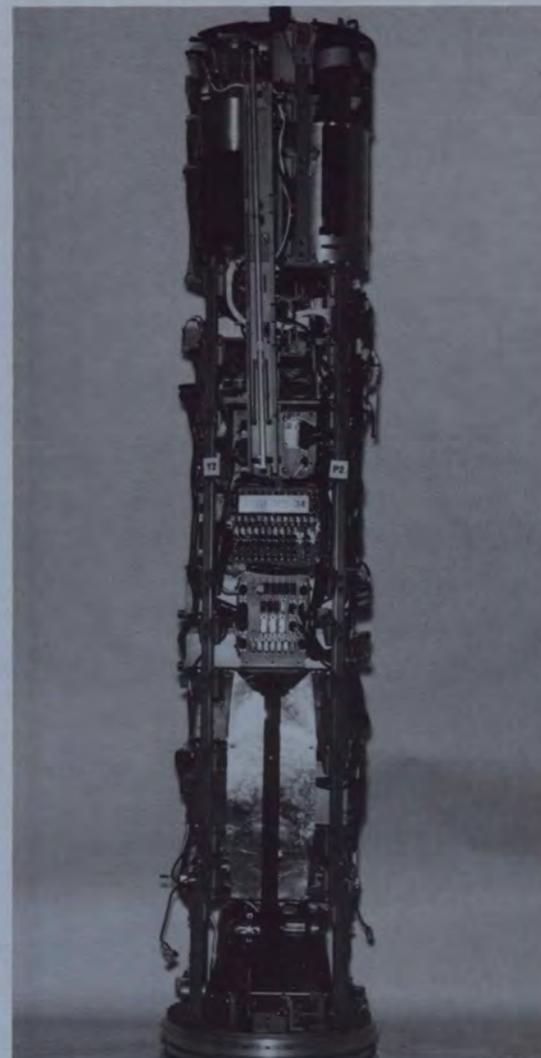
C.P. 1464
Saskatoon (Saskatchewan)
S7K 3P7

(306) 244-0976
Télex: 074-2495
TWX: 610-731-1476

La société SED Systems Ltd. a été formée en 1965 à partir de la division d'ingénierie spatiale du département de physique de l'Université de la Saskatchewan; elle a été constituée en société privée en juillet 1972. La compagnie emploie environ 140 personnes et réalise un chiffre d'affaires annuel supérieur à 5 millions de dollars. Ses activités sont réparties entre les quatre divisions suivantes:

Division des produits pour l'aérospatiale

Cette division fournit essentiellement des charges utiles de fusées et de ballons-sondes ainsi que des services de lancement pour la recherche scientifique dans les hautes couches de l'atmosphère. La division conçoit, fabrique et réalise des essais sur des instruments et des systèmes électriques et mécaniques destinés aux activités spatiales; ce genre d'équipement nécessite de hauts niveaux de miniaturisation, de robustesse et de fiabilité. La plupart des produits fabriqués sont destinés à des fonctions spécifiques et certains servent à la



La compagnie SED Systems, fournit une grande partie des charges utiles lancées par fusées-sondes au Canada.

téledétection dans des environnements difficiles notamment:

- instruments scientifiques à bord de satellites, de fusées-sondes ou de ballons. Ce sont surtout des instruments optiques qui transmettent les données obtenues sous forme de signaux électriques;
- systèmes de télémétrie, utilisant les techniques MIC ou d'autres formes de techniques de modulation et convenant particulièrement bien à la retransmission de grandes quantités d'informations à partir d'émetteurs éloignés ou dans des conditions aléatoires;
- équipements de traitement des informations et de vérification pour les essais des systèmes de télémétrie et le traitement des données qu'ils fournissent;
- dispositifs d'alimentation en courant électrique pour les appareils électroniques; ils doivent produire des tensions correctement réglées à partir d'une source unique à courant limité;
- systèmes électro-mécaniques spéciaux pour assurer la commande de position d'équipements scientifiques situés à grande distance.

L'installation mobile de lâcher de ballons, conçue et construite par voie de contrats conclus avec le CNRC, est exploitée depuis le mois d'août 1976. Il permet de manipuler des ballons de 500 000 m³ pouvant atteindre une altitude de 45 000 m. Ces ballons de haute altitude sont de plus en plus utilisés dans le cadre



d'expériences d'astronomie et de recherche sur les hautes couches de l'atmosphère. Ils constituent un des moyens relativement économiques de vérification des expériences avant de les utiliser dans le Spacelab ou la Navette spatiale. Avec cette nouvelle installation de lâcher de ballons, la SED peut fournir aujourd'hui une gamme étendue de services allant de la conception fondamentale de détecteurs jusqu'au lâcher du ballon porteur, en passant par les systèmes de pointage, de télémessure, d'alimentation électrique, de récupération des charges utiles et de traitement des données.

La SED, parrainée par le Service de l'environnement atmosphérique du MPE, poursuit une étude, répartie sur deux ans, pour explorer la couche d'ozone de la troposphère. Il s'agit de déterminer l'étendue des dommages pouvant être éventuellement provoqués par le dégagement de bioxyde d'azote des avions supersoniques et de mesurer les effets des composés du chlore apportés par l'usage excessif des produits en aérosols. Un nouveau système de pointage a été mis au point par la SED; il maintient le pointage vers le soleil pendant toute l'ascension à partir d'environ 7 500 m et assure une précision de pointage de l'ordre de 0,1° degré pendant tout le vol; il permet aux scientifiques d'obtenir les meilleures données possibles sur la composition chimique de la couche d'ozone.



Antenne à impulsion unique utilisée en association avec les systèmes de détection d'attitude par micro-ondes utilisés par le satellite japonais de radiodiffusion.

La division des produits pour l'aérospatiale a aussi fourni des équipements spatiaux particuliers tels que des systèmes de réflecteurs de photomètre pour le satellite ISIS II et un système de détection d'attitude par micro-ondes pour le satellite japonais de radiodiffusion. Ce système est particulièrement avantageux par rapport aux systèmes traditionnels: à partir d'un détecteur unique, il renseigne sur les trois paramètres d'orientation — roulis, tangage et lacet.

Division des stations au sol pour satellites

Cette division a pris en charge la réalisation de cinq projets importants pour la fourniture de stations terriennes et de leurs équipements connexes.

En vertu d'un contrat conclu avec le gouvernement, la SED a conçu, construit et installé la station terrienne de liaison avec les satellites, à Prince-Albert, Saskatchewan, dans le cadre du programme LANDSAT. La SED assure aujourd'hui le fonctionnement de cette station. Cette prise en charge a occasionné la refonte du Laboratoire radar Prince Albert ainsi que l'apport de modifications importantes du réflecteur d'antenne de 26 m de diamètre et du bâtiment; il a aussi fallu concevoir, fabriquer et installer des équipements complémentaires. Cette station terrienne fut la première à être exploitée dans le cadre du programme LANDSAT au Canada. Sa fonction est de recevoir et d'enregistrer les informations relayées par le satellite et de les présenter sous forme de photographies indiquant certaines caractéristiques telles que les ressources disponibles ou les zones de pollution.

Au cours de l'année 1973, la SED a fabriqué une antenne très différente et beaucoup plus petite pour Télésat Canada; c'est une station au sol de télémessure et de commande utilisée pour le contrôle des satellites de télécommunication Anik. Bien que cette station ait une structure permanente à Allan



Station terrienne mobile conçue et construite par la société SED Systems pour le satellite Hermès.

Park, Ontario, elle a été conçue pour être facilement démontée en cas de besoin, transportée dans un avion de la taille d'un DC-3 et remontée facilement dans une région éloignée.

En 1975, la SED a conçu et construit deux stations mobiles installées dans des remorques de camion. Elles servent à la réception et au traitement des programmes de télévision et des informations expérimentales retransmises par le

satellite Hermès dans la bande de fréquence 14/12 GHz. Ces stations peuvent aussi être transportées par wagon ferroviaire à plateau ou par gros avion. L'une des deux peut aussi être démontée facilement et ses équipements opérationnels, y compris l'antenne, peuvent être embarqués dans un petit avion du type Twin Otter.

La SED, pendant l'année 1975, a conçu, construit et installé six nouvelles stations-relais de télévision (RTV) et perfectionné sept autres stations terriennes pour le compte de Télésat Canada. Au mois de juillet 1976, Télésat Canada a commandé à la SED la conception et la fabrication de 20 stations au sol Frontier et un certain nombre de récepteurs supplémentaires de télévision et de télécommunication par satellite, fonctionnant dans la bande de fréquence 3,7/4,2 GHz.

La SED a aussi créé un laboratoire moderne d'étude des circuits intégrés à hyperfréquences afin de mettre au point des amplificateurs à transistors à effet de champ à l'arséniure de gallium à faible niveau de bruit, des mélangeurs Schottky, des oscillateurs ainsi que des filtres pour l'équipement de stations terriennes de liaison avec les satellites.

Division des produits industriels

Cette division fabrique et fournit des équipements et des appareils électroniques numériques à l'usage des compagnies de téléphone, du matériel agricole et de distribution d'électricité.



Récepteur de télévision et de télécommunication par satellite. Il a été conçu et construit pour fonctionner dans les 3,7 à 4,2 GHz.

Division des systèmes

Cette division a été créée pour aborder sous un angle technique pluridisciplinaire les problèmes complexes de système commande. Les ingénieurs de la SED ont ainsi développé les modes d'acquisition d'attitude pendant les opérations en vol du satellite Hermès. Ces travaux comprenaient la conception et la mise au point d'un ensemble complexe de programmes informatiques pour commander l'engin spatial pendant les manoeuvres de positionnement. Ils comprenaient aussi la simulation de l'ensemble du système engin spatial / dispositif de commande au sol afin de vérifier la validité de ces programmes et pour la formation du personnel. D'autres

responsabilités lui furent ultérieurement attribuées:

- la mise au point des plans et des procédures de vol nécessaires à l'exécution des manoeuvres de positionnement;
- la planification et la mise en oeuvre du programme de formation des opérateurs ainsi que des vérifications de compatibilité;
- la prise en charge des opérations des programmes informatiques ainsi que la sélection des manoeuvres appropriées.

La participation continue de la SED au programme Hermès comprend le développement de modes détaillés spéciaux de même que de modes normaux d'exploitation de satellites sur orbite, la formation du personnel de surveillance du CRC et la mise à disposition de spécialistes qualifiés en dynamique de vol en cas de problèmes urgents, survenant avec le satellite.

Les ingénieurs de la division des systèmes de la SED ont aussi mis au point un dispositif de simulation d'utilisation des fréquences pour satellite sur orbite (OFUS) pour réaliser les calculs nécessaires à l'analyse de performance des systèmes de satellites géosynchrones de télécommunication exploités dans un environnement de brouillage mutuel.

L'OFUS facilitera sans doute la planification pour l'utilisation optimale des ressources limitées de fréquences et de positions orbitales, et de façon générale, pour procéder aux calculs se rapportant à des systèmes de télécommunication par satellite.

Andrew Antenna Company Ltd.



606, rue Beech
Whitby (Ontario)
L1N 5S2

(416) 668-3348
Télex: 06-981269
TWX: 610-384-2754

La société Andrew Antenna Co. Ltd. est une filiale de la compagnie américaine Andrew Corp. et a été constituée au Canada en 1953. Cette société se spécialise dans la conception et la fabrication d'antennes, de lignes de transmission et d'équipements connexes; elle emploie quelque 110 personnes et réalise un chiffre d'affaire annuel d'environ 7 millions de dollars.

Dès 1955, Andrew Antenna fournissait les 12 dispositifs de guide d'ondes et les cornets d'alimentation à double polarisation fonctionnant en 1 GHz pour le programme POLE VAULT. Ce fut le premier système mondial de télécommunication par diffuseurs troposphériques, reliant Goose Bay, au Labrador, à Thulé, au Groenland. Des contrats ultérieurs, pour l'équipement de la ligne de radar Mid-Canada ont été conclus avec le gouvernement du Canada et la NORAD et des équipements militaires furent fournis aux forces armées du Canada, des États-Unis, de la France, de la Suède et de la Corée. Dans la période 1972-1973, Andrew Antenna a fourni 41 antennes de stations terriennes de 8 m de diamètre



Andrew Antenna a construit les 12 dispositifs de guides d'ondes ainsi que les cornets d'alimentation à double polarisation, fonctionnant en 1 GHz, pour le premier système mondial de diffuseurs troposphériques, reliant Goose Bay, au Labrador, à Thulé, en Groenland.

fonctionnant dans la bande de fréquence 6/4 GHz; la plupart de ces antennes sont aujourd'hui installées dans des régions arctiques. D'autres fabricants d'appareils radio ont acheté des antennes de 3,7 m de diamètre, fonctionnant dans la bande 6/4 GHz, et ils les ont revendus pour les stations terriennes de Télésat Canada; ces antennes peuvent être équipées aussi bien avec le système Cassegrain qu'avec des systèmes concentrateurs au foyer; elles sont pour la plupart transportables. Les réflecteurs d'antenne sont démontables en quatre éléments assez petits pour être chargés dans un avion comme le Twin Otter; ils sont conçus pour pouvoir supporter plusieurs démontages et remontages successifs. Andrew Antenna a aussi fabriqué des antennes de surveillance radar d'aéroport de 14 m de diamètre pour le service en bande L et de 6,3 m de diamètre pour le service en bande S; elles ont été installées respectivement dans des aéroports au Canada et en Inde.

Presque tous les utilisateurs de matériel de télécommunication au Canada utilisent des antennes, des guides d'ondes ou des câbles coaxiaux Andrew; parmi eux, les Télécommunications CNCP, Radio-Canada, l'Ontario Hydro, l'Hydro-Québec et la Bell Canada sont les clients les plus importants. La compagnie Andrew Antenna a aussi collaboré à plusieurs projets en Norvège, en Suède, au Moyen-Orient, en Amérique du Sud, en Australie, aux Philippines, en Corée et en Inde.

Antenne de 8m de diamètre fabriquée pour une des stations terriennes de Télésat Canada.





Antenne de surveillance radar, recevant les ondes en bande S; elle a été construite par Andrew pour l'Inde.

Ingénierie

Les ingénieurs au service de la compagnie disposent de laboratoires complets, d'installations expérimentales et d'un atelier de modèles. Les laboratoires sont équipés d'appareils de précision pour la mesure des coefficients de réflexion du balayage de fréquence, couvrant toutes les bandes radioélectriques d'usage courant dans le monde; d'antennes à hyper-fréquences, de 1 GHz à 12,5 GHz, ayant jusqu'à 3,7 m de diamètre. Une installation de 670 m de longueur servant pour la définition de diagramme de rayonnement d'antenne est équipée de récepteurs fonctionnant

dans une large bande de fréquences de 30 MHz à 70 GHz et d'un détecteur de signaux ayant un rendement dynamique de 60 dB. Une tour de 17 m est équipée d'un dispositif de rotation, d'un récepteur et d'un détecteur polaire de signaux; celle-ci est utilisée pour les études de conception des antennes VHF/UHF. Le développement des cornets d'antennes à hyperfréquences jusqu'à 18 GHz est réalisé à partir du polygone d'essai de 300 m installé au sein même de l'usine. D'autres installations comprennent des appareils ainsi que des structures de fixation pour la réalisation des essais de résistance mécanique des antennes et de leurs supports soumis à la violence des vents simulés par l'application de forces statiques; les charges appliquées sont établies par ordinateur à partir des programmes informatiques mis au point pour permettre la conception et la fabrication de structures spatiales spéciales.

Les travaux de recherche et de développement portent sur des réflecteurs paraboliques et de formes profilées, des cornets, des diffuseurs troposphériques, des stations terriennes, des antennes radar, des câbles coaxiaux rainés RADIAX*, des antennes de télédiffusion UHF, des antennes résistantes aux vents et aux charges de glace, des câbles coaxiaux HELIAX*

ainsi que des guides d'ondes elliptiques. Le câble coaxial rainé RADIAX a été spécialement mis au point pour améliorer le rendement des radiocommunications bidirectionnelles VHF et UHF dans les mines, les tunnels et les grands endroits fermés. Le câble coaxial HELIAX a été produit avec un diamètre maximum de 20,3 cm et des assemblages de câbles de 4 cm et de 2,2 cm de diamètre et à faible TOES (Taux d'ondes électriques stationnaires) ont été réalisés pour des systèmes à hyperfréquences de 2 GHz.

Fabrication

Les installations de fabrication occupent 4 600 m² de surface et l'on y construit des antennes ayant jusqu'à 10 m de diamètre. Les locaux abritent un service de dessin, des ateliers de mécanique, des ateliers de montage léger et lourd, un atelier de peinture et un atelier de travail de la fibre de verre. L'usine d'Ashburn, en Ontario, comprend actuellement un hall d'assemblage, couvrant 460 m², réservé à la fabrication des antennes nécessitant un outillage spécial, comme les antennes radar de 6,3 m de diamètre pour le service en bande S et les antennes de 14 m de diamètre pour le service en bande L. Les câbles coaxiaux HELIAX et les guides d'ondes elliptiques sont maintenant fabriqués à Ashburn, dans une nouvelle usine de 4 200 m² dont l'équipement est des plus modernes et les installations les plus rationnelles.

*RADIAX et HELIAX sont des marques déposées.

Canadian Astronautics Limited

Suite 201, 1024, Morrison Drive
Ottawa (Ontario)
K2H 8K7
(613) 820-8280

La compagnie canadienne Canadian Astronautics Limited a été constituée en 1974; elle se spécialise dans des études de conception de systèmes de satellite ainsi que dans l'expertise-conseil sur l'exécution de projets relatifs à l'espace, le développement de systèmes électroniques, de logiciel et d'équipements mécaniques d'assistance au sol. Cette compagnie emploie 12 personnes, spécialistes et techniciens, et réalise un chiffre d'affaire annuel de 450 000 dollars. On compte parmi ses clients plusieurs ministères du gouvernement canadien, la compagnie Télésat Canada et un certain nombre d'entreprises privées canadiennes et américaines.

La compagnie s'est engagée à concevoir une mission de télédétection par satellite en utilisant des détecteurs radar et optiques; de même, elle est chargée de la conception du système canadien de surveillance destiné à la localisation des aéronefs dans le cadre du programme AÉROSAT; le travail comporte le développement d'un ensemble logiciel complet de simulation du système. Deux études de conception de systèmes de satellite, basées sur l'utilisation d'un satellite sur orbite polaire de basse altitude et lancé par une fusée Scout, ont aussi été entreprises. La première étude porte sur une mission de collecte d'informations et de surveillance des pêches visant à ras-

sembler les informations à partir d'un grand nombre de plates-formes autonomes et éloignées et de localiser les bateaux de pêche à l'aide des techniques de positionnement et localisation Doppler. La seconde étude porte sur des applications de repérage et sauvetage utilisant les méthodes Doppler de localisation, des émetteurs ELT à bord d'aéronefs. Ces projets comprennent la conception de l'ensemble du système, l'analyse détaillée des performances, le concept préliminaire d'ingénierie et l'évaluation des coûts de réalisation.

La construction d'une antenne de poursuite de satellite à prix de revient réduit fonctionnant en HF et conçue pour le CRC, a requis l'élaboration de boucles électroniques de servo-commande, de l'antenne et de l'ensemble de la structure de montage. Une installation d'essai d'intermodulation passive pour le programme de satellite UHF a aussi été développée en collaboration avec la société Sinclair Radio Laboratories Limited. Un troisième projet a porté sur la mise au point de plusieurs montures expérimentales de fixation résistant aux vibrations pour le programme du télémanipulateur de la Navette spatiale.

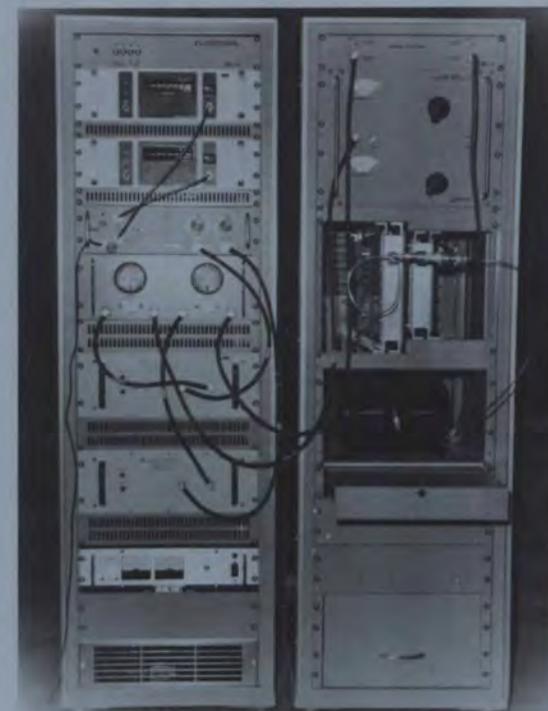
La société a aussi mis au point des éléments logiciels techniques pour plusieurs applications spécifiques liées, le plus souvent, à l'analyse des missions et à la mécanique orbitale. Le logiciel de prédiction d'orbite et de localisation-positionnement, utilisant les techniques de filtrage Kalman, a été mis au point

pour le CRC dans le cadre du programme de démonstration de repérage et de sauvetage (SARSAT) à l'aide du satellite Oscar; un autre système logiciel nouveau et complexe a été élaboré pour des expériences de mesure des perturbations d'orbite réalisées dans le cadre du programme HERMÈS. La société a prêté main-forte à Télésat Canada et à la Western Union Telegraph Company pendant les lancements de satellites de télécommunication géosynchrones et a aidé à la planification de la mission et à l'évaluation des performances de répondeurs dans le cadre du programme HERMÈS.

L'entreprise Canadian Astronautics Limited peut concevoir des systèmes de satellite et mettre au point du matériel électronique et des équipements mécaniques de soutien et de logiciel technique. Elle offre aussi des services de soutien et de conseil multidisciplinaires en ingénierie, qui portent notamment sur l'électronique et l'électricité, les structures mécaniques, l'analyse thermique, l'analyse de missions, les mathématiques appliquées, le traitement des signaux et l'informatique. Elle réalise des travaux de mise au point de systèmes électroniques spéciaux, en ce qui a trait surtout à la conception de systèmes en fréquences radioélectriques ou de systèmes analogiques, mais elle s'occupe aussi des interfaces et des unités numériques. L'entreprise excelle surtout dans le travail de conception portant sur des demandes hors série et ses ateliers

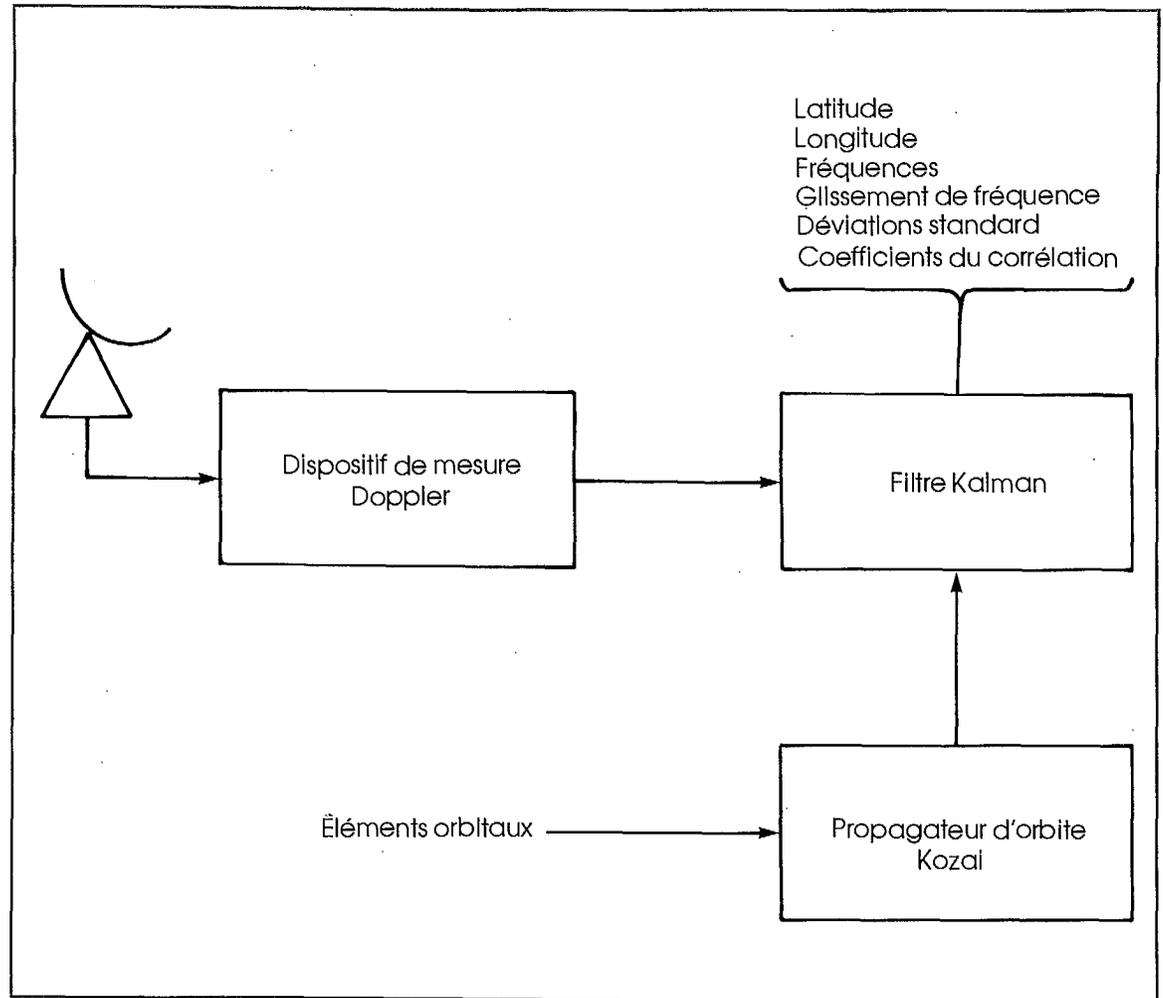
sont destinés à la production en quantité relativement faible. Depuis peu, la société s'adonne à l'étude des systèmes de soutien mécanique et peut spécifier, analyser, concevoir et mettre au point des montages, des mécanismes et des structures pour l'exécution d'essais spéciaux.

La Canadian Astronautics Limited dispose d'un laboratoire de mise au point de matériel, particulièrement de systèmes électroniques, mais effectue aussi de petits travaux de mécanique. Les gros travaux sont en général sous-traités par des ateliers locaux de mécanique. Bref, cette société est en mesure de prendre en charge la conception de systèmes, la préparation des spécifications, la mise au point de pièces et de circuits spéciaux, l'intégration et la réalisation des essais de qualification avant la remise des systèmes aux clients.



Dispositif expérimental d'intermodulation passive, conçu et réalisé par Canadian Astronautics Limited pour le programme MUSAT du ministère des Communications.

Systeme de localisation
Programme de
demonstration SARSAT.



Com Dev Ltd.



582, avenue Orly
Dorval (Québec)
H9P 1E9

(514) 636-6920
TWX: 610-422-3054

L'entreprise Com Dev Ltd. conçoit et fabrique des appareils et des sous-systèmes à hyperfréquences largement utilisés pour les satellites de télécommunication, les stations terriennes de liaison avec les satellites, les systèmes de relais radio, les systèmes de défense et d'aérospatiale ainsi que pour la recherche scientifique. Les produits et les services de cette société portent entre autres sur:

- des multiplexeurs, filtres et montages à ferrite utilisant les technologies les plus récentes pour les satellites de télécommunication;
- des commutateurs, diplexeurs et réseaux mixtes à haute tension pour des stations terriennes de liaison avec les satellites;
- des composants et des assemblages à hyperfréquences, de coût réduit mais à haute performance, pour des relais radio et des systèmes de radar;
- des composants et des sous-systèmes à large bande utilisés dans des systèmes électroniques de brouillage (ECM);
- des coupleurs de précision très directs ainsi que d'autres composants à

hyperfréquences pour les appareils de mesure de laboratoire et autres appareils scientifiques;

- des services d'experts-conseil portant sur l'analyse de systèmes et sur des propositions commerciales de matériel pour des systèmes de télécommunication par satellite.

La société Com Dev Ltd a été soumise à une vérification et a été acceptée comme fournisseur qualifié de services de conception et de fabrication de matériel aérospatial de qualité satisfaisant aux normes de qualification NHB 53000.4 (IC), MIL-Q-4858A et MIL-I-45208-A de la Nasa.

L'entreprise a conçu, qualifié et fourni du matériel de vol, des composants et des sous-systèmes à hyperfréquences (entre 2 et 30 GHz). Le satellite Hermès, le satellite américain de télécommunication nationale Satcom, le satellite japonais de télécommunication, JCS, le satellite Anik-B de Télésat Canada et le satellite-relais de données (TDRSS) sont équipés de produits de la Com Dev Ltd.

La société est membre du Groupe GE Valley Forge qui regroupe les entrepreneurs acceptés pour le programme AEROSAT et est responsable de la conception, de la qualification et de la fabrication des réseaux d'émission et de réception VHF, des multiplexeurs de sortie de 11 GHz pour le satellite Intelsat V, en utilisant la nouvelle structure de filtre à double mode et à faible niveau de perte de charge*. Com Dev Ltd fournit d'autre matériel pour Intelsat V, tels que filtres harmoniques, filtres de présélection à

*Brevets déposés.

large bande et propagateurs et isolateurs à base de ferrite. Com Dev a terminé la mise au point initiale du diplexeur à accès multiple pour le TDRSS et a récemment obtenu un contrat de fourniture des filtres de 2, 12 et 14 GHz.

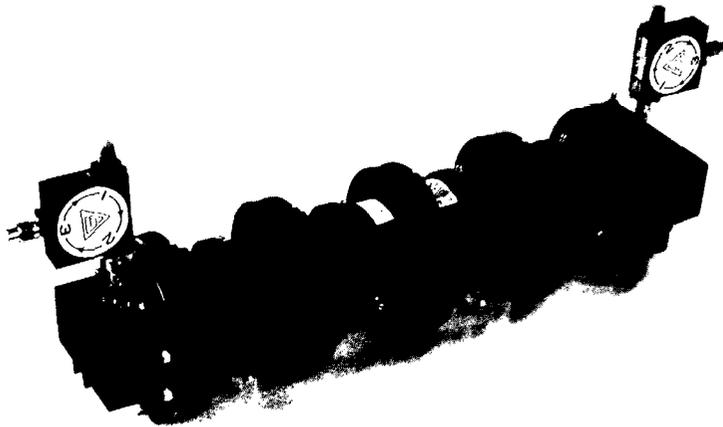
La société possède une gamme complète de sous-systèmes à hyperfréquences utilisables sur les segments d'émission à grande puissance et de réception à faible puissance pour les stations terriennes de liaison avec les satellites, de même qu'elle propose la gamme de produits la plus complète au monde en ce qui concerne les composants à hyperfréquences de grande et de faible puissance en 11, 12 et 14 GHz.

Les réalisations de Com Dev Ltd. en ce qui concerne la conception de dispositifs de raccordement, l'organisation et la conception du matériel ainsi que le groupage mécanique des éléments, lui ont permis de fabriquer une gamme de dispositifs extrêmement fiables à base de ferrite pour les systèmes terrestres de télécommunication. Ce sont en particulier des propagateurs et des isolateurs de guides d'ondes, des propagateurs et des isolateurs coaxiaux ainsi que des isolateurs de résonance. Les filtres à hyperfréquences et les réseaux de multiplexage de la Com Dev Ltd. couvrent un vaste spectre de fréquences de 100 MHz à 40 GHz; leur conception ayant fait largement appel à l'informatique, il est donc possible, dans un délai de trois jours ouvrables, de les refondre et de proposer de nouvelles conceptions.

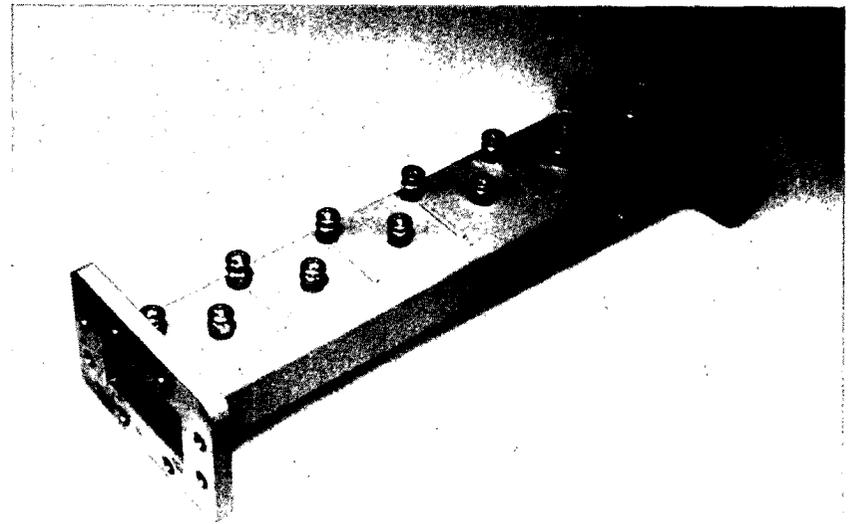
Les ingénieurs de la compagnie sont des experts en systèmes et font état d'une vaste expérience de conception de segments spatiaux et terrestres pour les systèmes de télécommunication par satellite. C'est ce qui permet à la Com Dev Ltd. de proposer des services d'experts-conseil en conception et étude de matériel ainsi qu'en conception de systèmes et en études d'amélioration optimale des répondeurs et des sous-systèmes de télécommunication pour les satellites, en analyse d'offres commerciales, en implantation et en conception de dispositifs de commutation, de combinaison et de multiplexage pour des terminaux terriens, enfin en études générales sur des systèmes de télécommunication.



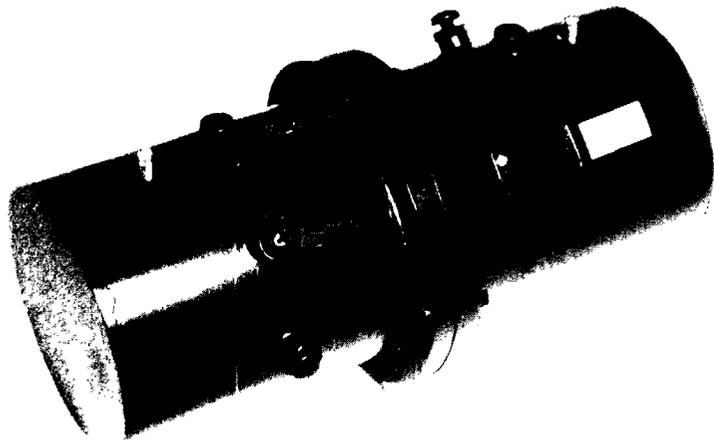
Technologie des ferrites.
Circulateur de guide d'ondes



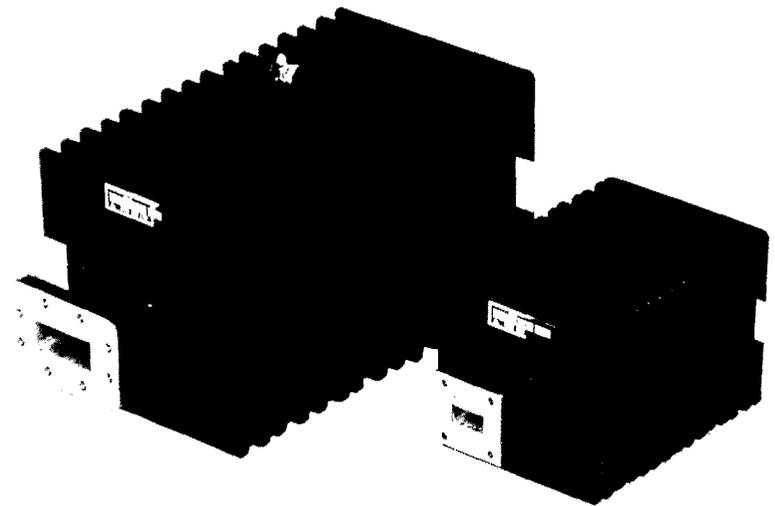
Filter à double mode et faible perte



Filter hyperfréquence



Filter TEM



Composants à hyperfréquences de grande puissance

Computing Devices Company



C.P. 8508
Ottawa (Ontario)
K1G 3M9
(613)-596-3810
TWX: 610-563-1632
Télex: 053-4139

La compagnie Computing Devices, constituée en 1948, est une division de la société Control Data Canada et emploie plus de 1 000 personnes pour ses travaux de conception, d'assemblage et d'essais des systèmes informatiques et de matériel électronique modernes. Ses activités portent surtout sur la réalisation de dispositifs d'affichage et de traitement des informations de navigation à des fins militaires ainsi qu'à l'utilisation des techniques et des systèmes de traitement des données de détection, dans le cadre de la surveillance des zones subaquatiques. Cette compagnie a aussi acquis une bonne réputation dans d'autres domaines comme l'ingénierie électronique: systèmes d'affichage de commande et de contrôle, convertisseurs d'exploration numérique, commandes automatiques d'opération, tests de systèmes de transmission des données, commande et réglage de tir d'artillerie et dispositifs de traitement des images transmises par satellites dans le cadre des applications de détection et d'évaluation des ressources terrestres.

La compagnie a conçu et fourni deux systèmes électroniques pour le traitement des images du Landsat; le premier, construit pour le Canada, est en opération depuis 1972, tandis que le second (IPS II) fonctionne parfaitement à Fucino en Italie depuis 1975. Ce deuxième système fut le premier au monde à réaliser automatiquement des corrections sur les images de satellite selon un processus opératoire entièrement numérique. La compagnie réalise actuellement des recherches pour l'application de techniques automatisées d'interprétation et de classification des informations reçues sur les images. Une nouvelle version du IPS-II est utilisée dans les locaux de la compagnie pour des recherches méthodologiques et pour l'obtention de résultats pratiques à partir de la classification et de l'analyse à grande vitesse d'images numériques multi-spectrales.

En plus de ses installations d'étude et de fabrication à Ottawa, la compagnie a une filiale, la Computing Devices Co. Limited (CDCo), à Hastings, en Angleterre.



Système de traitement des données des satellites Landsat commandé en 1974 par l'Italie. Le IPS-II est exploité depuis la fin de 1975 à Fucino.

Digital Devices Ltd.



8235, rue de la Montagne,
pièce 300
Montréal (Québec)
H4P 2B4
(514) 739-1761

La compagnie canadienne Digital Devices Ltd. a été constituée en 1969; elle se spécialise dans le développement de systèmes électroniques spéciaux, de systèmes de télécommunication spatiale, d'ordinateurs expérimentaux et de dispositifs de contrôle des stations terrestres de télécommunication. Elle emploie six ingénieurs et réalise aujourd'hui un chiffre d'affaire annuel d'un million de dollars. La production est répartie entre des dispositifs d'affichage électroniques, des tableaux de pointage électroniques, des terminaux spéciaux pour des applications commerciales ainsi que des terminaux récepteurs utilisables aux points de vente ou dans des applications de commande de processus. La compagnie se consacre aussi à la mise au point de systèmes médicaux et de moniteurs cardiaques utilisables dans des conditions dynamiques ainsi que d'un oxymètre utilisable tant dans des conditions chimiques que dynamiques. Les projets d'avenir concernent notamment l'élaboration d'instruments non chirurgicaux de contrôle cardiovasculaire.

Un système de commande, conçu par la compagnie et servant aux télécommunications à voie d'acheminement étroite dans les pays en voie de développement et dans les régions isolées, a été utilisé avec succès pour le programme HERMÈS et peut être facilement modifié pour s'adapter à d'autres systèmes; on peut le brancher sur une grande variété d'appareils à une seule voie par onde porteuse. La compagnie réalise actuellement une étude de conception pour rechercher de nouveaux domaines d'application du système dans les systèmes spatiaux de télécommunication UHF et SHF. La compagnie a conçu pour le MDC un ordinateur spécial pour faciliter le développement d'algorithmes pour le programme d'accès multiple par assignation en fonction de la demande (AMAP). Cet ordinateur permet au chercheur d'effectuer des changements d'algorithmes en temps réel sans interrompre le circuit de communication. Il sert aussi à la conception des contrôleurs AMAP pour répondre aux besoins de télécommunication.

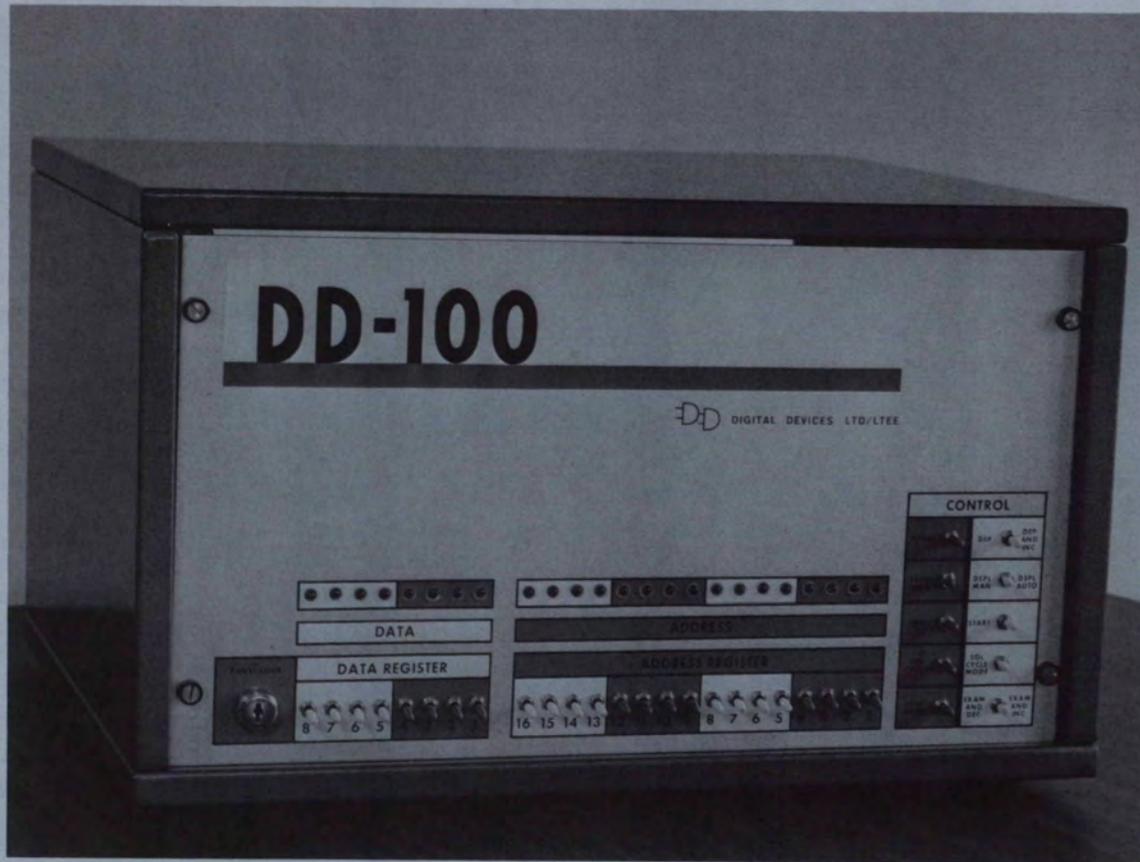
La compagnie fabrique et met en marché une gamme complète de tableaux électroniques d'affichage numérique dont les prix vont de 1 000 à 5 000 dollars pour ceux de la catégorie CHAMP et de 200 000 à 300 000 dollars pour les plus grandes installations réalisées sur commande.



Contrôleur à accès multiple par assignation en fonction de la demande destiné à des applications de télécommunication à voies étroites.

Les terminaux classiques de saisie des données, construits par la compagnie, peuvent lire les cartes à bande magnétique et être reliés à n'importe quel ordinateur adapté à la réception d'un signal RS 232. Un modèle dérivé de ces appareils est maintenant en voie de fabrication. Le terminal comprend un clavier manuel d'introduction des données relié à un petit ordinateur à mémoire. Le technicien peut le porter en bandoulière et avoir les mains libres pour communiquer les données digitales par un téléphone relié à un central. La compagnie produit aussi un ordinateur transmettant ses réponses par téléphone: il enregistre en mémoire et imprime les données qu'il reçoit, ou il transmet ces données à un autre ordinateur auquel il peut être relié.

La Digital Devices Limited fabrique aussi des dispositifs électroniques en fonction de spécifications inhabituelles. Elle a ainsi réalisé une interface entre les lecteurs d'étiquettes (abondamment utilisés dans l'industrie vestimentaire) et des ordinateurs, des dispositifs spéciaux de télé-appel ainsi que des systèmes de réservation de table pour des restaurants.



VI-53 Ordinateur à algorithme AMAD. C'est un ordinateur conçu pour le ministère des Communications afin de développer des algorithmes AMAD.

Digital Methods Ltd.



1736, Courtwood Crescent,
Ottawa (Ontario)
K2C 2B5
(613) 225-1171
Télex: 053-3661

La compagnie Digital Methods Ltd. (DML) propose des services d'experts-conseil en programmation et en systèmes informatiques: gestion de projet; analyse, conception, spécification et mise en oeuvre de systèmes de localisation d'informations et de bases de données; analyse et organisation de systèmes manuels connexes; support technique et formation de personnel. Cette compagnie emploie 75 personnes et réalise un chiffre d'affaire annuel de 2,5 millions de dollars. Ses activités sont également réparties entre les petits et les gros ordinateurs. La DML a exécuté des contrats pour plus de 15 ministères gouvernementaux et pour plus de 20 clients importants dans le domaine des affaires et de l'industrie. Ils portaient sur des systèmes de contrôle du trafic aérien, de la navigation, de la réduction de données de vols expérimentaux, de la poursuite de satellites et de leur contrôle au sol, de la gestion des données de laboratoire, de la commutation télex et du dispatching des véhicules.

La DML a mis au point le système logiciel des stations de commande au sol du satellite Hermès; ces stations utilisent un ensemble à double mini-ordinateur pour l'acquisition des données en

provenance du satellite, pour le contrôle de la position et pour des expériences spécifiques. L'ensemble du système comprend:

- le contrôle du fonctionnement pour organiser toutes les fonctions du système et pour assurer sa liaison avec tous les dispositifs d'entrée et sortie;
- le traitement nécessaire pour convertir les signaux de télémessure en unités d'ingénierie;
- le traitement pour le contrôle du bon état de l'engin spatial et la production de signaux d'alarme; le contrôle de limite est effectué sur les intrants de télémessure afin d'assurer un moyen rapide de détection d'alarme au niveau de l'engin spatial;
- la transmission et la validation des commandes à l'engin spatial;
- la production d'enregistrements de données numériques et de données de commande pour traitement futur; l'accumulation des données est de deux ordres:
 - a) enregistrement continu sur bande magnétique des données numériques de télémessure et de commande, reçues de l'engin spatial ou émises vers lui; et
 - b) enregistrement des données calibrées de télémessure sur bande magnétique numérique, à des intervalles choisis sur une période de 24 heures;
- un vaste ensemble de commandes à clavier utilisables pour les télécommunications entre ordinateur et opérateur; et
- l'addition de divers paramètres de calcul pour obtenir plus d'informations relatives à l'engin spatial.

HiTech Canada Ltd.



suite 103 – 68, route 7
Ottawa (Ontario)
K2H 8P5
(613) 820-1200

La compagnie canadienne HiTech Canada Ltd. a été constituée en 1973; elle emploie 30 professionnels et réalise un chiffre d'affaire annuel d'un million de dollars. Cette compagnie propose des services d'experts-conseil et de développement pour la mise en oeuvre de systèmes et de logiciel informatique comprenant l'utilisation de techniques de pointe, notamment dans le domaine de l'aérospatiale, des télécommunications et des systèmes informatiques; elle offre aussi des services d'analyse de fiabilité et de contrôle de qualité. La compagnie peut aussi prendre en charge des services de conception et de livraison "clé-en-main" ou fournir du personnel d'appoint pour l'exploitation de systèmes, mais elle ne s'intéresse pas à la fabrication commerciale ou à la vente de matériel. Parmi ses principaux clients, on peut citer le ministère des Communications, le ministère des Transports, les Postes canadiennes, la chaîne des hôtels du CN ainsi que les sociétés Spar Aerospace Products Limited et RCA Limitée.

Les activités de la compagnie touchent aux domaines suivants:

- la gestion de projets et de programmes aérospatiaux notamment la planification de systèmes spatiaux et la création de systèmes de contrôle et d'organisation de projets;
- l'ingénierie de systèmes de vol: analyse de mission, création de modèles mathématiques et simulation, conception de systèmes d'engin spatial et conception de systèmes de soutien de l'engin spatial;
- l'ingénierie de systèmes au sol entre autres l'architecture, la conception, l'intégration, la réalisation d'essais et l'exploitation de stations terriennes, la détermination de l'orbite et du positionnement du satellite ainsi que le développement de logiciels et la conception de systèmes de prise de données, en temps réel et en différé, pour la télémessure, la télécommande et la poursuite;
- la réalisation d'études complètes de simulation et de trafic pour les systèmes de télécommunication spatiale ainsi que la définition des spécifications et la réalisation d'essais pour des systèmes de répondeurs;
- le développement de systèmes terrestres de télécommunication: la planification et la définition de spécifications pour la création de réseaux et de terminaux, la création de systèmes et d'interfaces de télécommunication de données, l'analyse et la recherche de rendement optimal pour des grands systèmes ainsi que l'étude de réseaux de télécommunication et de contrôle de commandes;

- le développement de systèmes informatiques: définition de systèmes logiciels, spécification et mise en place de dispositifs de contrôle, de documentation et de méthodes d'essai des ensembles logiciels conçus, et analyse de systèmes existants pour augmenter leurs capacités ou les agrandir;
- la conception, mise en place, documentation scientifiques et commerciales et méthodes d'essai de l'ensemble logiciel de systèmes importants, moyens ou de petite taille.

L'expérience acquise par l'exécution de certains contrats s'est développée dans les domaines suivants:

- expertise-conseil pour le programme AÉROSAT en ce qui concerne les spécifications, les plans expérimentaux, les méthodes de simulation et d'essai et la résolution de problèmes de multiplicité des transmissions dans le cadre des terminaux terriens;
- expertise-conseil pour la conception et les essais de répondeurs ainsi que pour l'étude de problèmes spécifiques au réseau RCA Satcom;
- développement d'un système de compression et de transmission des données pour des réseaux de télécommunication et en particulier pour des réseaux de transmission par commutation de messages, y compris les réseaux utilisables par le grand public;
- développement d'un système de saisie de données informatiques pour les données du satellite Hermès fonctionnant en temps presque réel;
- développement d'un système en temps réel interdépendant pour l'analyse et l'affichage des données de télémétrie et de télécommande d'Hermès;
- développement d'un système de télémétrie et de télécommande en temps réel d'un engin spatial, à partir d'un ordinateur HP2100;
- conception et mise en place du système d'affichage du système de contrôle d'attitude, à partir d'un mini-ordinateur IMP16L, pour traiter les données fournies par le dispositif de vérification du système de contrôle d'attitude du satellite Hermès;
- conception et mise en place d'un système de commande de processus et d'archivage des données pour les quatre chambres thermiques à vide du Centre de recherches sur les communications; Il est prévu d'étendre les capacités de ce système aux chambres anéchoïques et vibratoires;
- définition du plan de gestion de l'ensemble logiciel destiné aux opérations du système de télémanipulation de la Navette spatiale; planification de l'approvisionnement et évaluation des composants à haute fiabilité devant être embarqués dans le satellite UHF et rapport sur la fiabilité de l'intégration des systèmes;
- vaste étude de faisabilité sur les systèmes électroniques de traitement du courrier;
- dispositif d'automatisation des services du restaurant de la Tour du CN à Toronto: systèmes branchés en direct pour la réservation, les points de vente, la répartition des tables, la transmission des avis aux clients et l'entrée du personnel;
- développement d'un langage généralisé susceptible d'être utilisé en association avec des systèmes d'affichage graphique, à partir d'ordinateurs DEC/PDP-11;
- développement d'un ensemble logiciel de direction et d'opération pour un microprocesseur conçu et mis au point par Digital Devices Limited.

MacDonald, Dettwiler and Associates Ltd.

MDA

Nootka Building
10280, Shellbridge Way
Richmond (Columbia britannique)
V6X 2Z9
(604) 278-3411
Télex: 04-355599

La compagnie MacDonald, Dettwiler and Associates Ltd. (MDA), fondée au Canada en 1969, est une entreprise d'ingénierie en systèmes électroniques numériques dont les capacités couvrent l'ensemble des tâches de conception et de mise en place du matériel et du logiciel. Les activités sont divisées en deux groupes principaux: les projets scientifiques et gouvernementaux et les systèmes commerciaux et industriels. La compagnie emploie 75 professionnels et réalise un chiffre d'affaires annuel de 4 millions de dollars.

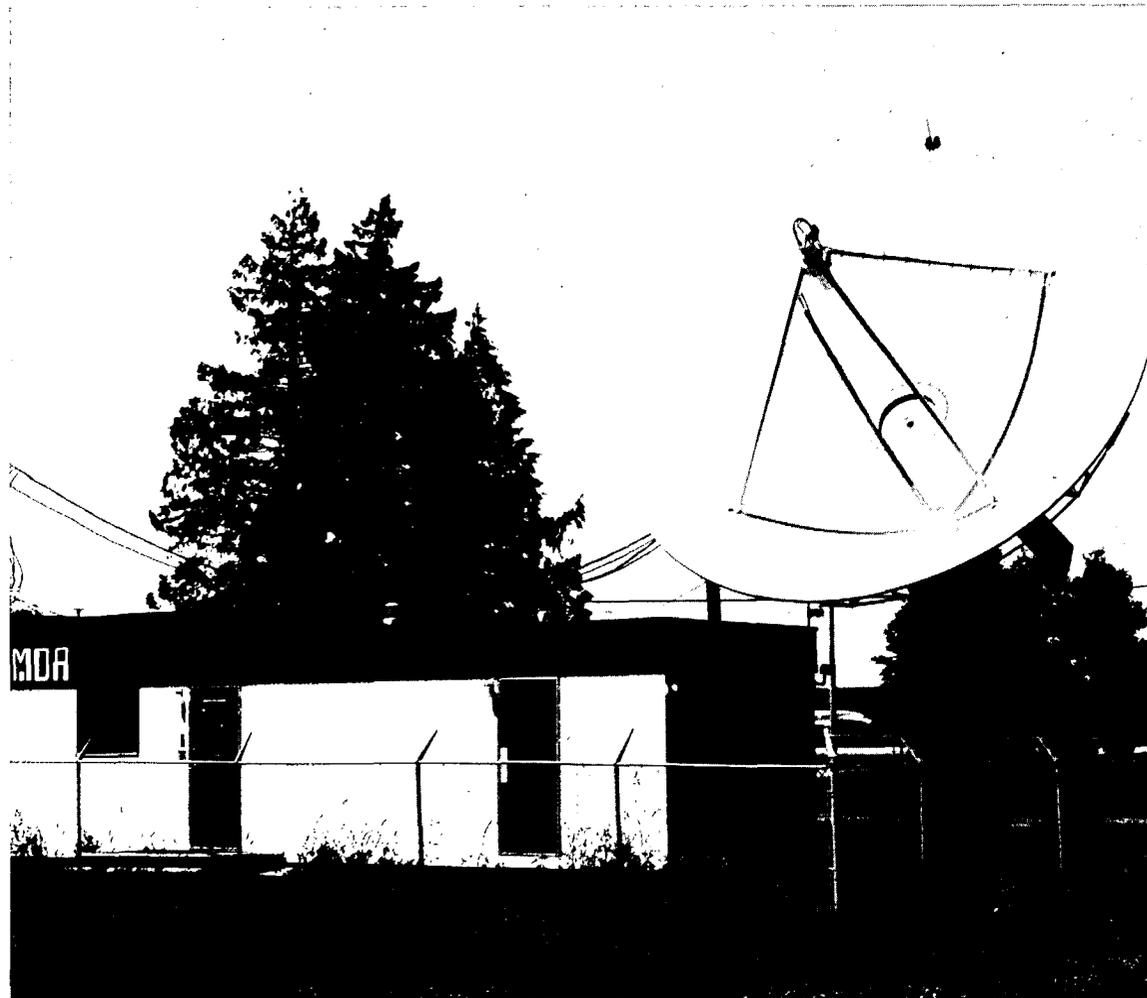
La MDA s'est consacrée, de façon accrue, au développement de la télédétection et de la saisie de données sur les ressources; ces recherches ont été orientées vers les systèmes d'acquisition de données pour des programmes de détection d'ambiance à partir d'avions, de navires et de sous-marins ainsi que vers des systèmes d'analyse et de reproduction des données télédéfectées. Des travaux réalisés sur des systèmes aéroportés ont concerné l'utilisation des systèmes de navigation par inertie pour des vols de repérage de ressources et leur intégration dans d'autres systèmes de navigation.

À la suite de sa récente participation au programme des stations au sol LANDSAT, la MDA a fourni du matériel dans chacune des stations terrestres LANDSAT construite à l'extérieur des États-Unis. Elle a été responsable de la construction complète de la station terrestre installée à Shoe Cove, Terre-Neuve, conformément à un contrat de construction et de livraison "clé-en-main" pour lequel il fallut procéder à de nouvelles mises au point particulièrement complexes. La compagnie se consacre au développement technologique de filtres numériques ainsi que de mini-ordinateurs. Ces travaux comprennent l'utilisation de mémoires à forte densité pour le stockage d'un nombre considérable d'informations sur les ressources et ont conduit à la mise au point d'un nouvel enregistreur numérique à grandes performances basé sur l'utilisation d'un petit enregistreur à bande vidéo capable d'enregistrer plus de 400 000 bits/cm à la vitesse de $7,2 \times 10^6$ bits/seconde.

Les réalisations de la MDA dans le domaine de la saisie des données ont porté sur

le développement et la production:

- d'un démultiplexeur à balayage multispectral ainsi qu'un appareil de composition à affichage rapide, d'extraction par impulsions synchrones et de traitement vidéo (SPEVOR); ces deux appareils étant pour la station terrestre canadienne LANDSAT;



Station terrienne transportable du programme de détection des ressources de la Terre. La station fut transportée de Vancouver, Colombie-Britannique, à Shoe Cove, Terre-Neuve. Elle peut recevoir et traiter les informations des satellites Landsat de la Nasa et ITOS de la NOAA.

- d'un système aéroporté de saisie de données (ADAS) pour le Centre canadien de télédétection (CCT);
- d'une interface spéciale entre le Système Litton LTN-51 INS et l'ADAS;
- d'un système informatique de saisie de données (MIDAS) pour la Direction générale des sciences de la mer (aujourd'hui des sciences océaniques et aquatiques) du ministère des Pêches et de l'environnement (MPE);

la conception et la fourniture:

- d'un système spécial de saisie de données de faible puissance embarqué dans de petits sous-marins plongeant à grande profondeur (SUDAS);
- d'une station terrienne pour la répétition et l'analyse de données enregistrées par l'ADAS (GRAMS) pour le CCT;
- d'un synchroniseur VHRR pour le Service de l'environnement atmosphérique du MPE;
- d'un synchroniseur de composition ainsi qu'un simulateur de signal/générateur de modèles expérimentaux MSS pour la station terrienne LANDSAT d'Italie;
- d'un système de saisie de données, commandé par un mini-ordinateur, (PRODAS) embarqué dans un avion ou dans un navire;
- d'une station terrienne mobile de grandes performances (PERGS) pour la réception et le traitement des données du Landsat et des satellites météorologiques pour le CCT;

la fourniture:

- d'un appareil de composition démultiplexeur à visualisation rapide ainsi que des ensembles SPEVOR pour la station terrienne brésilienne LANDSAT;
- des codificateurs en numérique, construits sur commande, pour un système NSS aéroporté (SMD-X) pour la Nasa et d'autres commanditaires;

des études:

- de systèmes de navigation à inertie, Doppler, VLF et de leur interaction optimale pour produire des signaux d'orientation pour la navigation aérienne;
- d'application du système LTN-51 INS pour des vols de repérage de ressources.

L'expérience acquise et le succès remporté par ces réalisations ont été suivis d'un nombre important de contrats à exécuter parmi lesquels:

- un système de traitement multi-images en temps réel (MIPS), utilisant un enregistreur optique à rayon laser pour représenter les quatre bandes spectrales des données MSS du Landsat;
- un système de traitement des images météorologiques (WIPS) en relation avec un microprocesseur à enclenchement automatique pour la réception et le traitement des informations VHRR du satellite de la NOAA; et
- un système au sol de traitement basé sur ordinateur pour l'exploitation des données du satellite Météosat de l'Agence spatiale européenne.



Ensemble du système d'affichage à visualisation rapide pour fin d'inspection.

Miller Communications Systems Ltd.

39, Leacock Way
Kanata (Ontario)
K2K 1T1
(613) 592-3020
Télex: 053-4164

La compagnie canadienne Miller Communications Systems Ltd. a été constituée en 1974. Elle est spécialisée dans la fourniture de services d'ingénierie auprès de clients, eux-mêmes spécialisés dans la planification, la mise en place ou l'extension de services de télécommunication par satellite. Cette compagnie peut, à la demande de ses clients, participer directement à l'exécution de leurs projets mais elle offre aussi des services d'experts-conseil dans divers domaines tels que les études de faisabilité de systèmes, l'analyse de systèmes et le développement d'éléments logiciels, la définition de conception de système, la conception et l'établissement des spécifications de stations terriennes, la gestion de projets, la planification d'agrandissement de système, la réorganisation et l'extension de services, l'évaluation technique de services et d'équipement ainsi que la formation du personnel technique. La compagnie peut servir de centre d'expertise en systèmes pour fournir à ses clients des installations complètes d'ingénierie, adaptées aux besoins expérimentaux ou opérationnels des usagers des télécommunications.

La compagnie emploie actuellement douze ingénieurs de recherche à plein temps ainsi que plusieurs techniciens spécialisés essentiellement dans les applications et les techniques de télécommunication par satellite. Elle dispose des services à plein temps d'associés ingénieurs-conseil dans une grande variété de domaines, de la planification de mission et la conception de satellites à la planification de systèmes de téléphonie et de radiodiffusion. Elle peut faire momentanément appel à des experts dans les aspects techniques et économiques des systèmes de télécommunication. En plus de posséder un petit laboratoire, la compagnie a accès, pour la réalisation d'expériences spéciales et de travaux de conception, à un laboratoire très bien équipé pour la mise au point de systèmes de transmission ainsi qu'à des installations d'informatique.

Jusqu'à maintenant, la compagnie compte parmi ses clients le gouvernement fédéral, le gouvernement de la province d'Ontario, l'Administration du Territoire du Yukon, la société Radio-Canada, Télésat Canada, Bell-Northern Research, Northern Télécom et plusieurs autres compagnies. Au nombre des réalisations les plus importantes, citons:

- la conception, la construction et la qualification de terminaux terriens peu coûteux, destinés aux services de diffusion de Radio-Canada auprès des petites communautés du Yukon. Les performances du système ont pleinement satisfait aux normes de Radio-Canada et de Télésat et un terminal est aujourd'hui en opération à Teslin, au Yukon. Il a été construit par l'association communautaire de l'endroit et comprend un récepteur à hyperfréquences standard, sans possibilité de changement de bande et semblable aux équipements fabriqués en grande quantité pour les compagnies de télécommunication. La qualité de la réception des signaux du satellite est supérieure aux spécifications du ministère des Communications (MDC) pour la télédistribution par câble.
- une étude, pour le MDC, de description des concepts d'un système de base de télécommunication satisfaisant aux diverses exigences de plusieurs ministères et administrations gouvernementales ayant des activités dans des régions lointaines et isolées. Un tel système utiliserait un

répondeur embarqué dans un satellite fonctionnant en SHF pour les liaisons ascendante/descendante entre le satellite et les stations centrales et régionales, et en UHF pour les liaisons ascendante/descendante entre le satellite et les stations transportables, mobiles et celles fixes isolées, et devrait satisfaire aux spécifications des niveaux de qualité des télécommunications en phonie, en fac-similé, de transmission de données et de télétype;

- une étude, pour le MDC, des contraintes techniques au niveau de l'intégration au réseau téléphonique des systèmes UHF polyvalents à bord de satellites;
- une étude préliminaire des capacités inhérentes de télécommunication par satellite pour permettre un service électronique de courrier dans les régions nordiques du Canada;
- une évaluation de divers concepts pour un système de télédistribution régionale utilisant des terminaux récepteurs au sol, de prix réduit, installés sur les lieux mêmes des stations locales de télévision ou des têtes de ligne de télévision par câble opérant dans les bandes de fréquences 6/4 GHz et 14/12 GHz;

- évaluation et analyse de nouvelles méthodes d'amélioration des télécommunications dans le Nord, sur le réseau à faible densité Bell Canada/Télésat à voie unique par onde porteuse. Cette amélioration sous-tend notamment l'apport d'installations supplémentaires pour l'assignation sujette à la demande et la composition automatique de numéro;
- fourniture de toutes les installations techniques et d'ingénierie de systèmes pour la réalisation au moyen d'Hermès d'expériences de formation de personnel affecté aux télécommunications par satellite, organisées par la Commission de la fonction publique;
- l'analyse et le développement du système et l'implantation du matériel, dans le cadre du programme SARSAT, d'un système récepteur capable de mesurer à intervalles réguliers, avec une précision de ± 1 Hz, les fréquences Doppler de huit signaux émis par des émetteurs de localisation en cas d'accident (ELT) dans la même bande de fréquence de 12 kHz;
- l'examen de systèmes terrestres éventuels de distribution de télévision et de radio pour des installations en points éloignés et isolés et en relation avec un satellite puissant de radiodiffusion.

TIW Systems Limited

TIW

629, avenue Eastern
Toronto (Ontario)
M4M 1E4
(416) 461-8111

La société canadienne TIW Systems Limited produit des ensembles d'antennes de liaison avec les satellites ainsi que les équipements et services connexes. Elle prend en charge la conception et la mise en place du système d'antennes: composants mécaniques et structurels, cônes d'alimentation et réflecteurs intermédiaires, commandes électriques, distribution d'électricité, système de commande asservie et de poursuite, chantier de construction (fondation et bâtiment), équipement de dégivrage, de chauffage et de ventilation du cône d'alimentation et du déflecteur.

TIW Systems peut développer sur commande les plans de conception et les spécifications d'équipement pour un système d'antenne classique de grande taille, concevoir le matériel mécanique et structurel, concevoir le système de distribution de l'énergie électrique et le groupe générateur, les accessoires mécaniques et les voies d'accès, spécifier et assurer les dispositifs d'alimentation, le système de commande électrique, diriger les comptes rendus de conception du client, fabriquer la structure de l'antenne, développer et éditer les manuels de fonctionnement et d'entre-

tien, et construire, installer et vérifier les équipements sur les lieux d'implantation. La compagnie est aussi en mesure d'assurer la conception des produits connexes suivants:

- grands télescopes optiques: conception du support et du tube, conception de l'alimentation et du plan de câblage, conception du système électrique d'asservissement et conception du dôme de protection;
- grandes plates-formes rotatives: conception du chemin de roulement, de la structure ainsi que des commandes mécaniques et électriques;
- systèmes structurels spéciaux: conception de montures, de grues et de systèmes de manutention de matériaux ainsi que des commandes et des entraînements connexes.

TIW Systems propose aussi des services d'ingénierie comprenant l'élaboration de spécifications pour des systèmes d'antennes à installer dans des stations terriennes de télécommunication par satellite, des services d'assistance aux pays en voie de développement pour l'élaboration de leurs propres systèmes d'antennes, d'évaluation de conception et de mise en oeuvre de produits, d'analyse informatique de systèmes structurels complets et d'expertise-conseil pour l'évaluation et le développement d'installations outre-mer pour la fabrication d'antennes.

La TIW dispose de vastes installations de chaudronnerie métallique dans les locaux de deux compagnies affiliées, la Toronto Iron Works et la Central Bridge. Cette dernière a développé un atelier de tôlerie pour la fabrication des panneaux d'aluminium des grands réflecteurs paraboliques utilisés soit dans le

cadre de la fabrication de systèmes complets d'antennes, soit en panneaux individuels pour assemblage par le client.

TIW Systems développe actuellement une gamme complète de systèmes d'antennes pour les télécommunications par satellite:

- un système d'antenne de 10 m de diamètre, l'ASYS-10, mis au point pour les terminaux terrestres fonctionnant en bande C assurant la couverture de l'orbite géostationnaire grâce à un montage à déclinaison d'angle horaire par palier de chevauchement à 45°;
- ASYS-5, un système d'antenne de 5 m de diamètre fonctionnant en bandes C, X ou K, avec un minimum d'opérations manuelles de positionnement et adapté pour fonctionner sur un toit ou dans un site éloigné pour des télécommunications à une seule voie;
- ASYS-20, un système d'antenne de 20 m de diamètre pour des télécommunications par satellite en bandes C ou X; un rotor à secteur denté permet la couverture totale de l'orbite géostationnaire; l'ensemble de l'antenne est équipé d'un système de poursuite à "marche pas-à-pas" et d'une salle instrumentale à ambiance contrôlée;
- ASYS-30, un système d'antenne de 30 m de diamètre pour les télécommunications par satellite en bande C, prévu à l'origine pour le réseau INTEL-SAT; il est monté sur rotor à secteur denté permettant la couverture de tout un hémisphère et est équipé d'un dispositif de poursuite "pas-à-pas" et d'une salle instrumentale à ambiance contrôlée.



Type d'antenne conçue et fabriquée par la société TIW Systems Limited.

Dans le cadre de ces systèmes d'antennes, la TIW fournit la conception de l'ensemble du système ainsi que les équipements d'alimentation en énergie, les composants structurels et mécaniques et les équipements de fonctionnement; les dispositifs d'alimentation et les composants de servo-commande sont soustraits par des spécialistes comme la RCA Limitée, Rantec et NEC pour les dispositifs d'alimentation et les sociétés Randronics et Electrosystems pour les servo-commandes.



Informations générales

Comprendre les grands principes directeurs de l'environnement de la planète Terre constitue l'une des préoccupations majeures de l'humanité. Cet environnement est formé en grande partie, de l'atmosphère, l'ionosphère et la magnétosphère. Ce sont des secteurs dynamiques interdépendants, soumis aux influences de phénomènes externes en provenance des milieux solaires et interplanétaires ainsi que de phénomènes internes qui prennent naissance à la surface des continents et des océans. On connaît depuis longtemps les influences des phénomènes externes solaires sur l'ionosphère et la magnétosphère, où les taches et les vents solaires provoquent des orages ionosphériques qui interrompent les radiocommunications.

L'homme rejette dans l'environnement de grandes quantités de bioxydes d'azote et de composés chlorés qui, nous le croyons, ont des effets destructeurs sur les concentrations d'ozone se formant naturellement dans la stratosphère. La mise en évidence de telles répercussions a singulièrement souligné l'importance de l'interdépendance des systèmes constituant l'environnement et la Terre. Des études sur le sujet ont permis de constater que l'évaluation quantitative des effets de ces agents contaminants sur la stratosphère dépend de la connaissance intime des principes énergétiques et dynamiques de l'atmosphère.

Dans le Nord du Canada, les télécommunications sont très souvent perturbées. C'est pourquoi l'étude des phénomènes qui résultent de l'interaction du champ magnétique terrestre, de la zone aurorale et des vents solaires, est particulièrement intéressante. La zone aurorale s'étend au-dessus du Canada jusqu'à 55° de latitude où elle peut être étudiée à l'aide de ballons et de fusées-sondes. Par contre, de l'autre côté du pôle, la zone aurorale s'étend au-dessus de la mer, ce qui rend son étude plus difficile à partir de la Terre. Avec de tels phénomènes naturels si facilement accessibles, les universités canadiennes se sont naturellement spécialisées dans ce secteur de recherche.

Échelonnées sur quelques décennies, les observations réalisées à l'aide de détecteurs au sol ou embarqués dans des ballons, des fusées ou des satellites ont permis de dresser une carte des principales caractéristiques morphologiques de l'atmosphère, de l'ionosphère et de la magnétosphère. Des progrès récents ont cependant révélé qu'il existe un très grand nombre de processus différents selon lesquels ces trois secteurs sont interreliés avec des variations très complexes. La compréhension de ces processus fondamentaux constitue une étape nécessaire pour connaître les phénomènes par lesquels l'énergie solaire est cédée à la magnétosphère et à l'atmosphère, ainsi que les moyens par lesquels cette énergie captée est fractionnée et provoque l'apparition de phénomènes naturels importants, allant des orages magnétosphériques aux perturbations météorologiques.

L'Université de l'Alberta

Edmonton (Alberta)
T6G 2E1

L'Institut des sciences terrestres et planétaires

L'Institut des sciences terrestres et planétaires s'est spécialisé dans la réalisation de mesures au sol des perturbations du champ magnétique, provoquées par la présence de courants au niveau de la magnétosphère et de l'ionosphère. La recherche a tenté surtout d'expliquer les systèmes de sources de courant et la structure de la conductivité de la Terre, en procédant par déduction, à partir des perturbations associées aux courants induits dans la terre à l'occasion des variations subies par les sources de courant. Au titre de contribution à l'Étude internationale de la magnétosphère, l'Institut a construit un ensemble de 25 magnétomètres économiques à trois éléments et il a fallu mettre au point des techniques d'utilisation de ces appareils en grands réseaux bidimensionnels. L'Institut a collaboré avec quelques pays à la réalisation d'études portant sur des réseaux combinés; ces études ont fait intervenir 46 stations enregistrant simultanément des données sur une superficie totale de 1 million de km². D'autres études ont porté sur les structures conductrices des zones de terre continues en Amérique du Nord, en Australie, en Afrique du Sud et en Grande-Bretagne.

Cet Institut a été le premier à développer le matériel et le logiciel nécessaire au fonctionnement d'un système de communication pour la transmission des données sur de longues distances, pour le pré-traitement et l'enregistrement de ces données. Aujourd'hui, ce système relie l'Observatoire universitaire et le Centre de traitement des données dans les locaux de l'Institut. Les informations magnétiques et magnétotelluriques peuvent être reçues directement par ce centre et des installations de visualisation permettent une évaluation rapide de l'activité de la magnétosphère.

Au cours de ces dernières années, des membres de l'Institut ont collaboré avec leurs collègues de l'Université du Texas, à Dallas, du Laboratoire national de recherche en physique en Afrique du Sud, de l'Université nationale australienne, de l'Université d'Edimbourg, en Écosse, de l'Université de l'Utah, de l'Institut de technologie de la Californie, de la NOAA à Boulder, Colorado, de l'Université de l'Alaska, de l'Institut royal de technologie à Stockholm, Suède, du Laboratoire de physique appliquée de l'Université Johns Hopkins, des Laboratoires de recherches Lockheed de Palo Alto et des Laboratoires TRW de Los Angeles, Californie.

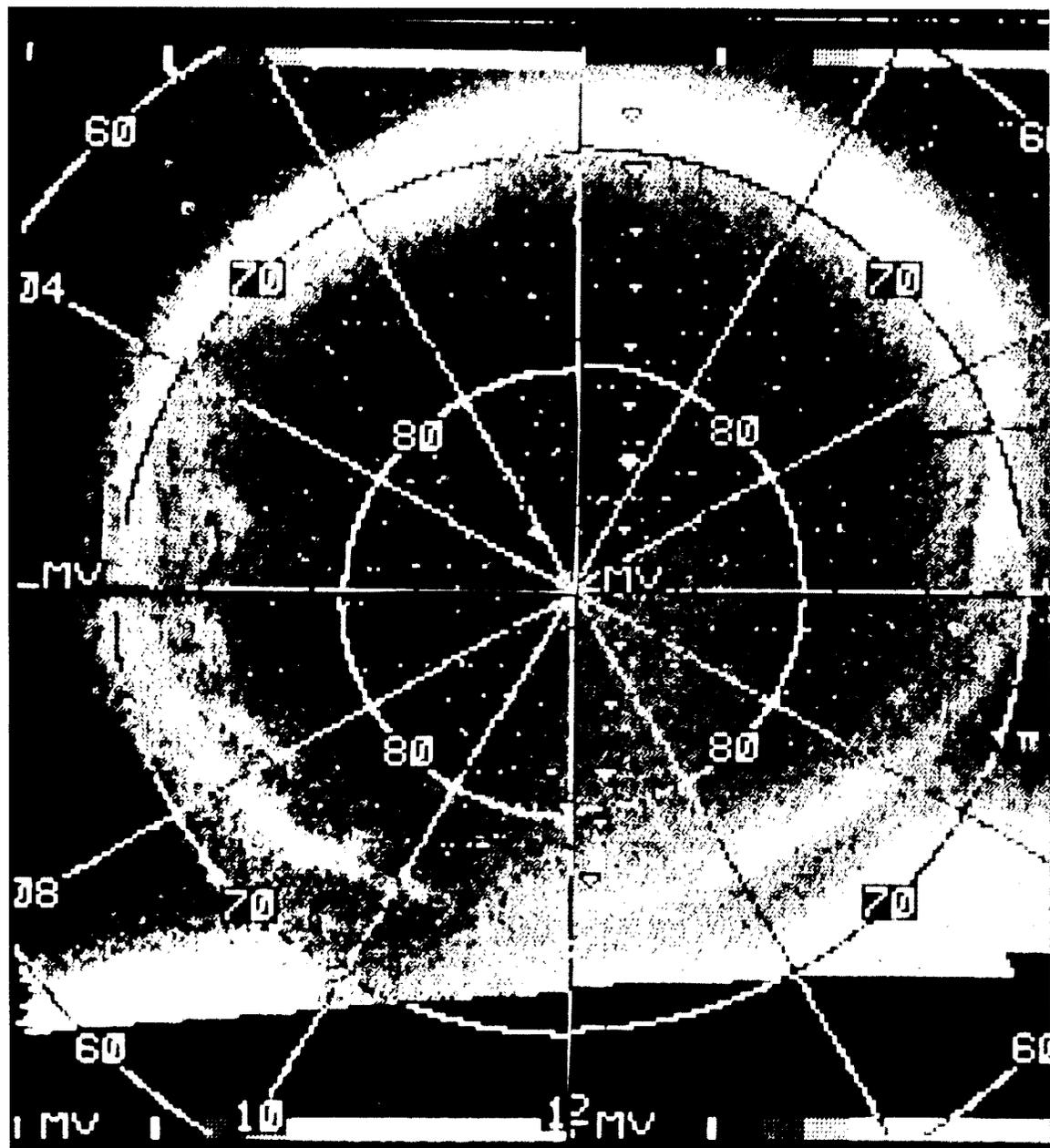
L'Université de Calgary

2920 24th avenue North West
Calgary (Alberta)
T2N 1N4

Aéronomie

Les recherches portent surtout sur les émissions électromagnétiques dans les régions supérieures de l'atmosphère, comme moyen intermédiaire d'étude de la chimie et de la physique de la haute atmosphère. Parmi les techniques d'observation utilisées, il faut noter la détection optique des émissions aurorales ou luminescentes à l'aide de spectro-photomètres et de compteurs spécialement conçus à cet effet et utilisés soit au sol, soit embarqués sur des ballons et des fusées-sondes ainsi que sur des satellites. Le Groupe d'aéronomie a entrepris la mise au point de photomètres ultra-rapides tout temps et a publié les premières représentations d'une aurore boréale et des phénomènes luminescents vus du dessus.

Dans le cadre des expériences du programme ISIS, le Groupe d'aéronomie utilise un photomètre de conception unique qui assure une observation globale de deux raies d'émission optique importantes: 5 577 Å et 3 914 Å. Le photomètre combine le mouvement orbital, la rotation du satellite et un système interne de balayage pour produire une image semblable à celles de télévision avec une définition équivalente à celle



Ovale aurorale photographée avec le photomètre à balayage à bord de l'ISIS II. Université de Calgary, Alberta.

qu'on aurait à environ 10 km sur Terre. L'étude de ces images permet de déterminer la répartition spatiale, la dynamique et les causes physiques des aurores diffuses, et d'élucider les causes et les effets des perturbations aurorales.

Dans le cadre d'autres études sur les aurores boréales, un photomètre à balayage a été placé à bord de fusées lancées par la Direction des installations de recherche spatiale du CNRC. Ce genre de photomètre fournit une excellente résolution spatiale et temporelle des émissions aurorales optiques sur deux longueurs d'ondes. Un dispositif ultra-rapide et à haute résolution de reproduction d'images aurorales, utilisant un système intensificateur d'image de télévision, a été mis au point et utilisé pour enregistrer les formes extrêmement mouvantes des aurores. Des études théoriques et expérimentales sont poursuivies sur les rayons X Bremsstrahlung provoqué dans l'atmosphère par la précipitation d'électrons: pour ce faire, il est important de réaliser des observations simultanées des électrons primaires au sommet de la couche atmosphérique d'une part et de l'incidence des rayons X à des altitudes supérieures à celles atteintes par les ballons-sondes d'autre part; ces dernières observations sont faites à partir de fusées-sondes emportant des détecteurs de rayons X à une altitude variant entre 60 et 70 km; ces détecteurs sont alors lâchés, suspendus

à un parachute qui leur permet d'effectuer des mesures tout au long de la descente vers les altitudes que les ballons n'atteignent pas normalement. Des études de la morphologie de la précipitation des électrons auroraux sont aussi réalisées par lâcher simultané de plusieurs ballons-sondes dans les zones de rayonnement X auroraux.

Astronomie et astrophysique

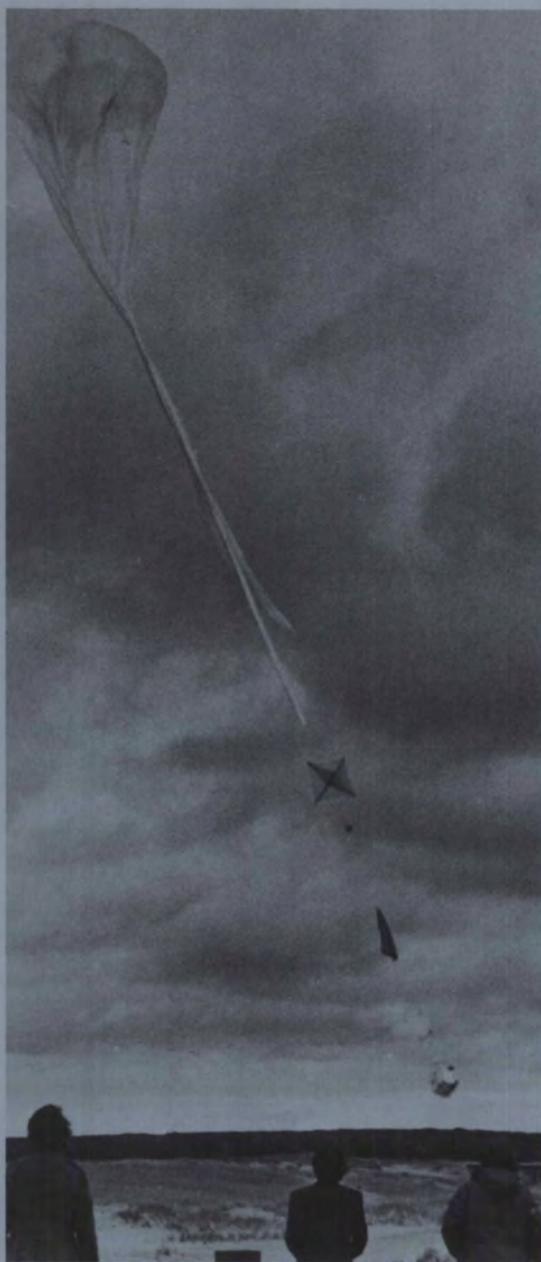
Les domaines de la recherche vont des travaux théoriques sur l'évolution stellaire et sur la physique solaire aux observations du rayonnement infrarouge et ultra-violet visible du soleil et des étoiles, notamment en ce qui concerne les étoiles variables et les objets extragalactiques. L'Observatoire Rothney d'astrophysique de Priddis, en Alberta, fait partie des installations d'étude; il est équipé d'un télescope de 406 mm avec un dispositif de photométrie photoélectrique et un tube-image.

Physique de l'atmosphère

Un programme de recherche se propose d'étudier la physique des basses couches atmosphériques ainsi que certaines de leurs caractéristiques comme la turbulence par temps clair, la stratification, les inversions et les profils de vent et de température qui constituent des données pertinentes dans l'étude des questions de pollution atmosphérique. On expérimente actuellement des techniques nouvelles, télédétection par radar acoustique et appareils lidar, qui devraient permettre d'accéder plus facilement au contrôle régulier et à la compréhension des conditions atmosphériques sous l'action des grandes quantités d'effluents polluants qui sont relâchés dans l'atmosphère.

Rayons cosmiques et relations solaires-planétaires

Des études sur les rayons cosmiques sont réalisées par le Laboratoire d'étude du rayonnement cosmique Sulphur Mountain à Banff, Alberta; ce laboratoire dispose d'appareils de contrôle installés à Calgary et Sulphur Mountain. Les informations obtenues sont particulièrement intéressantes pour déterminer le spectre d'énergie des variations d'intensité du rayonnement cosmique. Ces données sont utilisées par les spécialistes scientifiques des rayons cosmiques dans le monde entier.



Lâcher de ballon à Poste-de-la-Baleine, Québec. Études sur les rayons X auroraux. Université de Calgary, Alberta.

L'Université Laurentienne

Ramsey Lake Road
Sudbury (Ontario)
P3E 2C6

Cette université a des installations pour assurer l'écoute des radio-balises embarquées dans les satellites ISIS. Ces installations de réception radio sont situées à 32 km de Sudbury, Ontario. On y enregistre régulièrement des données sur l'absorption type A³ en utilisant des signaux de la station CHU sur la bande 3,33 MHz. Trois stations réceptrices d'émissions séparées les unes des autres ont été utilisées pour l'enregistrement des signaux de météores à partir d'émetteurs d'ondes porteuses installés à Winnipeg, Manitoba, surveillés et exploités avec le soutien de l'Université Western Ontario. Les installations furent aussi utilisées pendant une année pour la poursuite de ballons météorologiques de haute altitude lâchés par le Service météorologique du Royaume-Uni au-dessus de l'Atlantique et au Nord du Canada.

L'Université McMaster

Hamilton (Ontario)
L8S 4K1

Le Département de chimie poursuit un programme de recherches lunaires. Il s'agit de déterminer les concentrations en soufre et les quantités d'isotopes sur différentes fractions granulométriques d'échantillons sélectionnés de poussière lunaire. Les variations entre les différents paramètres mesurés, mises en relation avec la granulométrie des poussières, apportent des informations sur les processus de fragmentation, de pulvérisation et de mélange de ces poussières ainsi que sur l'influence d'un impact de micrométéorite subi par ces particules.

L'Université de la Saskatchewan

Saskatoon (Saskatchewan)
S7N 0W0

De toutes les universités canadiennes, l'Université de la Saskatchewan fut la première à s'engager dans la recherche spatiale, en 1939, à l'occasion d'un programme coopératif de recherche avec l'Université de Chicago. Il s'agissait d'étudier les rayons cosmiques dans les couches supérieures de l'atmosphère en utilisant des ballons-sondes. Les premières expériences avec des fusées-sondes ont commencé vers la fin des années 1940 en collaboration avec le Centre de recherches en télécommunication pour la défense nationale (CTDN). Aujourd'hui, les recherches spatiales se poursuivent dans divers domaines.

L'Institut d'études spatiales et atmosphériques

L'Institut d'études spatiales et atmosphériques fait partie intégrante du Département de physique de cette université et il s'est engagé à plusieurs reprises dans des projets allant bien au-delà de la seule physique de l'atmosphère. Il a réalisé des études dynamiques sur la mésosphère ainsi que sur les basses couches de la thermosphère. Des mesures et des analyses de données sur les

vents, obtenues à partir d'un système d'ondes radio à réflexion partielle utilisé sur la base des techniques de dérive, ont permis d'aboutir à une évaluation de l'importance relative de la force de gravité, des ondes planétaires et des mouvements des marées agissant comme éléments perturbateurs du milieu situé entre 60 et 110 km d'altitude. En décembre 1974 et janvier 1975, des études portant sur le réchauffement important de la stratosphère ont révélé la présence d'ondes planétaires à des altitudes voisines de 100 km; les résultats obtenus feront l'objet d'une publication prochaine. Entre 1969 et 1974, une étude, complémentaire d'une étude à long terme réalisée par des collègues de la Nouvelle-Zélande, a porté sur l'analyse d'événements groupés apparaissant entre la stratosphère, l'ionosphère et la magnétosphère, à des latitudes moyennes, dans l'hémisphère austral.

Dans le cadre de l'Étude internationale de la magnétosphère, cet Institut a réalisé des travaux sur la précipitation électronique en utilisant les techniques optiques au sol ainsi que des riomètres mais il se propose d'utiliser les techniques de la réflexion partielle en réalisant des enregistrements spéciaux du taux d'ondes polarisées réfléchies dans la bande 2,2 MHz. Il utilise aussi un photomètre à balayage multi-voies et des accords sont en cours pour la construction d'une antenne polarisée à bande large et à fonction périodique logarithmique et d'un matériel électronique de complément pour émettre et recevoir des signaux à impulsions. Un tel équipement permettra de mettre en relation les variations spatiales et temporelles enregistrées dans les zones aurorales et lumineuses avec l'ionisation et les mouvements atmosphériques dans des conditions calmes et perturbées.

L'analyse continue des informations obtenues au cours des vols de ballons et de fusées-sondes apporte de nouvelles connaissances sur la distribution de l'ozone entre le sol et l'altitude 100 km en hautes latitudes. On procède actuellement à la mise au point d'un nouveau type de sonde optique afin d'étendre le champ actuel des observations de la configuration des colonnes d'ozone.

L'Université Simon Fraser

Burnaby (Colombie-Britannique)
V5A 1S6

Le Département de physique s'est spécialisé depuis 1964 en recherche astronomique des rayonnements X. Encore récemment, ces études portaient surtout sur le milieu diffus de rayonnement X entre 2 et 10 keV; depuis 1970, on insiste sur le développement d'appareils pour étendre la capacité de mesure et augmenter la sensibilité aux faibles énergies.

L'Université de Toronto

L'observatoire David Dunlap

Richmond Hill (Ontario)
L4C 4Y6

Un vaste domaine de recherche est consacré à l'observation au sol des rayonnements X; ces études sont indispensables pour l'interprétation des observations obtenues des satellites. En 1976, l'observatoire a entrepris un programme de recherches astronomiques en spectroscopie de l'infrarouge et il est vraisemblable que ces études conduisent à la réalisation de projets en relation avec le programme de la Navette spatiale de la Nasa. Deux expériences ont été développées pour le satellite international d'exploration de l'ultra-violet qui a été lancé en 1977; ce satellite servira à la vérification des modèles au moyen des données transmises sur le spectre ultra-violet des quasars et le spectre ultra-violet d'environ 2 000 étoiles sera exploité pour la classification relative aux faibles dispersions.

L'Institut d'études aérospatiales

4925, rue Dufferin
Toronto (Ontario)
M3H 5T6

Les études portant sur les densités de N_2O_2 et d'oxygène atomique dans l'atmosphère, à plus de 85 km d'altitude, ont été poursuivies à l'occasion du lancement d'une fusée-sonde au début de 1977. L'Institut a apporté une contribution importante pour la fourniture d'instruments embarqués dans la sonde Viking pour l'étude de l'atmosphère de Mars; en collaboration avec l'Université du Minnesota, l'Institut a étalonné un spectromètre de masse pour connaître, par déduction, les composants chimiques de l'atmosphère. Des travaux de recherche ont commencé sur la dynamique et la commande de systèmes de télémanipulateur dans l'espace.

L'Université de Victoria

C.P. 1700
Victoria (Colombie-Britannique)
V8W 2Y2

Le Département de physique a réalisé des observations sur l'augmentation de la luminescence crépusculaire du lithium à la suite d'opérations de largage de vapeur de lithium dans les couches supérieures de l'atmosphère par des fusées-sondes lancées de Poker Flat, Alaska, au mois de mars 1976.

L'Université Western Ontario

London (Ontario)
N6A 3K7

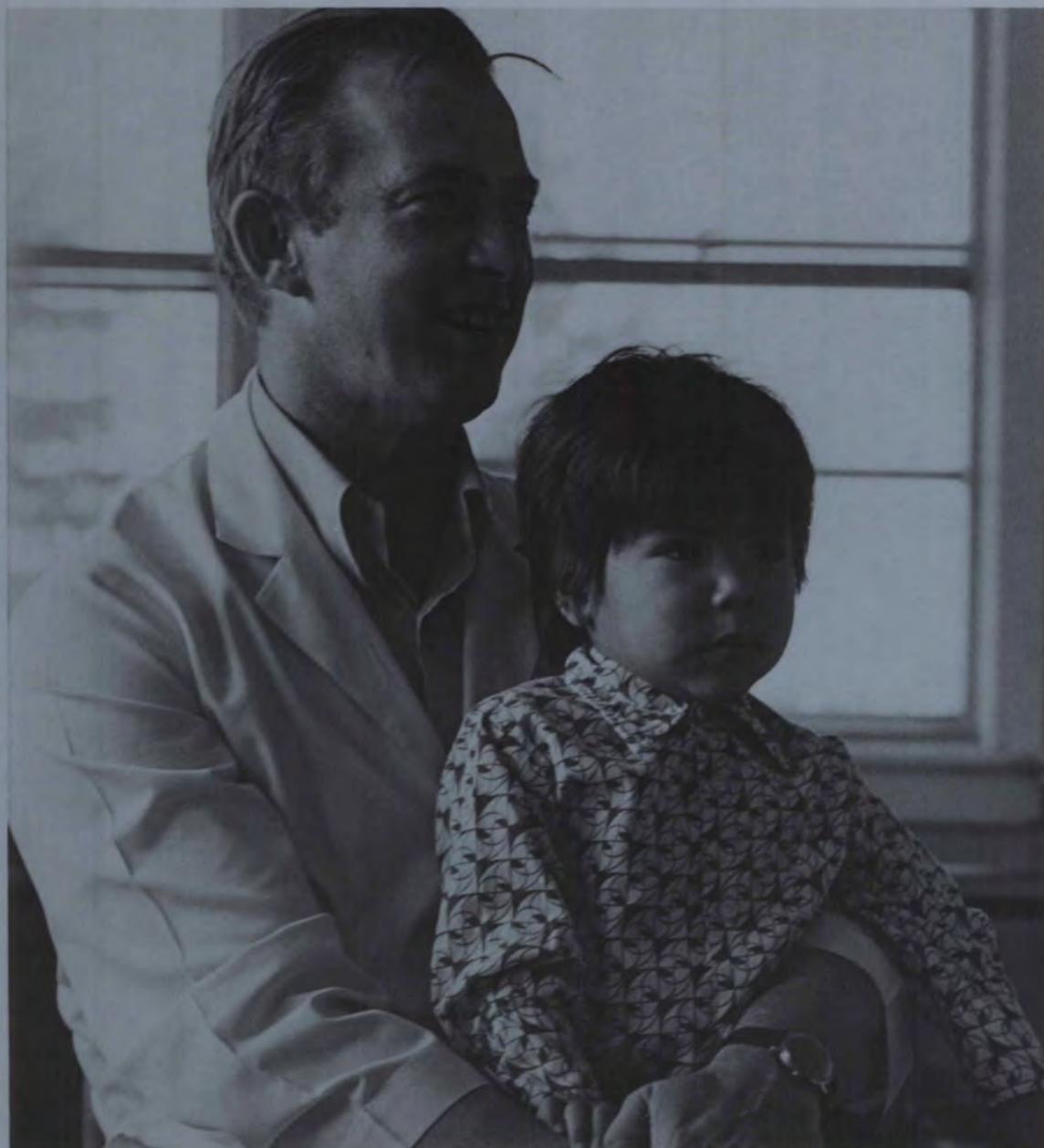
Le Centre des sciences radio (CRS)

Depuis la création du CRS en 1967, le Groupe de recherches en physique des couches supérieures de l'atmosphère a effectué quelques 70 projets orientés principalement vers l'utilisation du spectre des fréquences radio-électriques comme outil de diagnostic pour les recherches sur les couches supérieures et en particulier les études de l'ionosphère pour lesquelles la collecte des données se fait par observations au sol, par fusées-sondes et à partir de satellites.

Le Département d'ingénierie et de médecine

Les facultés d'ingénierie et de médecine ont collaboré à la préparation d'une expérience à partir du satellite Hermès destinée à apporter les services de consultation médicale dans les régions lointaines et isolées.

Un médecin, à l'hôpital de Moose Factory, consulte via satellite, des spécialistes de l'hôpital universitaire, à London en Ontario.





L'Université York

4700, rue Keele
Downsview (Ontario)
M3J 1P3

Le Centre de recherches expérimentales en sciences de l'espace (CRESS) fait partie intégrante de la faculté des sciences et est spécialisé dans l'observation, l'étude en laboratoire et l'étude théorique des phénomènes de l'astronomie, de l'aéronomie, des sciences de l'atmosphère, des sciences de la Terre et de la physique des éléments chimiques. Les projets de recherche de laboratoire en astrophysique comprennent notamment des mesures d'intensité du spectre de la molécule ainsi que le calcul et la théorie des spectres réalistes d'absorption et d'émission synthétiques à grand pouvoir de résolution. Les ballons, les fusées-sondes et le satellite ISIS-II sont aussi utilisés comme sources de données.

Scénario typique de téléconsultation médicale entre un médecin spécialiste d'un hôpital universitaire de London en Ontario, un omnipraticien et des infirmières d'un petit hôpital général à Moose Factory, au nord de l'Ontario.



Comité interministériel sur l'espace

Personnel

J.H. Chapman (président)
Ministère des Communications
Édifice Journal Nord
300, rue Slater
Ottawa (Ontario)
K1A 0C8
(613) 995-8223

D.I.R. Low (vice-président)
Ministère d'État aux Sciences
et à la Technologie
270, rue Albert
Ottawa (Ontario)
K1A 1A1
(613) 996-4949

R.C. Langille (secrétaire)
Comité interministériel sur l'espace
Ministère des Communications
Édifice Journal Nord
300, rue Slater
Ottawa (Ontario)
K1A 0C8
(613) 593-5590

Ministères membres

Ministère des Affaires extérieures (MAE)

A.R. Boyd
Tour A, 6^e étage
Édifice Lester B. Pearson
125 Promenade Sussex
Ottawa (Ontario)
K1A 0G2
(613) 992-8810

Ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources (EMR)

L.W. Morley
Centre canadien de télédétection
2464, chemin Sheffield
Ottawa (Ontario)
K1A 0Y7
(613) 993-0121

Ministère des Pêches et de l'Environnement (MPE)

A.E. Collin
Service de l'environnement
atmosphérique
Édifice Fontaine
Ottawa (Ontario)
K1A 0H3
(613) 997-1588

Ministère de la Défense nationale
(MDN)

H. Sheffer
Conseil de recherches pour la défense
101 promenade Colonel By
Ottawa (Ontario)
K1A 0K2
(613) 992-6833

Ministère des Communications
(MDC)

C.A. Franklin
Édifice Journal Nord
300, rue Slater
Ottawa (Ontario)
K1A 0C8
(613) 992-1295

Ministère des Transports (MDT)

F.E. Lay
Tour C, 28^e étage
Place de Ville
Ottawa (Ontario)
K1A 0N5
(613) 992-3203

Ministère de l'Industrie et du
Commerce (I&C)

H. Douglas
Direction de la technologie
8^e étage est
240, rue Sparks
Ottawa (Ontario)
K1A 0H5
(613) 995-7151

Ministère d'État aux Sciences et à
la Technologie (MEST)

D.I.R. Low
270, rue Albert
Ottawa (Ontario)
K1A 1A1
(613) 996-4949

Conseil national des recherches
du Canada (CNRC)

W.A. Cumming
Édifice M58
Chemin Montréal
Ottawa (Ontario)
K1A 0R6
(613) 993-9056

Observateur

Secrétariat du
Conseil du Trésor (CT)

O. Roy
Transports, Communications et
Science
Place Bell Canada
160, rue Elgin
Ottawa (Ontario)
(613) 996-8071

Design

HEWSON*BRIDGE
ASSOCIATES LTD

Ottawa, Canada

