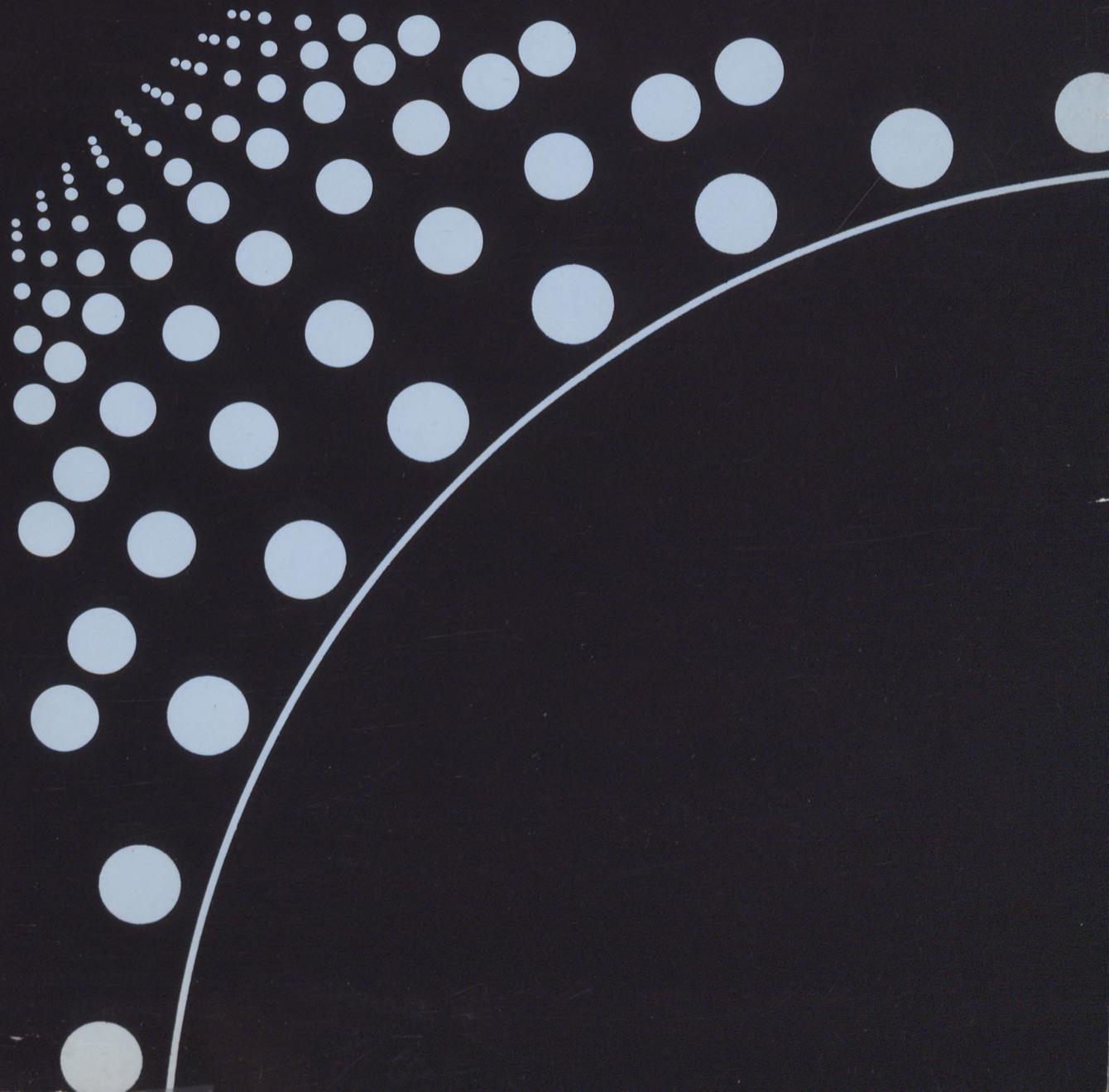


# 1978 Rapport Annuel

Comité interministériel sur l'espace



INDUSTRY CANADA / INDUSTRIE CANADA



136767

COMITE INTERMINISTERIEL DE L'ESPACE (CIE)

RAPPORT ANNUEL 1978

## *Le Comité Interministériel de l'espace*

Le Comité interministériel de l'espace (CIE) a été créé par le Cabinet vers la fin de 1969; il relevait à ce moment du Comité du Cabinet chargé de la politique et de la planification relatives aux activités spatiales du Canada, en se fondant sur des études et des évaluations continuelles, afin d'assurer le déroulement coordonné des activités gouvernementales, universitaires et industrielles et d'encourager la collaboration internationale. Ce Comité du Cabinet a été supprimé vers la fin de 1971 et le Comité interministériel de l'espace a été placé sous l'autorité du Ministre du nouveau ministère d'Etat aux Sciences et à la Technologie. Cette hiérarchie, ainsi que le mandat du Comité, ont ultérieurement été reconfirmés en 1974, lorsque le Cabinet a approuvé une politique spatiale pour le Canada. Enfin, en novembre 1975, le Cabinet a décidé que le Comité interministériel de l'espace relèverait du Ministre des Communications et, par la même occasion, il a chargé le Comité de la responsabilité nouvelle de coordonner les activités d'acquisition de matériel spatial pour assurer la rentabilité de l'industrie spatiale canadienne.

Le Comité est composé de hauts fonctionnaires des ministères intéressés au domaine spatial, et qui peuvent être les porte-parole de leur ministère en matière de politiques. Pour le moment, neuf ministères ou organismes fédéraux sont représentés au Comité, tandis qu'un statut d'observateur est accordé à deux autres. Le Comité est secondé par trois sous-comités chargés des aspects internationaux, industriels et scientifiques des politiques spatiales.

En dernier lieu, afin d'aider le Comité interministériel de l'espace et de lui assurer les moyens matériels nécessaires, un Secrétariat permanent a été établi en 1976 au sein du ministère des Communications.

*Le présent rapport est conforme au mandat définissant les activités du Comité interministériel de l'espace.*

Publié par le Secrétariat du CIE  
novembre 1979.

RAPPORT ANNUEL DU CIE - 1978

	page
<u>TABLE DES MATIÈRES</u>	
Sommaire	3
Perspectives	7
<b>LE CIE EN 1978</b>	11
Sous-comité des aspects industriels des politiques spatiales	12
Sous-comité des aspects scientifiques des politiques spatiales	13
Sous-comité des aspects internationaux des politiques spatiales	15
<b>PROGRAMMES ET INSTALLATIONS GOUVERNEMENTAUX</b>	17
Conseil national de recherches du Canada	18
Ministère des Communications	28
Ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources	46
Ministère de la Défense nationale	52
Ministère des Pêches et de l'Environnement	60
Ministère des Transports	66
Ministère de l'Industrie et du Commerce	70
<b>RELATIONS INTERNATIONALES</b>	73
États-Unis d'Amérique	74
Agence spatiale européenne	74
Japon	75
Divers	75
<b>SITUATION FINANCIÈRE</b>	76
<b>ANNEXE</b>	

**SOMMAIRE**

Le Comité interministériel de l'espace a tenu quatre réunions normales et deux assemblées extraordinaires en 1978. L'année a été essentiellement marquée par:

- la négociation d'un accord de coopération avec l'Agence spatiale européenne (ASE), signé en décembre 1978 et entrant en vigueur le 1<sup>er</sup> janvier 1979;
- la préparation et la soumission au Conseil du Trésor (CT) du premier Mémoire intégré sur les programmes spatiaux;
- la participation à une étude entreprise par le CT et qui avait pour but de réviser les programmes spatiaux du gouvernement et leurs effets sur l'industrie spatiale canadienne;
- la préparation et la publication de la brochure intitulée: "*Le Canada et l'espace*";
- l'étude de l'article de M. J.J. Shepherd recommandant la création d'une Agence spatiale canadienne. Responsable de cette étude, le ministère d'Etat aux Sciences et à la Technologie en formulera les commentaires qui s'imposent.

La construction et l'essai du système télémanipulateur de la navette spatiale (STM) se sont poursuivis en 1978. Ce programme en est à sa phase D, celle de la construction, de l'essai et de la vérification du matériel de vol. Le fonctionnement en deux dimensions du modèle opérationnel a fait l'objet d'une démonstration au sol dans les installations de simulation en décembre 1978 et la première unité de vol doit être livrée à la NASA en fin 1979.

Le satellite Hermès a permis de mener à bien des expériences en matière de télé-médecine, télé-enseignement, technologie de pointe, relations intercommunautaires, radiotélédiffusion et services gouvernementaux. Ces expériences ont été couronnées de succès et le vaisseau spatial s'étant admirablement comporté, le programme se poursuivra jusqu'au milieu de 1979.

Lancé avec succès en décembre 1978, le satellite Anik B doit permettre au MDC de procéder à des essais de télécommunication à compter de février 1979 et servir à des projets pilotes à partir du mois d'avril. Le MDC a loué pour deux ans la bande 12/14 GHz du satellite pour effectuer des projets pilotes en communications qui feront suite aux expériences Hermès.

Au nom du MDN, du MPE et du MEST, le MDC a poursuivi avec la France et les Etats-Unis des négociations relatives à la formulation d'un protocole d'entente sur le programme expérimental de recherche et de sauvetage à l'aide de satellites (SARSAT). Les participants au programme se sont réunis avec des représentants du ministère de la Marine marchande d'URSS afin de discuter des possibilités d'un projet conjoint entre SARSAT et un système soviétique compatible.

En mars 1978, les Etats-Unis ont lancé le satellite Landsat-3 et le Canada a commencé à recevoir et à traiter les données Vidicon à faisceau réfléchi (RBV) qu'il en reçoit et qui fournissent des images ayant une résolution au sol de 30 m en mode panchromatique. Ceci ouvre de nouvelles possibilités à la cartographie thématique à plus grande échelle.

Toujours en 1978, le Canada a participé à l'exploitation de SEASAT-A, un satellite d'essai de la NASA, qui, lancé en juin 1978, a vécu environ quatre mois. Le Canada avait construit et installé à bord de l'engin un processeur numérique de radar cohérent (SAR) et modifié la station de Shoe Cove de façon à ce qu'elle puisse recevoir les données radar. Le Centre canadien de télédétection a effectué en parallèle des expériences SAR à partir d'un radar cohérent embarqué sur un Convair 580. Toutes ces données vont faire l'objet d'analyse et de recommandations quant à leur suivi.

La NASA a accepté une proposition de recherches sur la physiologie du vestibule de l'oreille interne, à effectuer à bord du Spacelab, et que, de concert, lui avaient soumis la Massachusetts Institute of Technology (MIT) et l'Institut militaire et civil de médecine de l'environnement (DCIEM). Le programme expérimental

devrait s'effectuer à bord de Spacelab 1 et Spacelab 4 dont les lancements sont prévus pour 1981 et 1982. Il est possible que l'un des chercheurs canadiens soit retenu comme spécialiste des charges utiles et fasse partie de l'équipage du Spacelab 4.

Les difficultés de financement rencontrées aux Etats-Unis par les responsables du programme Aérosat ont provoqué une refonte complète de ce dernier en 1977. Sa structure internationale reste la même, mais le programme a été limité, pour l'année suivante, à une étude de faisabilité et à une réévaluation des besoins.

En fin 1977, un consortium composé de la Comsat General et de certains organismes européens a proposé au Canada de participer à une entreprise commune qui assurerait la continuité entre la fin de Marisat, probablement en 1981, et, dans la meilleure hypothèse, l'entrée en opération du programme Inmarsat en 1985. Cette proposition a fait l'objet de clarifications et d'examen lors de réunions qui se sont tenues en fin 1977 et au début de 1978. Le Cabinet recevra au début de 1979 une demande d'approbation de la participation du Canada à Inmarsat.

Le total des dépenses spatiales gouvernementales pour l'année budgétaire 1978-79 est de \$95.2 millions, dont 74% environ sont allés à l'industrie canadienne contre 2% à l'industrie américaine. C'est là une nette amélioration par rapport à l'exercice 1977-78 où ces mêmes proportions étaient de 65% et 9%. Les dépenses effectuées en faveur des universités canadiennes ont diminué, à la fois en valeur absolue et en valeur relative, passant de \$1.2 million (1.8% du budget total) au cours de l'exercice 1977-78 à \$0.4 million (0.4% du budget total) en 1978-79. Le système télémanipulateur de la navette spatiale, Anik B et l'extension des opérations du laboratoire David Florida pour appuyer les satellites Anik C et D représentent près de 50% de la totalité des dépenses spatiales gouvernementales.

PERSPECTIVES

Des plans et programmes soumis par les ministères s'intéressant au domaine spatial, l'on peut augurer que le Canada restera très actif en la matière dans les années à venir.

Citons, entre autres exemples, les faits suivants:

- a) Le Canada est membre coopérant de l'Agence spatiale européenne depuis le 1<sup>er</sup> janvier 1979. A ce titre, il participera au Programme d'études générales de l'ASE et aura accès aux autres programmes disponibles présentant pour nous un intérêt, celui de télédétection par exemple. Le Canada participera aux réunions du Conseil de l'Agence et de ses diverses commissions ainsi qu'à celles des comités.
- b) Le Canada a l'intention d'utiliser la série des satellites Landsat-D afin de poursuivre sa participation au programme américain Landsat. Le premier lancement d'un Landsat-D est prévu pour 1981.
- c) Plans et études provisoires indiquent qu'un système Sursat pourrait devenir opérationnel d'ici la fin de la décennie 1980. Le Canada profitera de 1979 pour étudier les possibilités de collaborer avec l'ASE, la NASA, ou les deux, à des programmes de télédétection.
- d) Préparation par le CNRC d'un programme scientifique ayant trait à l'aéronomie et à la physique spatiale destiné à remplacer le programme POLAIRE. Le financement du programme sera soumis en 1979 à une approbation de principe, de même que seront sollicités les pouvoirs de négocier avec la NASA la mise sur pied d'un programme conjoint compte tenu de l'enveloppe budgétaire qui sera déterminée.
- e) Continuation, par l'entremise de l'Institut Herzberg d'astrophysique du CNRC, de la participation au programme "Roue de feu" (Firewheel) de l'Institut Max Planck, de Garching, en Allemagne fédérale. Les expériences commenceront avec le lancement d'un fusée Ariane dès le début de 1980.

- f) Agrément par la NASA du programme expérimental de recherches sur la physiologie du vestibule de l'oreille interne à bord du Spacelab. Ce programme commun au Massachusetts Institute of Technology, à l'Institut militaire et civil de médecine de l'environnement et à l'Université McGill se déroulera à bord de Spacelab 1 et de Spacelab 4, en 1981 et 1982.
- g) Poursuite des études faisabilité relatives à un satellite polyvalent UHF (MUSAT), la mise en oeuvre du système pouvant intervenir au milieu de la décennie 1980. L'année 1979 verra le dépôt d'une proposition d'étude préalable de définition du projet.
- h) Evaluation en 1979, pendant une période de six mois, de transmissions télévisuelles par satellite à de petits terminaux télé-récepteurs peu coûteux; démonstrations internationales envisagées.

Signalons en outre:

- Mise à la retraite, en fin 1979, d'Hermès après une carrière bien remplie en matière de télécommunication et de radio-télédiffusion par satellite en liaison avec de petites stations terriennes. Hermès aura vécu bien au-delà des deux ans pour lesquels il était prévu.
- Poursuite jusqu'en 1979/80 des études entreprises par Téléglobe Canada sur les caractéristiques de propagation en trajet ascendant dans la bande des 11/14 GHz, à partir de différents points du Québec et de l'Ontario.
- Demande d'approbation, dès le début 1979, de la participation canadienne au programme Inmarsat.
- Le Canada étudie présentement les possibilités de participation à une co-entreprise permettant d'assurer des services provisoires en attendant qu'Inmarsat soit opérationnel.

- Signature, prévue en 1979, d'un protocole d'entente entre le Canada (MDC), les Etats-Unis (NASA) et la France (CNES) sur un système de recherche et de sauvetage à l'aide de satellites (SARSAT) dont le premier lancement devrait avoir lieu dès le début de 1982.
- Participation du Canada en 1979 aux premiers travaux d'un groupe d'experts sur les sources d'énergie nucléaire constitué, sur la demande du Canada, par le Comité des utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique (COPUOS) des Nations Unies, lors de sa 21<sup>e</sup> réunion en 1978.
- Possibilité que le Sous-comité des aspects industriels des politiques spatiales tienne en fin 1979 une réunion d'information au profit de l'industrie.
- Choix possible du Canada comme pays hôte de l'assemblée annuelle de 1982 du Comité de la recherche spatiale (COSPAR).

LE CIE EN 1978

## Sous-comité des aspects industriels des politiques spatiales

Ce sous-comité a tenu deux réunions ordinaires en 1978. Il a en outre organisé au cours du mois de juin, en collaboration avec le Comité spatial de l'Air Industries Association of Canada, et à l'intention de l'industrie spatiale canadienne, une séance d'information sur les plans et prévisions des ministères et organismes fédéraux en matière d'activités spatiales.

Lors de ses réunions ordinaires, le Sous-comité a examiné en particulier les règles et méthodes des Etats-Unis intéressant les transferts de technologie, ainsi que l'appui éventuel que les ministères et organismes fédéraux pourraient fournir à l'industrie spatiale canadienne en matière d'exportation.

De l'avis général, les Etats-Unis considèrent de plus en plus la technologie comme une denrée dont l'exportation doit se traduire par une juste compensation des investissements qu'elle implique, et cela uniquement lorsque cette exportation n'entraîne pas un risque pour la sécurité nationale ou la perte d'un avantage commercial, auxquels cas elle doit être bannie. Le Sous-comité a également constaté que l'unanimité est loin de régner parmi les fonctionnaires et politiciens américains quant aux technologies "exportables" et aux conditions de ces transferts. Tout en reconnaissant que le Canada n'avait pas de raisons de se plaindre d'un traitement injuste, le Sous-comité a décidé de suivre de près la situation et d'informer périodiquement les autorités américaines des avantages industriels, technologiques et autres que représente pour les Etats-Unis le programme spatial canadien.

En ce qui concerne l'appui éventuel que les ministères et organismes fédéraux pourraient fournir à l'industrie spatiale canadienne en matière d'exportation, l'on a convenu qu'ils devraient mettre mieux à profit leur activité et leurs connaissances techniques en vue de favoriser les ventes à l'étranger de produits spatiaux canadiens. Ainsi, par exemple, les ministres et hauts fonctionnaires devraient s'attacher sans relâche à promouvoir la vente de ces produits lors de leur contacts avec leurs homologues étrangers. Il y aurait lieu, là, de systématiser la

cueillette de renseignements touchant les besoins en ce domaine à l'étranger, de telle sorte que toutes les données utiles à cet égard soient réunies en temps utile. Le personnel hautement qualifié s'occupant des programmes spatiaux ministériels "maison" pourrait alors contribuer à nos exportations grâce à sa perception de la conjoncture en matière de tendances technologiques et de besoins étrangers sur le plan opérationnel. Ce même personnel pourrait participer à l'information des missions étrangères quant aux programmes et aux possibilités de réalisations du Canada et, de la même manière, être intégré à des missions canadiennes à l'étranger. La mise sur pied d'un organisme de coordination en matière de commercialisation fera l'objet d'un accord en 1979.

A la séance d'information du milieu industriel canadien participaient 25 représentants du secteur public et 66 du secteur privé, c'est-à-dire de la quasi-totalité des entreprises spatiales canadiennes. Les ministères des Communications, des Transports, de la Défense nationale, de l'Energie, des Mines et des Ressources, des Pêches et de l'Environnement et le Conseil national de recherches y ont présenté des communications sur leurs activités spatiales futures. De son côté, le président du CIE a exposé et développé la politique spatiale gouvernementale. Par ailleurs, des représentants de la Direction de l'électricité et de l'électronique du ministère de l'Industrie et du Commerce (MIC) ont fait un exposé sur les possibilités d'exportation du matériel spatial. L'industrie ayant accueilli avec intérêt cette réunion d'information, le sous-comité a décidé d'en tenir à l'avenir une tous les ans ou tous les deux ans, à des dates qu'il fixerait, en fonction de l'évolution des programmes gouvernementaux et des propositions formulées depuis la réunion précédente. La prochaine réunion de cette nature est fixée en principe à la fin de 1979.

#### Sous-comité des aspects scientifiques des politiques spatiales

Constitué en avril 1959 par le Conseil national de recherches à titre de Comité associé, ses membres appartiennent aux milieux industriel, universitaire et gouvernemental. Il a pour fonctions:

- de conseiller le Comité interministériel de l'espace en matière scientifique dans le domaine spatial;
- de conseiller le Conseil national de recherches en matière de recherches spatiales;
- d'agir à titre de Conseil national canadien auprès du Comité de la recherche spatiale (COSPAR) du Conseil international des unions scientifiques (CIUS);
- d'examiner et de commenter les programmes et projets de recherches spatiales du Bureau de coordination de la science spatiale (BCSS);
- de servir de lieu d'échange et de mise au point des idées en matière de science spatiale émanant de représentants des diverses régions et disciplines dans l'ensemble du Canada.

Le Sous-comité s'est réuni deux fois en 1978. Sa 25<sup>e</sup> assemblée s'est tenue le 2 mars à l'Université de l'Alberta, à Edmonton, et la 26<sup>e</sup> le 19 octobre au Conseil national de recherches, à Ottawa. Par ses recommandations il a facilité la prolongation des fonctions du coordonnateur canadien du Programme international d'étude de la magnétosphère (PIEM), l'accroissement des ressources financières consacrées aux réunions de travail nationales et internationales du PIEM, le financement d'une monographie sur la recherche spatiale, le choix du Canada comme pays hôte du COSPAR 1982 et des réunions afférentes et la réorientation de son sous-comité du SCOSTEP (Comité spécial de la physique solaire terrestre), afin de mettre l'accent sur l'importance du Programme de l'atmosphère moyenne (PAM) au cours de la période 1982-85.

Par ailleurs, sur le plan national, le Sous-comité a souscrit en principe aux objectifs d'un projet de Programme canadien de recherches spatiales pour la période de 1979-83 mis au point par le Bureau de coordination de la science spatiale du CNRC. Le Sous-comité, qui avait appuyé antérieurement le développement du programme POLAIRE, s'est dit déçu de l'annulation de ce projet de satellite scientifique.

Programme international d'étude de la  
magnétosphère (PIEM)

Les activités spatiales canadiennes ont fourni une quantité de données correspondant on ne peut mieux aux objectifs du PIEM. Signalons, parmi les plus importantes, l'établissement de cheminement magnétométriques et l'enregistrement permanent des données émanant des satellites ISIS. Le financement croissant de la participation des universités à ces travaux leur a permis de s'attaquer à des travaux d'envergure. Le coordonnateur canadien a été chargé de la réalisation d'une plaquette sur ce problème des données.

Il semble présentement que les principales activités du PIEM touchant la collecte des données se termineront fin 1979. L'analyse des données prendra cependant une importance accrue et exigera la collaboration des scientifiques canadiens qui participent à ce programme.

Sous-comité des aspects internationaux des politiques spatiales

Le Sous-comité AIPS a été particulièrement actif en 1978. Il a en effet tenu cinq réunions et, tout en se consacrant principalement aux aspects multilatéraux de la politique spatiale canadienne, s'est également préoccupé de nos relations bilatérales.

Il a consacré une grande part de ses activités au Comité des utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique (COPUOS) des Nations Unies et à ses deux composantes, le Sous-comité scientifique et technique et le Sous-comité juridique. L'influence des initiatives canadiennes dans ces deux sous-comités et au sein du COPUOS s'est révélée particulièrement importante après la chute du satellite Cosmos 954 en janvier 1978. C'est en effet notre action qui a incité le monde entier à se préoccuper des implications de l'énergie nucléaire pour l'alimentation des engins spatiaux. Lors de sa 21<sup>e</sup> session, le COPUOS a ainsi décidé de mettre en place un groupe de travail composé d'experts et chargé d'étudier ce problème. Sur approbation de l'Assemblée générale, l'on a pris les dispositions lui permettant de tenir sa

première réunion au cours de la session 1979 du Sous-comité scientifique et technique. L'AIPS a créé un comité interministériel spécial pour coordonner la participation canadienne aux activités de ce groupe.

Comme il l'a toujours fait, le Canada a joué un rôle de télédétection par satellite, de formulation d'un ensemble de principes destinés à réglementer la radiodiffusion directe par satellite et de suggestions relatives à la Conférence sur l'espace extra-atmosphérique proposée par les Nations Unies. Les deux premiers de ces points n'ont enregistré que des succès limités, mais il a par contre été décidé de tenir une conférence sur l'espace extra-atmosphérique avant 1983, le COPUOS devant formuler au cours de sa session 1979 des recommandations quant aux dispositions à prendre pour la tenue de cette conférence et aux questions qui y seraient débattues.

Le Sous-comité AIPS est également engagé dans un certain nombre d'opérations bilatérales et a par exemple discuté de coopération spatiale durant les réunions de la Commission scientifique mixte franco-canadienne et lors des Consultations canado-japonaises sur la science et la technologie.

Enfin, à l'expiration des négociations relatives à un accord de coopération entre le Canada et l'ASE, un groupe de fonctionnaires de l'Agence spatiale européenne a participé à une réunion spéciale du Sous-comité devant lequel ils ont exposé les activités de l'Agence.

**PROGRAMMES ET INSTALLATIONS GOUVERNEMENTAUX**

## CONSEIL NATIONAL DE RECHERCHES DU CANADA (CNRC)

Le Conseil national de recherches exécute et finance des recherches scientifiques et techniques 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. Outre ses laboratoires et autres installations, le CNRC dispose de son propre centre de calcul et dirige l'Institut canadien de l'information scientifique et technique (ICIST). Le CNRC a également géré des fonds réservés à des subventions de recherches universitaires et industrielles ainsi qu'à des bourses d'études supérieures. Cette tâche est maintenant confiée au Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie.

En ce qui a trait à l'espace et aux activités connexes, l'action du CNRC se répartit entre trois principaux secteurs: l'environnement spatial au moyen de fusées, de ballons et de satellites scientifiques; la recherche à partir de l'espace, comme par exemple la télédétection et l'observation d'éléments astronautiques en dehors de l'environnement terrestre; les recherches sur le milieu spatial, y compris la mise au point de matériels et d'instruments devant être utilisés dans les conditions difficiles de l'espace.

Pour mener à bien ces opérations, le CNRC a adopté la structure suivante: fonction conseil, le Comité associé sur les recherches spatiales; fonction planification, le Bureau de coordination de la science spatiale; fonction gestion et mise en oeuvre des programmes scientifiques, la Direction des installations de recherche spatiale. Composantes du CNRC, l'Institut Herzberg d'astrophysique effectue des recherches scientifiques tandis que l'Etablissement aéronautique national est responsable du système télémanipulateur, des applications non-cartographiques de la photogrammétrie et de la stabilité dynamique des aéronefs.

Bureau de coordination de la science spatiale (BCSS)

Créé en 1976, le BCSS a pour objet de regrouper et de coordonner, dans le cadre d'un programme scientifique national harmonisé, les diverses manifestations d'intérêt à la science spatiale pouvant se révéler dans les universités, l'industrie, les organismes gouvernementaux et autres secteurs. Il a pour mission d'identifier ces intérêts, de favoriser leur coordination et, surtout, de formuler un programme intégré de travaux scientifiques spatiaux canadiens, en commençant par déterminer et définir les composantes de ce programme. A cette fin, un certain nombre de groupes de travail identifient les manifestations d'intérêt et recommandent éventuellement la participation à des programmes nationaux et internationaux protant sur divers domaines: aéronomie et physique spatiale, astronomie, biologie, lasers, plates-formes spatiales de grande taille, systèmes d'alimentation des satellites en énergie solaire, dynamique atmosphérique et sciences physiques. Le Canada possède déjà une expérience considérable en matière de recherches et de réalisations scientifiques et techniques spatiales. La mission du BCSS, identifier et organiser la mise en oeuvre de divers programmes, a pour objet de nous assurer que le Canada conserve et améliore sa compétence en matière de recherches spatiales; de fournir une partie importante des connaissances toutes nouvelles qu'exigent des prises de décisions scientifiquement fondées en matière d'utilisation de l'espace; de fournir un moyen de formation des jeunes chercheurs et ingénieurs dans des domaines qui vont devenir de plus en plus essentiels; enfin, d'offrir

à l'industrie canadienne une vaste gamme de possibilités d'innovations industrielles intéressantes dans les domaines de pointe de la technologie spatiale.

Le BCSS a poursuivi en 1978 la détermination des travaux scientifiques exigeant un recours aux ballons et a également identifié trois champs de recherches potentiellement intéressants: une étude de la morphologie et des mécanismes des aurores intermittentes (lancement possible en janvier-février 1980); une étude plus poussée de la fissure magnétosphérique à partir de Cape Parry, probablement en décembre 1979; des essais comparatifs différentes techniques de mesure du champ électrique. Le Bureau a également créé en 1978 le Groupe d'évaluation et de planification des recherches spatiales chargé de la mise au point d'un programme global de recherches et d'expériences particulières, tout en assurant la fonction évaluation dévolue à l'ancienne Commission d'évaluation scientifique.

A la suggestion du Groupe de travail sur l'astronomie spatiale du BCSS, ce dernier a accordé à l'Université de Colombie-Britannique deux contrats de recherches qui ont abouti à la rédaction de deux rapports: "Un télescope spatial canadien" et "La sensibilisation aux ultra-violets des détecteurs à semi-conducteurs". Le premier pourrait conduire d'ici peu à la mise au point d'un dispositif à couplage de charge de 2,000 x 2,000 éléments. L'approfondissement des études relatives à ce télescope spatial nécessite la mise sur pied d'un petit comité technique, opération actuellement en cours. Le second rapport a conduit à l'octroi d'un autre contrat de recherches à l'Université York qui devra étudier différents matériaux spécifiques propres à améliorer la sensibilisation des détecteurs aux ultra-violets. Toujours à titre contractuel, l'Université de Colombie-Britannique étudie pour le BCSS les possibilités de façonner et d'argenter un miroir membraneux spatial.

L'Institut Herzberg d'astrophysique du CNRC participe à l'expérience internationale "Feuerrad" (Roue de feu) conduite par l'Institut Max Planck à Garching, en Allemagne fédérale. Cette expérience fait partie des recherches permanentes qui y sont poursuivies pour déterminer les propriétés de la magnétosphère lointaine au moyen de techniques

actives. La participation canadienne à ce programme est particulièrement satisfaisante puisque nous devrions en retirer de nouvelles perspectives sur les phénomènes physiques intervenant dans l'espace lointain où prennent naissance les orages magnétiques secondaires. L'expérience démarrera avec le lancement d'une fusée Ariane au début de 1980 et aura pour but l'étude de l'interaction entre des nuages ioniques artificiels de plasma de baryum et les champs électriques ambiants, les champs magnétiques ainsi que le plasma dans la région de la couche plasmatique interne aux environs de minuit.

Désireux de maintenir à son plus haut niveau l'intérêt en faveur des activités scientifiques intéressant la biologie, les lasers, les sciences physiques, l'énergie solaire et autres domaines de recherches scientifiques s'effectuant à partir de véhicules-navettes, le BCSS a enfin patronné toute une série d'études et suscité la rédaction de rapports en la matière.

Le CNRC avait proposé le démarrage en 1978 de la mission POLAIRE que les restrictions budgétaires ont obligé à abandonner. Convaincu de la nécessité de poursuivre ces études, le BCSS a défini une ébauche de programme, actuellement à l'étude, portant sur l'aéronomie et la physique spatiale. Le Bureau y propose que le Canada oriente au maximum ses activités dans ce domaine vers la participation à des programmes internationaux tels ceux de la NASA. Sur le plan scientifique, cette participation nous permettrait d'améliorer notre connaissance des interactions physiques entre la magnétosphère, l'ionosphère et l'atmosphère, en particulier aux latitudes élevées. Sur le plan pratique, cette contribution favoriserait le développement d'une industrie canadienne des installations et instruments spéciaux correspondant à des missions précises qu'entreprendrait le Canada. Ce mode de participation à des activités internationales nous permettrait d'en bénéficier au maximum sur le plan scientifique, tout en nous fournissant des possibilités d'innovations industrielles. Le Bureau va sous peu solliciter un accord de principe quant à l'augmentation du financement nécessaire et à l'autorisation d'entamer des négociations avec la NASA sur la base de la proportionnalité du financement.

Direction des installations de recherche spatiale (DIRS)

Cette direction apporte à la science spatiale canadienne un appui logistique, essentiellement sous la forme de lancements de fusées et de lâchers de ballons dont elle assure la planification et l'exécution. Elle étudie les possibilités de lancements à partir de n'importe où et n'importe quand afin de répondre aux besoins du mode scientifique. Compte tenu de son calendrier d'opérations, elle fournit également ces services à prix coûtant aux organismes non canadiens. Les programmes fusées et ballons du DIRS sont soumis à l'approbation du Groupe canadien d'étude des fusées-sondes (GCEFS), sur recommandation de son comité d'évaluation scientifique.

*Division du Génie*

Cette division de la DIRS alimente les programmes de lancements de fusées en moteurs spéciaux et supervise la conception et la fabrication des charges utiles instrumentales produites pour les fusées par l'industrie canadienne. En accord avec la division Opérations de la DIRS et avec l'aide de spécialistes de l'industrie, la division Génie organise le lancement et la poursuite des fusées-sondes, l'obtention et l'enregistrement des données télémétrées, la récupération des charges utiles des fusées et ballons et la conversion des données scientifiques sous des formes qui en permettent l'analyse. La division Génie fournit en outre un appui au programme de ballons, y compris l'évaluation et la fourniture initiale du matériel électronique.

La DIRS a lancé sept fusées en 1978, dont trois Black Brant VII et une Nike-Black VB pour l'Université de Calgary, celles de Colombie-Britannique, de la Saskatchewan et de Toronto et l'Institut Herzberg d'astrophysique du CNRC, le tout à partir du pas de tir de recherches de Churchill.

Le programme 1979 prévoit six lancements de fusées-sondes et d'une charge utile secondaire satellisée. L'on procède actuellement à la mise au point d'une charge utile pour une fusée Black Brant VA qui sera lancée durant l'éclipse solaire de février 1979 à partir d'un pas de tir temporaire

installé à Red Lake, dans l'Ontario. Cette fusée emportant la charge utile complexe correspondant aux besoins de l'Université York, de l'Université de la Saskatchewan et de l'Institut Herzberg, sera équipée d'un système de guidage SAAB S-19 qui permettra d'améliorer sa trajectoire de pénétration dans la zone d'ombre, d'un système de contrôle d'altitude pour son pointage vers la couronne solaire et d'un système de transmission des données-images captées à l'intention du spectromètre U.V. de l'Université York. La DIRS met également au point une charge utile secondaire pour le satellite "Roue de feu" de l'Institut Max Planck d'Allemagne fédérale.

### *Division des Opérations*

Cette division de la DIRS est responsable de la maintenance et du fonctionnement des installations du CNRC permettant le lancement des fusées-sondes et les lâchers de ballons destinés à des missions en haute altitude. Ces installations comprennent:

- Le pas de tir de recherches de Churchill qui constitue la principale base d'opération des programmes de lancement de fusées du CNRC;
- Les pas de tir de lancement de fusées d'exploration situés à Cape Parry, et Resolute Bay dans les T. du N.-O., ainsi qu'à Red Lake, dans l'Ontario;
- Une installation mobile de lâchers de ballons, actuellement à Saskatoon, dans la Saskatchewan.

Sept fusées canadiennes et cinq américaines ont été lancées en 1978 à partir de Churchill. Toujours à Churchill, on a lancé 192 fusées météorologiques et 11 fusées-sondes dans la couche d'ozone, dans le cadre du programme permanent du "2nd Weather Squadron" de l'armée de l'air des Etats-Unis pour les premières et du "Wallops Flight Center" de la NASA pour les secondes. Cinq ballons scientifiques ont été lâchés au cours de cette même période, l'un de Cold Lake, dans l'Alberta, et quatre de Yorkton, dans la Saskatchewan, dont deux pour des chercheurs américains et trois pour des chercheurs canadiens.

La DIRS a terminé en 1978 les plans de transformation de la base de lancement de Churchill en un pas de tir pour les fusées d'exploration, ainsi que ceux permettant l'installation à Gimli, au Manitoba, d'une base-appui de lancement de fusées et de lâchers de ballons. Ces plans seront devenus réalité à compter du 1<sup>er</sup> avril 1979, à partir de quoi tous les lancements de fusées et certains lâchages de ballons auront lieu à des fins d'exploration. La base de Gimli permettra des lâchers locaux de ballons et la quasi-totalité de ceux opérés dans le cadre du programme canadien y seront effectués.

Depuis février 1978, le pas de tir de recherches de Churchill a fourni un appui technique et des services de "conciergerie" à la Station terrestre japonaise du Grand Nord qui s'était installée à Churchill en septembre-octobre 1977 pour la poursuite du satellite japonais Exos-A.

Deux bases de lancements opérationnels de fusées ont été installées dans la région de Red Lake, dans le nord de l'Ontario, en vue de la mise en oeuvre du programme américano-canadien de lancement de fusées durant l'éclipse solaire du 26 février 1979.

#### Etablissement aeronautique national (EAN)

##### *Le système télémanipulateur (STM)*

Conformément aux projets d'expansion des activités spatiales canadiennes décidés en 1974, l'EAN a entrepris, en collaboration avec le "Lyndon B. Johnson Manned Space Flight Centre" de la NASA, un programme visant à la conception, la mise au point et la construction pour la NASA de la première unité de vol du système télémanipulateur destiné à la navette spatiale. En outre, l'EAN a été chargé de la conception et de la construction d'une installation de simulation d'emploi du STM appelée SIMFAC. Le STM est un bras de manutention qui sera utilisé pour mettre en place et déployer les charges utiles, satellites et autres dispositifs spatiaux transportés dans la soute de la navette spatiale ou, au contraire, pour récupérer des charges utiles.

La conception, la mise au point et la construction du STM et du SIMFAC ont été confiées à un

groupe d'entreprises canadiennes. La SPAR Aerospace Limited de Toronto, dans l'Ontario, a été retenue comme maître d'oeuvre et a la responsabilité de diriger l'ensemble du programme de sous-traitance qui englobe essentiellement la CAE Electronics Limited et la SPAR Technology Limited-- toutes deux de Montréal, au Québec--et la Dilworth, Secord, Meagner, and Associates Limited (DSMA) de Toronto. (Voir également "Soutien à l'industrie", p.

Ce programme en est maintenant à sa phase D, celle de la construction, du testage et de la vérification du matériel de vol. Le fonctionnement en deux dimensions du modèle opérationnel a fait l'objet d'une démonstration au sol dans le SIMFAC, en décembre 1978. La première unité de vol doit être livrée à la NASA en fin 1979 et faire partie d'un vol d'essai de la navette spatiale prévu pour le début de 1980.

Etant donné la gravité terrestre, le STM n'a pu faire l'objet que de vérifications en deux dimensions et son fonctionnement en trois dimensions et en apesanteur a été vérifié dans le SIMFAC, par simulation, grâce à l'emploi de modèles mathématiques. Cette même installation permet également de familiariser les astronautes avec l'emploi du STM et, dans l'avenir, servira à la mise au point des techniques de télémanipulation pouvant être utilisées dans un environnement sous-marin ou dans d'autres milieux hasardeux.

#### *Stabilité dynamique des aéronefs*

Objet d'une collaboration entre l'Etablissement aéronautique national et le "Goddard Space Flight Centre" de la NASA, ce programme s'adresse à la fois aux aéronefs de pointe et à la navette spatiale.

Il a pour objet de déterminer certains paramètres de stabilité dynamique pouvant être d'une très grande importance pour les vols à angle aigu caractéristiques des appareils de combat modernes aussi bien que de la navette spatiale. Le but de ce programme est de mettre au point des techniques expérimentales, de construire le matériel et les systèmes d'instrumentation associés et d'en faire l'essai dans les souffleries de l'EAN et de la NASA.

*La grande soufflerie pour l'aérodynamique  
des hautes vitesses*

Située à Ottawa, en Ontario, cette installation dépend de l'Établissement aéronautique national (EAN) du Conseil national des recherches.

Cette soufflerie, qui fonctionne depuis 1963, est du type à retour, avec une veine d'expérience de 1.5 m<sup>2</sup>; elle est conçue pour supporter une pression interne de dix-sept atmosphères.

Cette soufflerie possède une caractéristique unique: elle est dotée d'un équipement expérimental bidimensionnel de 38 cm x 152 cm à nombre de Reynolds élevé (le dispositif 2-D EAN) qui, depuis 1969, sert à l'étude du comportement des voilures soumises à des phénomènes transsoniques avec des valeurs du nombre de Reynolds voisines des valeurs maximales. Cette installation a également été utilisée pour l'étude de modèles de voilures supercritiques et du comportement des voilures à portance augmentée par jet.

Les installations de la soufflerie sont utilisées d'une façon intensive par l'industrie aérospatiale canadienne, par les chercheurs de l'EAN, par plusieurs ministères et organismes officiels, par la NASA et par divers autres organismes étrangers.

*Applications non cartographiques et  
photogrammétrie*

Communes en cartographie aérienne et en arpentage, les techniques de photogrammétrie ont des applications non cartographiques. L'EAN a mis au point des techniques de photogrammétrie pratique dynamique accouplant la télévision en circuit fermé au traitement analytique informatisé des données afin de mesurer en temps réel les phénomènes dynamiques. Les applications de ces techniques maintenant envisagées sont nombreuses, y compris pour le système télémanipulateur, car, pour celui-ci elles faciliteraient la saisie, la manipulation et la mise en place des objets dans l'espace.

L'Institut Herzberg d'astrophysique

Cet organisme se consacre à diverses activités spatiales ou paraspatiales, qui vont des

travaux de laboratoire destinés à déterminer les caractéristiques des molécules probablement présentes dans l'espace, jusqu'aux observations astronomiques à l'aide de télescopes optiques et de radiotélescopes au sol, en passant par des études de l'environnement spatial proche de la terre au moyen de fusées et de satellites.

En 1978, l'Institut a effectué des travaux dans les domaines suivants: spectres auroraux et photométrie; étude des aurores rayonnantes diffuses et de l'axe auroral éclairé par le soleil; mesures, par fusées, des plasmas auroraux; photométrie par fusées de la lumière nocturne; pulsations Pc5; mise en oeuvre d'un appareil de prises de vues ultra-grand-angulaire à focale de 35 mm, pour la chasse aux météores; comparaison des caractéristiques physiques des particules collectées par des instruments embarqués à bord de ballons et les collecteurs lancés par fusées; études des infra-sons émanant des météores; observation et récupération des météorites; recherches sur les météores; études magnétosphériques; études des rayons cosmiques. La division Astronomie de l'Institut a également utilisé le satellite Hermès pour étudier les possibilités d'interférométrie étendue par satellite. Elle a également effectué des mesures quotidiennes de routine de l'intensité des flux radioélectriques solaires et a continué à utiliser le télescope de surveillance solaire de l'observatoire de l'Outaouais.

Ces activités canadiennes ont permis de rassembler des données nombreuses et précieuses pour le Programme international d'étude de la magnétosphère (PIEM). Les plus importantes de ces activités ont été l'établissement de cheminements magnétométriques et l'enregistrement permanent des données émanant des satellites ISIS. Le financement croissant de la participation des universités à ces travaux leur a permis d'entreprendre d'importants programmes de recherches. Les principales activités du PIEM devraient arriver à leur terme vers la fin de 1979, et son coordonnateur canadien, M. B.W. Currie, a été chargé de la réalisation d'une plaquette réunissant les données recueillies à ce jour.

## MINISTÈRE DES COMMUNICATIONS (MDC)

### HERMES

Le satellite Hermès est le fruit d'une collaboration entre le ministère des Communications et la NASA, avec la participation de l'Agence spatiale européenne (ASE). Le Canada a conçu et construit l'engin spatial; les États-Unis ont fourni certains composants spécialisés, assuré les essais avant lancement, puis lancé le satellite; l'ASE a fourni certains composants. Hermès, qui avait été placé en janvier 1976 sur une orbite géostationnaire à 36,000 km d'altitude au-dessus de l'Équateur par 116° de longitude ouest pour une durée de deux ans, fonctionne toujours avec succès.

Un certain nombre de défaillances des sous-systèmes du satellite se sont produites depuis son lancement, mais aucune n'a empêché la poursuite du programme expérimental prévu. Hermès s'est révélé si satisfaisant qu'il va être utilisé pour la quatrième année de suite, ce qui dépasse de loin la durée prévue de sa vie utile.

### *Programme expérimental*

Les principales expériences, qui ont vu la participation des universités, des hôpitaux, de ministères fédéraux et provinciaux, d'organismes autochtones et de l'industrie, ont porté sur la télémédecine, le télé-enseignement, la technologie de pointe, les relations intercommunautaires, la télévision et les services gouvernementaux.

En télémédecine, Hermès a été utilisé en 1978 pour assurer une liaison téléphonique entre l'hôpital de Moose Factory et une infirmerie située à Kashechewan à la Baie James. Egalement, Hermès a facilité la diffusion dans quatre collectivités du Québec d'une série de cours télévisés en sciences infirmières mise sur pied par l'Université de Montréal. Grâce à des liaisons de retour audio, les infirmières pouvaient poser des questions et participer à des discussions.

Sur le plan des relations intercommunautaires, Hermès a permis de réaliser nombre de téléconférences vidéo entre les collectivités francophones de Zenon Park, dans la Saskatchewan, et de Baie Saint-Paul, dans le Québec. Normalement, les francophones isolés dans cette province essentiellement anglophone n'ont que fort peu d'occasions de contact avec les Québécois. Le système des téléconférences vidéo a permis aux habitants de ces deux collectivités locales d'échanger familièrement des renseignements sur leur travail, leurs systèmes et moyens d'éducation et leurs activités de loisirs. Hermès a en outre permis de relier entre elles quatre stations radio autochtones du nord-ouest de l'Ontario et quatre stations radio Inuit de l'Ungava, qui, ensuite, ont été reliées à quatre autres villages Inuit par le truchement d'Anik A. Cette interconnexion a permis à chacune des stations radio de contribuer à la programmation du réseau et à améliorer les échanges de renseignements entre collectivités isolées.

En ce qui a trait aux services administratifs, le gouvernement de l'Ontario a procédé à toute une série d'essais de téléconférences vidéo entre Toronto et Thunder Bay, le Conseil national de recherches mettant de son côté à l'essai l'utilisation des téléconférences pour la gestion de ses programmes.

Dans le domaine technologique, le Centre de recherches sur les communications (CRC) a poursuivi ses essais d'évaluation de terminaux et la compilation de renseignements statistiques sur les effets de propagation. En collaboration avec l'observatoire de Green Bank, en Virginie-occidentale, et l'observatoire d'Owen's Valley, en Californie, l'Université de Toronto a poursuivi ses essais sur l'interférométrie radioélectrique afin de pouvoir mesurer avec une grande précision les radio-sources cosmiques. En collaboration avec le "National Bureau of Standards", le Conseil national de recherches a effectué des mesures comparatives de la stabilité des étalons des fréquences de précision.

En mai 1978, Hermès a servi à une démonstration de signaux télévisuels directement à de petits terminaux équipés d'antennes de 60 cm, 90 cm et 1 m 20, lors d'un symposium international sur la télécommunication par satellite qui s'est tenu à Lima, au Pérou. Les terminaux recevaient les signaux télé en moins d'une demi-journée et, au cours d'une démonstration, la réinstallation de l'un d'entre eux dans le jardin d'une maison a pris 20 minutes.

Ce succès a abouti à la décision d'effectuer dans l'est du Canada en 1979 un essai évaluatif continu de six mois de transmission d'émissions de télévision à de petits terminaux servant à la réception seulement et peu coûteux, les TVRO, et à envisager, à l'échelle internationale, des démonstrations au bénéfice des pays ayant l'intention d'utiliser des systèmes satellisés fonctionnant en 12 GHz.

#### Le programme de telecommunication via ANIK-B

En 1977, le MDC a paraphé un accord de service avec Télésat portant sur la location pour deux ans (pouvant être reconduit par la suite pour une durée de trois ans) d'un segment en 14/12 GHz d'ANIK-B. Cette entente donne au ministère la possibilité d'effectuer, de concert avec d'autres organismes canadiens, de nouvelles recherches permettant de pousser plus avant certaines des expériences les plus prometteuses auxquelles Hermès avait donné lieu.

Comme chacun le sait, ANIK-B avait été lancé avec succès en décembre 1978. Le programme de recherches en télécommunications du MDC devrait débiter en février 1979, alors que les projets-pilotes seront vraisemblablement mis en train en avril.

Le MDC a invité les intéressés à lui soumettre des projets afin que puissent être mis à l'essai, dans des conditions de fonctionnement normales, les nouveaux services satellisés. Les expériences vont se poursuivre pendant une période pouvant atteindre un an, afin que les organismes-usagers puissent déterminer les modes d'utilisation les plus efficaces des satellites, en évaluer les avantages et connaître les limites eu égard à leurs activités respectives. Le MDC a accepté dix-sept propositions intéressant la télé-médecine, la diffusion d'émissions de télévision, le télé-enseignement, les télécommunications publiques et des expériences dans les techniques de pointe. La mise au point de ces projets est faite en commun par les organismes fédéraux et provinciaux intéressés de même que par les entreprises de télécommunications.

#### Utilisation expérimentale du satellite Symphonie

Le programme expérimental utilisant le satellite franco-allemand Symphonie s'est poursuivi en 1978, en accord entre le Canada et les deux propriétaires du satellite. Il a comporté en particulier une série de téléconférences vidéo de deux semaines permettant des dialogues entre des groupes de spécialistes français et québécois. Une expérience poussée a permis la comparaison de l'horloge officielle du CNRC, d'Ottawa, avec celle du B.I.H. à Paris. La société Téléglobe, lors de ces expériences, met à la disposition des utilisateurs privés les installations au sol nécessaires, le MDC étant chargé de l'approbation des expériences et de la fourniture des installations destinées aux expériences gouvernementales.

#### SARSAT

Le programme expérimental de recherche et de sauvetage à l'aide de satellites (SARSAT) est une entreprise conjointe du Canada, de la France

et des Etats-Unis. Il a pour but d'évaluer la possibilité de recourir à des satellites pour le repérage et la localisation des radiophares d'urgence actuels fonctionnant en 121.5 MHz et en 243 MHz, ainsi que des radiophares expérimentaux en 406.1 MHz.

En 1978, les entretiens visant à l'établissement d'un protocole d'entente dans ce domaine se sont poursuivis entre le Canada, la France et les Etats-Unis. Les participants canadiens - MDN, MDC, MPE, MEST - étaient représentés par le MDC. En outre, les participants au programme SARSAT se sont réunis avec des représentants du ministère de la Marine marchande de l'URSS afin de discuter des possibilités d'assurer une compatibilité opérationnelle entre le système SARSAT et un système russe similaire. L'URSS ayant fourni en fin d'année les caractéristiques opérationnelles de son système, leur étude se poursuit. Le Japon et la Norvège ont pour leur part fait savoir leur intention de collaborer au programme SARSAT.

Au Canada, la coordination de ce projet commun est assurée par une commission interministériel au sein de laquelle le ministère de la Défense nationale occupe une place prépondérante et à laquelle participent le ministère des Pêches, des Communications, des Transports, des Approvisionnements et Services, et enfin, de l'Industrie et du Commerce. Un organisme directeur du programme SARSAT a été créé et exerce d'ores et déjà ses fonctions. Il a obtenu une approbation provisoire de financement du Conseil du Trésor et terminé les démarches administratives qui vont lui permettre de bénéficier de la totalité de ce financement. Sur le plan technique, le Canada est chargé de la mise au point d'une station au sol ainsi que de la mise au point et de la fourniture de trois répéteurs qui seront embarqués à bord des satellites NOAA-E, F et G. Le lancement du premier de ces satellites devrait avoir lieu vers la mi-82 et être suivi de 15 mois d'essais et d'évaluations. Au cours de cette phase, les utilisateurs canadiens du système de recherche et de sauvetage (Défense nationale et Garde côtière) obtiendront toutes les données qui leur permettront de déterminer les avantages potentiels de SARSAT pour leurs opérations.

Accord avec l'Agence Spatiale Européenne (ASE)

Le Canada a conclu en 1978 avec l'ASE un accord de collaboration qui a été paraphé en décembre 1978 et entre en vigueur en janvier 1979. Aux termes de cet accord, le Canada participera aux études générales de l'Agence, et cela dans le but suivant: améliorer les perspectives de réalisations spatiales ouvertes en Europe à l'industrie canadienne; repérer, en Europe, des partenaires partageant nos intérêts en matière de télécommunication, de télédétection et autres activités spatiales et, enfin, conclure des accords de collaboration pour des programmes présentant, dans ces domaines, des avantages réciproques pour le Canada et l'ASE.

MUSAT, un système de satellites polyvalents

En cours d'étude au Canada, le système MUSAT devrait utiliser un nouveau type de satellites géostationnaires UHF permettant de satisfaire aux besoins civils et militaires de télécommunication par satellites mobiles (ainsi que par d'autres moyens spécialisés de télécommunication), en particulier dans le Grand Nord, les régions isolées et les eaux côtières. Le rôle fondamental de MUSAT sera de fournir un moyen audio bilatéral de communication et de transmission des données à faible densité aux bateaux, aéronefs et stations terriennes légères et mobiles au cours d'opérations sur le terrain.

Les satellites MUSAT différeront des ANIK sur de nombreux plans. Ils utiliseront essentiellement des fréquences de la bande des 200-400 MHz, alors que les ANIK fonctionnent dans celle des 4/6 et 12/14 GHz; ils fourniront des services en bandes étroites à faible capacité à des stations mobiles compactes, alors que les ANIK fournissent à des stations fixes des services en larges bandes à haute capacité. Bien que différents, les MUSAT et les ANIK ont des fonctions complémentaires. Alors qu'en ce qui les concerne, les ANIK fournissent des services commerciaux et de radiodiffusion par satellites fixes, dans les bandes de 4/6 et 12/14 GHz, à un réseau de stations terriennes fixes, les MUSAT fourniront en UHF, par satellites mobiles, des services aux navires, aéronefs et stations terriennes mobiles ainsi que

des services en 7/8 GHz aux satellites militaires fixes. Les MUSAT procéderont également, en UHF, à la collecte de données relatives à la météorologie et à l'exploration de la terre qui seront transmises par des capteurs fixes et mobiles, surveilleront les radiophares UHF d'urgence et services maritimes mobiles par satellites dans la bande L.

Se préparant à la mise au point du système MUSAT, le ministère des Communications a fait effectuer des travaux de recherches et de développement se traduisant par le perfectionnement technologique et l'approfondissement des connaissances au Canada, afin, à la fois, de prouver la faisabilité du système MUSAT et de diminuer les risques dans des domaines techniques critiques.

Sur le plan du matériel, les études de faisabilité ont porté à la fois sur les éléments spatiaux et les éléments au sol du système. En ce qui concerne les éléments spatiaux, l'on a conçu et testé en laboratoire un transpondeur expérimental équipé d'un amplificateur de 80 watts. Cette étude de faisabilité du transpondeur portait également sur le phénomène de parasitage par modulation dans les intervalles d'impulsions (PIM) qui avait causé de sérieux ennuis aux programmes américains Marisat et FLTSATCOM. L'on a mis au point une installation de testage PIM ainsi qu'un prototype de diplexeur répondant aux exigences draconiennes PIM.

En ce qui concerne les éléments au sol, l'étude de faisabilité a comporté des essais de mise au point d'une antenne UHF à faible gain et d'un sélecteur de canaux pour les stations mobiles.

### Télégllobe

La société Télégllobe Canada possède et exploite trois stations terriennes de télécommunication par satellite; deux à Mill Village, en Nouvelle-Ecosse, et une au lac Cowichan, dans l'île de Vancouver, en Colombie-Britannique. Une quatrième, la station des Laurentides, est en construction dans la région du même nom au nord de Montréal et devrait être opérationnelle à partir du second semestre 1979.

La station Mill Village 1, construite à titre expérimental en 1965 et modifiée en 1973-74 pour répondre aux exigences du système Intelsat, est en cours d'agrandissement et de modification afin d'améliorer ses capacités opérationnelles face à la croissance de la demande de télécommunications transatlantiques qui sont acheminées par le truchement du satellite des grandes artères Intelsat IV-A. Signalons parmi les modifications celles approtées à l'antenne pour permettre un fonctionnement en polarisation double, ce qui est déjà le cas de l'antenne de Mill Village 2.

Construite en 1968 et opérationnelle depuis 1969, la station de Mill Village 2 assure les télécommunications transatlantiques par le canal du satellite principal Intelsat IV-A.

Terminée en 1972 lors de la mise en exploitation des services commerciaux, la station du Lac Cowichan assure les télécommunications transpacifiques par un satellite Intelsat IV.

Les prévisions d'accroissement de trafic ont amené les responsables d'Intelsat à prévoir la mise en service de trois satellites au-dessus de l'Atlantique et, par voie de conséquence, Téléglobe a décidé de construire la nouvelle station des Laurentides fonctionnant dans la bande des 6/4 GHz. Cette station utilisera une antenne directionnelle à guide d'ondes capable de réutiliser les fréquences par polarisation double et elle disposera d'un équipement de télécommunication entièrement situé au niveau du sol près de la salle de commande de l'antenne. Au départ, la station des Laurentides disposera de 16 chaînes réceptrices et de cinq émettrices qui devraient lui permettre de satisfaire aux besoins du trafic en matière de téléphonie, de télévision image et son et de transmission de données. Il est également prévu que les terminaux émetteurs-récepteurs par porteuses monovoie y seront installés en temps voulu pour permettre l'ouverture de la station en 1979.

En 1978, Téléglobe Canada a poursuivi son étude des caractéristiques de propagation en trajet ascendant dans la bande des 14/11 GHz, à partir de différents points du Québec et de l'Ontario. Cette étude comportera deux phases:

- la collecte et l'analyse des données expérimentales sur la propagation résultant des mesures radiométriques fournies par le système de réception anti-fading à antennes multiples fonctionnant à partir de plusieurs points du Québec et de l'Ontario;
- l'analyse des effets sur le système de télétransmission de la dégradation des signaux résultant des précipitations le long de ces trajets ascendants.

Cette étude se poursuivra en 1979-80. Les résultats obtenus serviront à déterminer si un système de réception anti-fading à antennes est nécessaire au bon fonctionnement de la station au sol que l'on se propose d'établir dans cette région.

Télélobe poursuit à Mill Village l'étude des effets des précipitations sur la propagation des ondes électromagnétiques dans la bande de 4 GHz et des 6 GHz. Cette étude permettra d'évaluer les effets de la dépolarisation pluviale sur la qualité des transmissions qui devraient, dans l'avenir, employer une technique de réutilisation des fréquences, en particulier avec les satellites Intelsat V.

Toujours en 1978, en prévision de la participation du Canada à Inmarsat et de sa propre désignation comme organisme signataire, Télélobe a fait partie de la délégation canadienne au Comité préparatoire Inmarsat et de ses commissions Economie, Techniques et Organisation.

Le Quatrième colloque international sur les télécommunications numériques par satellite a réuni à Montréal, du 23 au 25 octobre 1978, 434 participants de 26 pays sous les auspices d'Intelsat, de Télélobe Canada, de la Société canadienne du génie électrique et de la Division canadienne de l'IEEE. Ce colloque a fait suite à ceux qui s'étaient tenus à Londres en 1969, à Paris en 1972 et à Kyôto en 1975. Sur le plan technique, le programme comportait 51 communications présentées par 11 pays, ainsi que des expositions et des démonstrations émanant d'organismes industriels et professionnels des Etats-Unis, du Canada et d'Europe.

Le Centre de recherches sur les communications (CRC)

Le gouvernement canadien s'intéresse de près à la mise au point des télécommunications satellisées du fait du caractère international d'un grand nombre de ces activités, de la nécessité d'exploiter au mieux, dans l'intérêt du public, les ressources spectrales et orbitales limitées et, enfin, parce que les coûts et les risques encourus dépassent les possibilités générales des organismes commerciaux.

Le programme maison du ministère des Communications s'ordonne autour de son Centre de recherches. La recherche industrielle effectuée au CRC en matière spatiale s'oriente essentiellement dans trois voies: l'électronique spatiale, la mécanique spatiale et les systèmes spatiaux. En plus d'assurer la direction des programmes spatiaux importants du MDC, les spécialistes du CRC appartenant aux différentes disciplines se perfectionnent sans cesse afin d'être toujours à même de fournir des conseils, de suivre les progrès qui surviennent partout dans le monde en matière de télécommunication par satellite et des techniques qui s'y rattachent, d'effectuer les études permettant la planification et la mise en oeuvre de politiques spatiales et, enfin, d'assurer la gestion des contrats passés avec l'industrie et les universités.

C'est par l'intermédiaire du CRC que le ministère des Communications fournit aux autres ministères et organismes l'appui dont ils ont besoin pour leurs programmes d'applications spatiales. Parmi ces applications figurent les télécommunications militaires par satellite, la navigation aérienne et maritime, les opérations de recherche et de sauvetage, la télédétection, la surveillance aérienne, les prévisions météo et la mise au point du système télé-manipulateur de la navette spatiale.

*Electronique spatiale*

L'année 1978 a vu le démarrage d'études maison et industrielle sur la mise au point de nouveaux composants avancés destinés aux transpondeurs des engins spatiaux. Le MDC a financé la Spar Aerospace Limited pour la réalisation industrielle d'amplificateurs de remplacement à TOP (tube à

ondes progressives) et à semi-conducteurs fonctionnant en 4 et 12 GHz. Le travail maison s'est concentré sur les amplificateurs en 12 GHz et sur l'évaluation des TEC (transistors à effet de champ) à l'arséniure de gallium (GaAs) actuellement disponibles. Ces amplificateurs offrent l'avantage d'un faible poids et d'une diminution des problèmes thermiques pour les applications spatiales.

Concurremment à ces travaux maison, le MDC a financé la Spar pour la mise au point industrielle d'un récepteur frontal exclusivement à transistors à effet de champ (TEC) passivement refroidi ( $-100^{\circ}$  C) et destiné aux transpondeurs d'engins spatiaux. Ce refroidissement permet de réduire d'environ  $0.1 \text{ dB}/10^{\circ}$  C le bruit à la réception et, étant passif, présente l'avantage de ne pas nécessiter d'énergie. Ce système est en outre meilleur marché et plus léger que le système de refroidissement Pelletier ou que l'emploi d'amplificateurs paramétriques non refroidis.

Ce concept a été par la suite inclus dans le cahier des charges d'un nouveau contrat de même type accordé par le ministère à la Spar pour la production d'un prototype de transpondeur destiné à la radiotélédiffusion directe par satellite. Ce prototype fait appel à de nouvelles techniques, comme l'emploi d'un oscillateur local à circuit intégré micro-ondes, une construction modulaire et des composants de rechange (p. ex., un mélangeur à faible bruit) pour l'utilisation d'un coupleur ascendant en 19 GHz.

Toujours sous contrat avec le MDC, la COM DEV Ltd. a mis au point un combineur à grande puissance destiné aux terminaux terriens du système ANIK C, en même temps que commençait une étude maison sur les antennes lenticulaires de poids léger pour engins spatiaux, qui ont des propriétés supérieures pour ce qui est de la polarisation croisée.

La réfaillance soudaine, en juin 1973, d'un satellite de télécommunication américain avait suscité, pour la première fois, une prise de conscience des risques associés à la charge électrostatique s'accumulant sur les surfaces externes de satellites géostationnaires. Depuis lors, de nombreuses anomalies du fonctionnement des engins spatiaux ont été attribuées à ce même phénomène. Télésat est préoccupée par ce problème eu égard à ses satellites ANIK, et l'on pense que l'une des anomalies du comportement d'Hermès a eu pour cause cette accumulation électrostatique.

Le CRC a donc entamé en 1976 un programme portant sur ce phénomène, afin de mieux comprendre le processus physique en cause, de définir un ensemble de normes techniques assurant une protection contre les interférences électromagnétiques et de mettre à l'essai à la fois les sous-systèmes et l'engin spatial intégré. En 1978, le CRC a terminé la construction et l'équipement d'une chambre de simulation expérimentale et a commencé à l'utiliser pour des essais sur la caractérisation des matériaux diélectriques des engins spatiaux. Cette installation permettra des mesures de l'énergie RF et du spectre des fréquences associées aux décharges sur les matériaux diélectriques.

L'industrie a mis au point un code informatique permettant de produire des modèles théoriques des interactions entre l'environnement spatial et les matériaux diélectriques des engins spatiaux, en particulier en ce qui concerne les modes de pénétration des électrons. Les études en cours indiquent une étroite corrélation entre la théorie et la réalité. L'Université de la Saskatchewan continue à exécuter, sous contrat, un programme de surveillance d'un certain nombre de paramètres magnétosphériques dont on pense qu'ils contribuent à ce chargement électrostatique des surfaces des satellites géostationnaires.

La Direction de l'électronique spatiale du CRC s'est occupée durant l'année de déterminer la faisabilité technique de systèmes transpondeurs-antennes pour le satellite MUSAT. Elle a terminé la construction d'un amplificateur de 80 W qui subit actuellement des essais de durabilité. Elle a également effectué, elle-même, et en collaboration avec l'Université Carleton, une étude approfondie des causes des problèmes d'intermodulation passive associés aux systèmes de grande puissance à ondes porteuses multiples envisagés pour MUSAT. Cette étude a permis l'établissement de toute une série de critères pour la construction des composantes des systèmes en question. Le travail se poursuit en ce domaine.

La Miller Communications Systems Ltd., a terminé ce travail concernant un contrat qui lui avait attribué le MDC d'un élément de voie pour un terminal terrien MUSAT.

Le ministère a terminé la mise au point dans ses propres laboratoires de petits terminaux peu coûteux pouvant recevoir des émissions de télévision en direct dans les 12 GHz à partir de satellites comme Hermès. Ces terminaux de réception par porteuses monovoie sont transformables en récepteurs multicanaux et syntonisables sur toute la largeur de bande d'Hermès. Le MDC a passé avec la Electrohome Ltd. et la SED Systems Ltd. des contrats pour la mise au point des composants voulus et pour la production de 100 de ces terminaux. Ces derniers seront utilisés pour la réception en direct à partir des satellites Hermès et ANIK B en 1979. Le ministère a conclu avec la Spar un autre contrat pour la conception et la fabrication d'un prototype d'un terminal similaire en 12 GHz destiné aux têtes de ligne des systèmes de télévision à antenne collective. Le MDC poursuit l'étude de la rentabilité financière et technique des améliorations représentées par ce type de terminal.

Dans le domaine de la télécommunication numérique, l'on a commencé à travailler sur une nouvelle génération de radiobalises de secours et de radiophares de positionnement d'urgence fonctionnant dans les 406 MHz et destinés au programme de recherche et de sauvetage à l'aide de satellites (SARSAT). Un montage expérimental de laboratoire a été réalisé en vue des essais du système transpondeur du satellite. Par ailleurs, nombre de montages portatifs sont en voie de construction; ils serviront lors des essais sur le terrain après le lancement de SARSAT. L'on a également effectué des recherches et des mises au point de composants et de dispositifs avancés (p. ex., filtres OAS, logique I<sup>2</sup>L et sources de fréquences stables) utilisables pour les satellites et les terminaux terriens. Certaines de ces techniques doivent faire l'objet d'un transfert à l'industrie canadienne, lui permettant ainsi d'être mieux à même de fournir des composants électroniques de base destinés aux systèmes de télécommunication satellisés.

### *Mécanique spatiale*

La Direction de la mécanique spatiale s'occupe de la conception thermique et mécanique ainsi que de la propulsion des engins spatiaux, de même que de la détermination, de la prévision et du contrôle de leur maintien sur orbite et en attitude.

En 1978, la Direction a confié sous contrat à la Spar la mise au point d'une structure de panneaux solaires à haute énergie et de faible poids permettant de satisfaire aux besoins énergétiques des futurs satellites (3 à 10 kW). Ce dispositif a fait l'objet d'essais expérimentaux et, l'année prochaine, devrait voir la fabrication et les essais de qualification de cette structure.

L'industrie a été chargée de la mise au point d'un système intégré d'analyse et de maintien d'attitude destiné à satisfaire aux exigences très élevées de pointage et de maintien en position des satellites avancés de télécommunication à faisceaux étroits. Ces travaux de mise au point bénéficient de la présence, au CRC, d'une installation de simulation comportant un ordinateur hybride (regroupant un AD-5 analogique et un PDP 11-45 numérique). Cette installation sera complétée l'an prochain par la mise en place d'un simulateur de testage inertiel qui facilitera les essais de ces systèmes.

Le CRC a également procédé à la mise au point de programmes informatisés permettant de déterminer et de prévoir les orbites des satellites ainsi que leur position et leur attitude. Ces programmes répondront aux besoins des futurs programmes spatiaux du Canada. Son savoir-faire en la matière étant publiquement reconnu, le CRC a récemment été sollicité pour fournir une aide technique à un groupe de travail sur les satellites nucléaires subordonné au Comité des utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique des Nations Unies.

### *Systemes spatiaux*

Cette direction s'occupe de la conception de systèmes de télécommunication, de leurs principaux sous-systèmes et de l'expérimentation de leur bien-fondé. En 1978, elle a poursuivi ses études à l'appui des recherches industrielles et des mises au point intéressant les techniques de traitement des communications dans les systèmes de télécommunication utilisant des satellites mobiles et de petits terminaux. Les techniques étudiées dans ce cadre sont applicables à plusieurs systèmes: dont ANIK, MUSAT et les satellites militaires. Ces mêmes études sont également susceptibles d'applications non satellisées, par exemple, aux systèmes de télécommunication mobiles.

Pour les systèmes mobiles à bord d'avions et de bateaux, ainsi que pour les stations transportables, il n'est pas possible d'utiliser les grandes antennes orientables à gain élevé des stations terriennes classiques. Le programme actuellement en cours a pour but de rassembler les bases permettant d'élaborer des systèmes pour d'autres programmes comme MUSAT, les systèmes maritimes mobiles et les systèmes de navigation du type NAVSTAR. L'on explore à cette fin les possibilités d'utilisation des basses fréquences et des techniques de modulation demeurant opérationnelles avec des rapports signal/bruit très faibles.

Le CRC a en outre effectué, pour le compte de la Défense nationale, des études relatives au système global de maintien en position des satellites actuellement mis en oeuvre par l'armée de l'air américaine, le NAVSTAR/GPS. Les ministères de la Défense des Etats-Unis et du Canada ont signé à cet effet un protocole d'entente. Le CRC procède à l'évaluation du rendement du GPS à haute altitude et fait effectuer, à titre contractuel, des études relatives aux terminaux destinés aux utilisateurs.

L'année 1978 a vu la conclusion d'un accord avec les Télécommunications CNCP qui, avec le MDC, commandite un projet-pilote ANIK B destiné à faire la démonstration de la valeur d'un système canadien de télécommunication satellisé à accès multiple par répartition dans le temps (AMRT) pour les circuits à faible trafic. Cette étude fournira des renseignements opérationnels sur cette nouvelle technique dans le but de partager de la manière la plus efficace et la plus souple possible les capacités de télécommunication par satellite entre un bon nombre de stations terriennes à faible capacité. La mise au point du matériel va commencer au printemps 1979 et les essais du système devraient avoir lieu au cours de l'hiver 1980/81.

*Le laboratoire David Florida (LDF)*

Ce laboratoire sert au MDC de centre national pour les essais environnementaux ainsi que pour l'intégration des satellites et du matériel spatial. Il a été décidé en 1978 d'en agrandir les installations afin de permettre

l'assemblage complet et le testage des gros satellites de télécommunication qu'emportera la navette spatiale. La surface des bâtiments va être augmentée de 1,700 m<sup>2</sup> et les principaux nouveaux équipements comprendront un dispositif vibratoire sinusoïdal de 178 KN, un système aléatoire de 160 KN et une chambre tubulaire d'essais thermiques à vide de 6.70 m x 10.70 m.

Les caractéristiques des installations actuelles sont les suivantes:

#### Chambres à vide thermiques

§ Diam. de 3 m x 9 m de haut

§ Diam. de 2.50 m x 2.50 m de long

§ Diam. de 1.20 m x 2.50 m de long

§ Diam. de 1 m x 1 m de long

- Aérage négatif: au moins  $10^{-7}$  torr dans toutes les chambres.
- Gamme de températures: de  $-195^{\circ}\text{C}$  à  $+150^{\circ}\text{C}$  dans toutes les chambres.
- Système automatique de mesure et d'enregistrement numérique des températures pouvant surveiller 160 voies de télétransmission de données.

#### Dispositifs vibratoires

§ Un système sinusoïdal de 53.8 KN

§ Un système aléatoire de 44.8 KN

§ Un système mixte de 27 KN

- Tous ces systèmes peuvent surveiller en même temps 54 voies d'accéléromètres.
- L'analyse des données peut s'effectuer au moyen d'un analyseur en temps réel.

### Installations RF

- § Essais RFI/EMC effectués dans une salle équipée conformément à la norme MIL STD 461/462.
- § Chambre anéchoïque blindée de 4 m x 4 m x 3 m avec un coefficient de réflexion de -35 dB dans les fréquences de la bande X.
- § Chambre anéchoïque blindée de 7 m x 7 m x 7 m, avec un coefficient de réflexion de -50 dB dans la gamme de fréquences de 1 à 20 GHz, couplée à un pas d'antenne situé à 150 m.

### Hall d'assemblage

- § 30 m x 12 m x 10 m de haut.
- § Palan fixe de 5 tonnes métriques.
- § Palan mobile de 2.50 tonnes métriques pour le déplacement des satellites vers les salles d'ambiance.
- § Appareil de purification de l'air.
- § Installations d'appui au sol.

Le laboratoire d'essais environnementaux a servi presque exclusivement en 1978 aux travaux sur le système télémanipulateur de la navette spatiale. La précision de la programmation des activités a cependant permis d'autres essais sur le transpondeur TDRSS et d'autres travaux de recherches. Les installations RF du LDF ont enfin été intensément utilisées au bénéfice de programmes de la filiale canadienne de la société Marconi, du ministère des Communications et de celui de la Défense nationale.

### *Le laboratoire de haute fiabilité (LHF)*

Le laboratoire définit et met en oeuvre des techniques d'évaluation de la qualité et de la fiabilité des sous-systèmes électroniques, des composants, des dispositifs et des matériaux destinés aux télécommunications spatiales. Il est

utilisé par le MDC et les autres ministères et organismes de l'Etat ainsi que par l'industrie canadienne, à prix coûtant.

Toujours muni d'un équipement de pointe, le LHF fournit en permanence des services ultramodernes; il dispose de microscopes optiques et à balayage électronique, de microsondes Auger et à rayons X, de matériel de testage électrique, de lasers, de dispositifs d'évaluation des plastiques et des polymères et d'une chambre à atmosphère purifiée. L'on a aussi procédé à l'évaluation des matériels existants--notamment de microprocesseurs--permettant des analyses de fiabilité des circuits intégrés à grande échelle. L'un de ces dispositifs sera installé dès le début de 1979.

Le laboratoire a effectué dans le passé une grande quantité de travaux de pointe sur la fiabilité des transistors à effet de champ à l'arséniure de gallium (TEC GaAs) dans les utilisations spatiales. Ces dispositifs remplacent rapidement maintenant les tubes à ondes progressives dans les sous-systèmes des satellites et des terminaux terriens, tels que les amplificateurs et les oscillateurs SHF. Le laboratoire a effectué en 1978 pour le compte du CNRC et de la Spar (le maître d'oeuvre canadien en la matière) un nombre considérable d'analyses de destruction et de défaillance des composantes et dispositifs du système télémanipulateur de la navette spatiale. Il a également aidé la Spar et Télésat Canada à évaluer les dispositifs devant faire partie du satellite ANIK B, en même temps qu'a augmenté d'une façon importante le volume des activités qu'il a consacrées aux programmes ANIK C et D.

MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE, DES MINES ET  
DES RESSOURCES (MEMR)

Généralités

La gestion ordonnée des ressources des immensités terrestres et maritimes canadiennes nécessite des systèmes d'information complexes et polyvalents. Les nombreuses études déjà effectuées montrent que la télédétection à partir de satellites ou d'aéronefs est un moyen rentable de se procurer une très grande partie des données nécessaires à ces systèmes. De par leur nature même et leur volume, ces données provoquent des modifications importantes des systèmes qui les absorbent. Il devient alors nécessaire de concevoir et de mettre en oeuvre des méthodes et des configurations nouvelles pour leur traitement, puis de les analyser avant de pouvoir les mettre à la disposition des responsables des ressources et de l'environnement. Enfin, il importe également de transférer à l'industrie privée les nouvelles technologies nées de ces opérations. C'est au Centre canadien de télédétection (CCT) qu'a été confiée cette mission.

Le Centre canadien de télédétection (CCT)

Le Centre canadien de télédétection du MEMR est au coeur du programme canadien de télédétection qui a pour objet de faire connaître cette nouvelle technique aux organismes canadiens s'occupant de la gestion des ressources et de la surveillance de l'environnement. Agissant sous les auspices du Comité interministériel pour la télédétection (CIT), qui est constitué de représentants des ministères fédéraux intéressés, le Centre sert les organismes fédéraux et provinciaux, les universités, l'industrie et le public en général. Il coordonne les efforts nationaux en la matière par le biais des groupes de travail du Comité consultatif canadien pour la télédétection (CCCT).

Les activités du Centre ont quatre pivots: le Programme d'observation de la Terre par satellite, le Programme de télédétection aéroportée, le Programme de développement des applications et le Programme de recherche industrielle.

Ces quatre domaines d'activité sont les éléments nécessaires d'un programme réussi d'applications spatiales à la télédétection, et cela depuis la mise au point de détecteurs spatiaux efficaces et l'utilisation de modèles de démonstration jusqu'à l'intégration de données télédéteectées dans les systèmes de gestion des ressources afin de maximiser les retombées économiques du programme.

Pour mener à bien son mandat, le CCT dispose de deux stations réceptrices terriennes, l'une située à Prince-Albert, dans la Saskatchewan, l'autre à Shoe Cove, à Terre-Neuve, toutes deux capables de recevoir et d'enregistrer sur bandes magnétiques les données émises par les satellites Landsat et NOAA. La station de Prince-Albert dispose d'un multispectrographe en noir et blanc, d'une capacité de "saisie rapide" lui permettant de produire des images d'une résolution moyenne en temps réel (ou à peu près). Elle produit aussi des microfilms et des microfiches. La station de Shoe Cove peut traiter et diffuser des images de résolution moyenne en noir et blanc et produire des rubans d'ordinateur compatibles.

En outre, les installations du CCT comportent tout d'abord un système de production des images transmises par les satellites sous forme de données, capable de produire des films en noir et blanc à haute résolution à partir de rubans de grande capacité, d'effectuer des corrections radiométriques et géométriques et de produire des montages photographiques en couleurs; en second lieu, un système général de traitement des données utilisant un ordinateur de grande capacité de traitement par lots des données de télédétection et permettant de fournir une aide informatique aux utilisateurs des systèmes de télédétection, membres du Centre ou non; en troisième lieu, un laboratoire des sciences appliquées consacré à la mise au point de nouvelles techniques pour l'analyse des données de télédétection et à l'information des gestionnaires et des chercheurs; enfin, un laboratoire de mise au point des détecteurs et des systèmes axés sur l'ingénierie, les ordinateurs à bord les systèmes d'acquisition des données, les interfaces des détecteurs, les systèmes de navigation et la modification d'aéronefs. Le CCT possède en outre quatre aéronefs spécialement modifiés pour la télédétection expérimentale, soit un DC-3, un Falcon 20 et un Convair 580.

#### LANDSAT

LANDSAT est un programme américain auquel participe le Canada.

Le Centre reçoit et traite des données LANDSAT depuis le lancement du premier satellite de la série en 1972. Ceux actuellement en activité sont LANDSAT-2 et LANDSAT-3 qui, à eux deux, fournissent une couverture complète du Canada au moins tous les neuf jours. Les données canadiennes sont reçues à la station terrienne de Prince-Albert, Saskatchewan, et à celle de Shoe Cove, Terre-Neuve. Elles reçoivent et traitent en moyenne tous les ans la production de 2,000 orbites LANDSAT, ce qui permet à l'industrie privée de reproduire et de vendre plus de 15,000 images-satellites imprimées et au moins 300 rubans d'ordinateur compatibles. En outre, depuis le lancement de LANDSAT-3 en mars 1978, le Centre reçoit et traite les données Vidicon à faisceau réfléchi qu'il lui envoie. Ces données fournissent

des images ayant une résolution au sol de 30 m en panchromatique contre 80 m pour celles des données multispectrales, ce qui ouvre de nouvelles possibilités à la cartographie thématique à plus grande échelle. Enfin, toujours pour satisfaire aux besoins des usagers, un enregistreur d'images laser a été mis en service à Prince-Albert, ce qui permet d'y effectuer le traitement de la totalité des données LANDSAT normales, accélérant ainsi le processus pour tous les clients travaillant sur des phénomènes dynamiques allant des systèmes hydrologiques à la surveillance de la végétation.

#### *SEASAT-A/SURSAT*

Ceci est un programme expérimental mis en oeuvre conformément au protocole d'entente intervenu entre les E.-U. (NASA) et le Canada (MEMR) le 19 septembre 1978.

L'année 1978 a vu le succès de la réception à Shoe Cove de données émanant de SEASAT-A, un satellite d'essai de la NASA équipé d'un radar cohérent fonctionnant dans la bande L avec une résolution de 25 m, d'un radiomètre et d'un diffusomètre. La réception des données SEASAT s'est effectuée dans le cadre de SURSAT, un programme interministériel destiné à étudier la valeur des détecteurs à hyperfréquences pour la surveillance "tous temps" des océans, y compris celle de la glace et de la pêche ainsi que la participation aux opérations de recherche et de sauvetage, les prévisions météo, la gestion de la navigation maritime et la surveillance et le contrôle de la pollution des eaux par le pétrole. Aux données satellite se sont ajoutées celles fournies, à plus basse altitude, par les nombreux vols de long courrier Convair 580 du CCT qui est équipé d'un radar cohérent perfectionné à fréquence double (bandes X et L) et à double polarisation. Environ une centaine de chercheurs et de gestionnaires des ressources naturelles se sont organisés pour mener à bien une quarantaine d'expériences dans les principaux domaines d'application prévus. SEASAT-A a vécu environ 4 mois et transmis à peu près 100,000 images du Canada, par séquences de 40 km x 40 km. En fin décembre 1978, le Convair 580 y avait ajouté 10,000 km de

lignes de données radar. Ces données sont maintenant étudiées par les organisateurs des expériences SURSAT. L'on pense qu'un mémoire présentant au Cabinet le résultat de ces expériences et en recommandant le suivi devrait être prêt pour le début de 1980.

*Suivi LANDSAT (LANDSAT-D)*

Ce programme américain auquel participe le Canada devrait voir une évolution de la série LANDSAT vers les systèmes opérationnels. L'une des principales caractéristiques de ce suivi serait l'ajout au LANDSAT d'un équipement cartographique thématique, qui est une sorte de balayeur multispectral aux performances spatiales et spectrales améliorées. Le premier de ces LANDSAT-D serait lancé en 1981.

Sur le plan technique, l'un des défis essentiels que posent ces perfectionnements est l'enregistrement et le traitement de la masse croissante de données correspondant à l'amélioration des résolutions au sol et aux nouvelles bandes du spectre explorées par le satellite. La liaison descendante va passer de la bande S à la bande X et l'équipement de la station sera modifié en conséquence (antenne, étages RF, systèmes d'enregistrement et de lecture). Il sera également nécessaire de moderniser les systèmes de traitement et d'analyse des données afin de profiter au maximum des améliorations du secteur spatial et d'en faire bénéficier les utilisateurs, à l'autre extrémité de la chaîne.

*Suivi SURSAT*

Les études effectuées par un groupe de travail interministériel et les premiers résultats du programme SURSAT indiquent qu'un système d'observation "tous temps" de la Terre par satellite aurait pour le Canada une très grande valeur, en particulier dans les domaines de la surveillance des glaces et de l'état de la mer, des prévisions météo et des activités terriennes. Le système s'organiserait autour de satellites essentiellement équipés de radars cohérents et de dispositifs de balayage multispectraux à haute résolution dans le visible et l'infrarouge. Le moyen le plus économique pour le Canada de disposer de tels

services serait notre participation à un système international où nous pourrions avoir comme premiers partenaires les Etats-Unis, l'Europe et le Japon. Ce système devrait être opérationnel dès la fin de la prochaine décennie.

Les spécialistes responsables du programme SURSAT ont pris leurs dispositions pour rendre compte au Cabinet des résultats des expériences en cours dès le début de 1980. Les conclusions de leur compte rendu traiteraient de la valeur d'un système "tous temps" d'observation par satellite face aux besoins canadiens et contiendraient des recommandations quant à la poursuite éventuelle d'un programme SURSAT.

## MINISTÈRE DE LA DÉFENSE NATIONALE (MDN)

### Generalites

C'est au ministère de la Défense nationale qu'incombe la responsabilité de formuler la politique de défense canadienne et de faire en sorte qu'elle soit mise en oeuvre par les Forces armées. A cette fin, il assure la gestion et le bon fonctionnement de l'ensemble des centres et installations militaires du Canada.

Le ministère a pour principe de tirer partie des systèmes spatiaux répondant de la façon la plus rentable aux objectifs de notre défense. A ce titre, il effectue en permanence des études maison ou participe à des études interministérielles sur les possibilités pratiques de réalisation et les potentialités des systèmes spatiaux ayant des applications possibles l'intéressant. Il poursuit ses propres recherches dans un certain nombre de centres lui appartenant et collabore avec des organismes de plusieurs pays alliés à des programmes spatiaux expérimentaux, en particulier:

- a) avec l'armée de l'air américaine pour la mise au point d'un système global de maintien en position des satellites, le NAVSTAR/GPS;

- b) avec la NASA aux Etats-Unis et le CNES en France pour l'expérimentation d'un système de recherche et de sauvetage satellisé;
- c) avec le Massachusetts Institute of Technology, à Cambridge, Mass., pour des recherches physiologiques liées à la sécurité aérienne et qui auront lieu à bord du Spacelab européen que mettra en orbite la navette spatiale américaine.

Le ministère participe également aux activités du système de détection et de poursuite spatiales du Norad (Défense aérienne nord-américaine), exploitant à cette fin une station de détection et de poursuite installée à Cold Lake, dans l'Alberta, et une autre de détection, identification et poursuite à St. Margaret's, au Nouveau-Brunswick.

#### Base opérationnelle

C'est le Centre de recherches sur les communications du ministère des Communications qui effectue pour le compte du MDN les recherches sur les télécommunications militaires, y compris celles par satellite. La surveillance de ces travaux est du ressort du Centre de recherches pour la défense, qui jouxte celui du MDC en banlieue d'Ottawa.

#### NAVSTAR/GPS

Le ministère de la Défense des Etats-Unis a entrepris un programme de recherche industrielle de \$750 millions ayant pour but la réalisation d'un système global de maintien en position des satellites, le GPS. Ce programme, que l'on appelle souvent NAVSTAR/GPS, a été conçu pour satisfaire à tous les besoins des forces armées américaines en matière de navigation. Les résultats déjà obtenus permettent de penser que, grâce à ces travaux, les utilisateurs éventuels du GPS disposeront d'un système dépassant de très loin en précision tous ceux qui existent à ce jour et qui sera très peu vulnérable au brouillage.

Le GPS, qui constituera un système de maintien en position des satellites à l'échelle mondiale, est basé sur l'utilisation de 24 satellites

diffusant en permanence les coordonnées précisant leur position. Les usagers pourront ainsi à leur tour déterminer la leur avec une précision supérieure à  $\pm 10$  m en mode antibrouillage et à  $\pm 45$  m lorsque la protection contre le brouillage ne sera pas assurée. Le GPS préfigure la prochaine génération des systèmes de navigation, qui rendront désuets ou superflus un grand nombre de ceux que nous connaissons déjà.

Le programme américain comporte trois phases. La phase I, celle de validation du concept, sera bientôt terminée: elle comportait le choix du concept le mieux adapté aux besoins, la démonstration de la valeur militaire du système et une analyse des coûts. La phase II, celle de la validation du système, est maintenant très proche, l'approbation finale de sa réalisation concrète étant prévue pour mai 1979. Elle comportera des tests faisant suite à la mise au point du système ainsi que des essais opérationnels, avec comme objectif la mise en oeuvre, à partir de 1981, d'un système de navigation opérationnel bidimensionnel. La phase III, dite opérationnelle ou de production, comportera des essais poussés et la production en série du matériel destiné aux usagers. Le système devrait être pleinement opérationnel d'ici 1987.

L'éventualité et la possibilité économique d'une participation de l'industrie canadienne à la mise au point et à la fourniture du matériel NAVSTAR destiné aux usagers ont fait l'objet d'une étude en réponse à une directive du Comité de gestion de la défense canadienne. Des échanges de vues ont eu lieu à cet égard avec des membres de la Space and Missile Systems Organization, ou Samsco, de l'armée de l'air américaine à Los Angeles. La Samsco a déjà fourni au MDN la plupart des premières données techniques relatives à ce système et au matériel en cause.

Le ministère de la Défense nationale a ainsi pu passer un contrat avec la filiale canadienne de la société Marconi (CMC) pour une première étude conceptuelle de la mise au point, au Canada, du matériel destiné aux usagers. Cette étude conceptuelle a pris fin en juin 1977. Dès le mois de septembre de cette même année, le ministère a passé avec la CMC un second contrat au titre duquel elle devra livrer, de septembre 1979 à janvier 1980, quatre prototypes de préproduction d'un matériel de haute précision, aux possibilités

d'utilisation dynamique élevées, et se situant dans la classe moyenne quant à la résistance au brouillage.

Un protocole d'entente avec le ministère de la Défense des Etats-Unis a été rédigé. Il prévoit une participation commune au programme de recherche industrielle ainsi que l'échange d'informations techniques. L'activité canadienne de recherche industrielle comportera la conception et la réalisation d'un ou de plusieurs éléments du système, l'étude des anomalies de propagation dans la zone aurorale, du design des antennes des utilisateurs et de la possibilité d'intégration des techniques des plates-formes d'inertie à capteurs fixes au NAVSTAR/GPS.

Les autres activités de recherche industrielle reviendront au Centre de recherches pour la défense d'Ottawa (CRDO) et au Centre de recherches sur les communications (CRC) qui a passé à ce sujet un contrat avec le MDN. L'avion Convair de l'Etablissement aéronautique national (EAN) servira à des essais en vol du matériel, utilisant pour cela les installations du Centre de génie aéronautique et d'essais (EGAE) de Cold Lake, en Alberta. Selon les plans actuels, d'autres essais du matériel destiné aux usagers devraient avoir lieu au polygone d'essais au sol "Yuma Proving Grounds" du ministère de la Défense des Etats-Unis (dont les installations ont été modifiées en vue des essais GPS), en même temps que des essais de démonstration des systèmes au moyen de véhicules du MDN participant à des exercices opérationnels.

Le démarrage des opérations NAVSTAR/GPS doit conduire à une "mise à la retraite" progressive des anciens systèmes de navigation. A terme, il en résultera pour le MDN des économies d'argent et de personnel. La participation du MDN à ce projet permettra à l'industrie canadienne de fournir aux usagers un équipement répondant aux normes établies par les Forces armées canadiennes.

Le MDN du Canada participe également en compagnie de neuf autres pays membres de l'OTAN à des études visant à déterminer si le NAVSTAR/GPS peut jouer un rôle opérationnel au sein des forces de l'OTAN. Un représentant du MDN fait partie du

groupe de douze personnes que l'OTAN a détaché auprès du Programme conjoint NAVSTAR/GPS dont les bureaux sont situés à Los Angeles.

Le ministère des Transports se tient au courant de ce programme et en examine les applications commerciales et civiles possibles afin de déterminer les retombées éventuelles du système sur les activités aériennes et maritimes civiles.

### SARSAT

Il y a déjà longtemps que les services canadiens chargés par le gouvernement des opérations de recherche et de sauvetage s'efforcent de perfectionner les moyens dont ils disposent pour repérer les avions et navires disparus ou secourir les personnes victimes d'un sinistre. Du fait de l'immensité du Canada, de la diversité de sa géographie et de son climat souvent hostile, les services de recherche et de sauvetage n'ont pas la tâche facile. Les progrès des technologies relatives à l'électronique et aux télécommunications ont déjà permis d'imposantes réalisations, comme, par exemple, les radiobalises de secours appelées RBS qui, relativement peu coûteuses, sont maintenant employées sur une grande échelle. Les satellites offrent la possibilité de rester en permanence à l'écoute des RBS dans toute la zone de recherche et de sauvetage canadienne. Une surveillance complète du territoire canadien par satellites exige que ces derniers évoluent sur des orbites quasi polaires. Le cheminement d'un satellite convenablement placé lui permettrait de couvrir chaque point du globe toutes les douze heures, deux satellites ramèneraient ce délai à six heures et quatre satellites à une fréquence de passage de moins de trois heures.

Le Canada fournira les répéteurs qui seront installés à bord de trois satellites météorologiques TIROS/NOAA. Le CNES fournira les processeurs embarqués qui permettront l'enregistrement et le stockage des signaux EPIRB au-dessus des océans, puis leur retransmission au sol dès que s'en présente l'occasion. Chacun des trois participants fournira ses propres stations terrestres. Le premier lancement SARSAT/NOAA-E devrait avoir lieu au début de 1982; il sera

suivi de 15 mois d'essais et d'évaluations effectués de concert avec les organismes constituant des utilisateurs opérationnels.

#### SURSAT

Le MDN participe avec d'autres ministères fédéraux à un programme expérimental ayant pour but de déterminer dans quelle mesure des systèmes radar satellisés permettraient de répondre aux impératifs de surveillance formulés dans le rapport interministériel intitulé "Satellites et contrôle de la souveraineté", paru en septembre 1976 et couvrant la période 1986-2000. Ce programme comporte une participation à l'expérience SEASAT-A de la NASA ainsi qu'à toute une série d'expériences canadiennes utilisant un radar cohérent embarqué à bord d'un avion Convair 580 du MEMR. Le système énergétique de SEASAT-A ayant flanché au bout de trois mois de fonctionnement, il a fallu concentrer tous les efforts sur les expériences aéroportées. Comme il est heureusement possible de simuler l'action du radar satellisé grâce au radar aéroporté, l'on espère pouvoir quand même atteindre les objectifs de l'expérience en regroupant les données simulées avec celles obtenues pendant le fonctionnement de SEASAT-A.

Dans le programme SURSAT, le MDN a pour responsabilité première de diriger les expériences interministérielles ayant trait à la surveillance des activités humaines et de fournir les moyens voulus pour l'enregistrement optique et le traitement des données émanant du radar cohérent de SEASAT. Le MDN participe aussi, bien entendu, aux expériences météo et à la mesure et l'analyse des effets de l'ionosphère sur les signaux SEASAT-A.

#### Terminal terrien transportable pour les télécommunications satellisées

Le Centre de recherches sur les communications du MDC a mis au point, pour le compte du MDN, un terminal terrien transportable et relativement peu coûteux pour les télécommunications par satellite. Appelés SGT, les terminaux serviront

aux communications militaires via le système SATCOM de l'OTAN. Le matériel expérimental a été installé à Lahr (Allemagne fédérale), en octobre 1977, pour démonstration et essais, et a déjà été utilisé pour des communications avec Ottawa via le satellite SATCOM III A de l'OTAN.

Le MDN a besoin de plusieurs de ces SGT dans le cadre de sa participation à l'OTAN et de ses missions pour les Nations Unies. Un modèle industriel, aéroportable sur avion Hercules et montable sur véhicule de 1¼ tonne, est actuellement soumis à l'approbation. Il est de conception modulaire, ce qui en facilitera d'éventuelles modifications.

### Spacelab

La NASA a accepté une proposition que, de concert, lui avaient soumis le Massachusetts Institute of Technology (MIT), l'Institut militaire et civil de médecine de l'environnement (DCIEM) et l'Université McGill. Cette proposition avait pour but une série d'expériences sur la physiologie du vestibule de l'oreille interne, expériences à effectuer à bord du Spacelab. L'intérêt manifesté en la matière par les responsables canadiens vient du besoin de comprendre le fonctionnement des organes de l'équilibre, celui de certaines régions du cerveau, et leurs relations avec les phénomènes de désorientation constatés chez les équipages aériens. Le programme expérimental devrait s'effectuer à bord de Spacelab 1 et de Spacelab 4 qui devraient être opérationnels en 1981 et 1982, respectivement.

Le DCIEM a intensément participé à la préparation de ces études spatiales. L'Institut dispose d'un tout nouveau simulateur du "traîneau spatial" fabriqué par l'Agence spatiale européenne (ASE). Il s'est occupé tout particulièrement de la perception de l'accélération linéaire et du "mal de l'air" provoqué en utilisant le simulateur du "traîneau spatial". C'est également au DCIEM que se déroulera le cours de formation et de conditionnement d'une semaine que suivront les membres de l'équipage de Spacelab 1 pour l'accomplissement de ces expériences spatiales particulières. Il est possible que l'un des chercheurs canadiens soit retenu comme spécialiste des charges utiles et fasse partie de l'équipage du Spacelab 4.

SPADATS (Détection, identification et poursuite spatiales)

C'est en vertu de sa présence au sein de NORAD, à qui incombe la responsabilité opérationnelle du système, que le Canada participe au SPADATS. Il existe au Canada deux stations de surveillance NORAD équipées d'appareils de prises de vues Baker Nunn; l'une est située à Cold Lake (Alberta) et l'autre à St. Margarets (Nouveau-Brunswick). Au fur et à mesure qu'ils prennent des photos, les appareils se déplacent en synchronisation avec les étoiles qui apparaissent donc sur la pellicule sous forme de points lumineux. Toute source non astronomique se déplaçant dans le ciel, un satellite par exemple, se présente par contre sous forme d'un trait.

La station de St. Margarets est en outre équipée d'un système d'identification des objets spatiaux (IOS). Ce système exclusif combine l'optique et l'électronique pour analyser la lumière réfléchiée par un objet quelconque dans l'espace. Comme pour le radar, le signal de retour varie avec le changement du profil de réflexion de l'objet. Les paramètres de scintillation de ce signal sont déterminés par la taille, la forme et la rotation de la surface réfléchissante. Les variations d'intensité sont mesurées par un photomètre sensible placé au foyer d'un télescope.

Après plusieurs mois de fonctionnement en mode analogique et en différé, l'IOS est devenu pleinement opérationnel en octobre 1978. Il est maintenant connecté en mode numérique en temps réel au quartier général de NORAD.

Installations

La base militaire de Cold Lake, dans l'Alberta, abrite le Centre d'essais du génie aérospatial (CEGA). Ce dernier procède à des lancements de fusées d'étude de l'environnement et enregistre les données au pas de tir qu'il possède et exploite à Primrose Lake, près de Cold Lake. Les fusées-sondes lancées de ce polygone fournissent des données sur les températures et les vents jusqu'à une altitude d'au moins 50 km.

## MINISTÈRE DES PÊCHES ET DE L'ENVIRONNEMENT (MPE)

### Généralités

Au Canada, la responsabilité de l'environnement se partage entre le gouvernement fédéral et les gouvernements provinciaux qui ont chacun compétence en des matières précises...quand il n'y a pas chevauchement. Les provinces ont une responsabilité directe sur la plupart des questions liées à l'environnement et aux ressources à l'intérieur de leur territoire, le gouvernement fédéral ayant autorité dans les domaines qui lui sont clairement impartis et ceux dans lesquels les provinces n'ont pas les moyens matériels ou financiers d'intervenir efficacement. La responsabilité des pêches et des océans est surtout du ressort du gouvernement fédéral.

Le MPE a été particulièrement actif en matière de mise au point et de démonstration de techniques spatiales facilitant la gestion des pêches, la fourniture de renseignements sur les océans et les glaces flottantes, la collecte de données météorologiques et l'inventaire des ressources forestières, aquatiques et terrestres

du Canada. Certains de ces travaux sont effectués en collaboration avec le Centre canadien de télé-détection ou des organismes provinciaux. Outre les satellites, le MPE a recours aux aéronefs pour se procurer les données nécessaires à ses programmes de surveillance des glaces et d'inventaires forestiers.

Programme de télé-détection et de collecte de données touchant l'environnement

Les activités relatives à ce programme sont exercées à partir de différents centres répartis dans tout le Canada et dépendant du Service de la gestion de l'environnement. Les diverses propositions formulées font l'objet d'un choix en fonction des besoins de renseignement des programmes de recherche ou opérationnels, ou à titre de démonstration de techniques pouvant répondre aux besoins d'information des différents paliers de gouvernement sur la gestion de l'environnement.

En 1978, le Service canadien des forêts a été doté du Système appliqué d'exploitation des ressources par images (SAER). Ce système s'est révélé précieux non seulement pour les chercheurs du Service des forêts mais aussi pour les autres ministères ou organismes. C'est qu'il constitue un moyen rapide et souple d'analyse d'images numériques et se révèle plein de promesses, que ce soit à propos des perfectionnements futurs ou en matière de commercialisation, au Canada et à l'étranger. Toujours en 1978, le système de collecte et de diffusion des données GOES (satellite météorologique géostationnaire opérationnel) est entré en fonction à la station de Prince-Albert. Il est mis en oeuvre par une entreprise privée pour le compte de la Division des relevés hydrologiques du Canada et peut recevoir des données sur un canal du satellite GOES en orbite à 135° O au-dessus de l'équateur. En ce qui concerne les plates-formes de collecte de données fonctionnant sur d'autres canaux ou à partir du GOES-Est, ce sont les Etats-Unis qui en assurent la réception. La Division des relevés hydrologiques du Canada a effectué une étude concluant que la transmission de données par satellite à partir de stations hydrométriques éloignées est rentable, même sans tenir compte du très grand avantage qu'implique le raccourcissement des délais d'obtention de ces données.

Comme dans le passé, l'essentiel de ce programme a consisté dans l'utilisation et les essais d'interprétation des images de LANDSAT. Le Service des forêts s'est occupé de la détection des dégâts dûs aux insectes, des coupes à blanc et de la régénération, de la classification des forêts et de la production de statistiques forestières.

Les images LANDSAT ont fait l'objet d'un renforcement rendant plus facile la lutte contre les feux de forêts, en ce sens qu'elles nous fournissent des renseignements à jour sur les chemins forestiers praticables et sur les espèces combustibles ou en combustion. La Direction générale des terres a commencé la compilation d'une carte écologique régionale du Canada à partir, en très grande partie, des images LANDSAT qui ont servi à effectuer un relevé écologique d'une grande partie du pays. Ces images conviennent fort bien à la détermination des principales composantes écologiques terrestres et à celle de l'utilisation des terres.

La participation du MPE au programme SURSAT répondait au besoin de se procurer des données fournies par un radar cohérent (SAR) satellisé et susceptible, après évaluation, de nombreuses applications. L'échec prématuré du satellite SEASAT n'a pas permis d'obtenir les données recherchées.

Les scientifiques de la Direction générale des eaux intérieures faisant partie des équipes d'expérimentation utilisant le satellite NIMBUS-7 ont contribué à l'évaluation de l'analyseur couleur de la zone côtière (ACZC) que l'on se propose d'utiliser pour les Grands lacs, ainsi que du radiomètre à balayage multicanaux en hyperfréquences (RBMH) destiné à la cartographie de la couverture nivale.

#### Programme de satellites météorologiques

Le Service de l'environnement atmosphérique (SEA) du MPE s'occupe d'un programme de recherches et d'opérations portant sur l'utilisation des données fournies par les satellites météorologiques.

Le programme opérationnel utilise des images émanant à la fois de satellites météo

géostationnaires et de satellites à orbites basses. Les images émanant de ces derniers sont reçues dans les installations d'Edmonton et de Downsview qui, en 1978, ont subi les modifications leur permettant de recevoir les données émanant des TIROS-N, nouvelle famille de satellites NOAA. Les installations de Halifax et de Vancouver, plus simples, sont équipées pour la réception en transmission automatique (ITA) des images offrant une moins bonne définition. En 1978, le SEA a installé à Downsview un récepteur permettant de capter les signaux radiomètre à balayage par rotation dans le visible et l'infrarouge (RBRVI) du satellite météorologique géostationnaire GOES-Est. Ces images sont ensuite transmises, en secteurs appropriés, aux principaux centres météo du Canada et cela jusqu'à Winnipeg, en allant vers l'ouest. Tant que le siège de Vancouver n'aura pas été équipé d'un récepteur GOES, il continuera à recevoir ses images de Seattle, aux Etats-Unis. Les frais correspondant à ce programme opérationnel figurent pour la première fois à l'état financier accompagnant le présent rapport.

Reçues toutes les demi-heures, les images des satellites géostationnaires servent à suivre les mouvements des centres des orages. Celles des satellites sur orbites basses sont utilisées par les services météo pour suivre les fronts nuageux aux latitudes septentrionales. Une fois renforcées, les images sont transmises de Downsview au Centre de prévision des glaces à Ottawa, où elles sont utilisées pour la cartographie des glaces flottantes. Elles servent également à la reconnaissance de la couverture glaciaire. Le Service vient de passer commande d'un système informatisé pour la surveillance des glaces dans le golfe du Saint-Laurent.

L'année 1978 a vu la mise en oeuvre d'autres applications cartographiques quantitatives: système de mesure de la température de la surface de la mer, au Centre météorologique de l'Arctique d'Edmonton; techniques de cartographie thermique de la surface des lacs et cartographie numérique de la limite des neiges, à Downsview. Des négociations ont commencé en vue de la passation d'un contrat pour la mise au point d'un système permettant d'intégrer les renseignements émanant de radars météorologiques au sol à des images RBRVI dans le but de prévoir les mouvements des centres des orages et d'en extrapoler l'intensité des pluies attendues.

Dans le cadre du programme SURSAT, les chercheurs du MPE ont participé à des expériences de cartographie thermique de la surface de la mer sous toutes les conditions de temps, afin de déterminer la vitesse et la direction des vents ainsi que les paramètres atmosphériques et d'appliquer opérationnellement les données SEASAT à la prévision météorologique. Les expériences SURSAT, qui avaient pour but l'essai d'utilisation du radar cohérent de SEASAT-A pour la cartographie des glaces sous différentes conditions ont été interrompues très tôt à cause de la défaillance du satellite.

#### Exploration de la Stratosphère

Dans le cadre du projet STRATOPROBE, l'année 1978 a vu deux campagnes de lâchers de ballons stratosphériques appuyant les expériences NIMBUS-7 de mesure des gaz stratosphériques au moyen des systèmes LIMS, SAMS et SBUV-TOMS.

#### Programme de télédétection et de collecte de données halieutiques et océanographiques

Ce programme a pris forme en 1978 et, en tant qu'entité, regroupe toutes les participations du MPE aux programmes nationaux SURSAT, SARSAT et MUSAT ainsi que, internationalement, au comité scientifique directeur de SEASAT et aux équipes SEASAT-SAR et NIMBUS-7 SMMR. L'Institut des sciences océanographiques de Sidney, en Colombie-Britannique, a été du 14 au 22 juin 1978 l'hôte de la Commission internationale sur la radiométéorologie qui s'intéresse vivement à ce programme.

La participation du ministère au programme SURSAT a entraîné le détachement à plein temps d'une personne à titre de directeur adjoint des applications et responsable de l'organisation globale des expériences de validation des détecteurs aéroportés et satellisés. Des chercheurs ont eu la responsabilité des expériences de validation océanographiques de la côte ouest du programme SEASAT-SAR ainsi que de plusieurs autres portant sur les glaces et dont beaucoup seront effectuées au début de 1979. Les satellites NIMBUS-7, TIROS et GOES ont été largement mis à contribution pour le relais de données émanant

des bouées mouillées ou dérivantes. Les données altimétriques de GEOS-3 ont permis d'obtenir des renseignements sur les vagues océaniques. Les moyennes composées des données-images de trois jours émanant du radiomètre à hyperfréquences et balayage électronique (RHBE) de NIMBUS-5 ont servi à la réalisation d'un film de 10 minutes montrant l'avance et le retrait de la glace de mer dans les eaux canadiennes entre septembre 1973 et décembre 1974. La technique mise au point pour la réalisation de ce film a été utilisée depuis par des organismes américains et européens pour l'étude des glaces dans l'Arctique, une étude détaillée du nord de l'Alaska et de la Norvège, et enfin pour celle de la couverture nivale au sol.

En fin 1978, la Direction des services des données sur le milieu marin (DSDMM) a mis au point des plans permettant d'utiliser les données émanant des bouées dérivantes de la première expérience globale Garp (PEGG) et transmises par les satellites TIROS pour reproduire la dérive de 5 jours des bouées, avec des moyennes des températures à la surface de la mer et anomalies à ce niveau compte tenu des données climatologiques; à cela s'ajoutent des tracés-pilotes mensuels de dérive des bouées dans l'hémisphère sud. C'est de Toulouse, en France, que l'un des chercheurs de l'Institut des sciences océanographiques dirigeait le Centre de contrôle des bouées PEGG.

## MINISTERE DES TRANSPORTS (MDT)

### Aerosat

En collaboration avec les Etats-Unis et l'ASE, le Canada participe au programme Aérosat qui a pour but d'évaluer l'utilisation des satellites pour le contrôle de la circulation aérienne et des télécommunications océaniques. Aérosat a pour objectif l'établissement des critères d'un système opérationnel.

Vers la fin de 1976, les partenaires américains firent savoir qu'ils éprouvaient des difficultés à obtenir des fonds pour le programme Aérosat. Au milieu de 1977, le Congrès des Etats-Unis adopta un projet de loi, devenu loi par la suite, qui limitait à \$1 million les dépenses pour fins d'études de la FAA. Cet accident de parcours a provoqué une refonte complète du programme.

La structure internationale reste la même, c'est-à-dire que le Conseil d'Aérosat demeure l'organisme directeur responsable devant les signataires, alors que l'Office de coordination est responsable devant le Conseil de la mise en oeuvre quotidienne du programme commun.

Ce dernier a été modifié de façon à permettre une étude de faisabilité au cours de l'année prochaine. Cette étude va réévaluer les impératifs présidant à l'utilisation des satellites et déterminer le calendrier correspondant à la mise en oeuvre d'un système opérationnel: la coordination des travaux sera assurée par un comité mis sur pied en vue du Conseil d'Aérosat. Le Comité d'examen de l'application des satellites et autres techniques à l'aviation civile (ARC) s'est réuni à trois reprises en 1978 et a défini un programme de travail qui sera complété à la fin de 1980. L'appartenance à l'ARC est libre et tous les Etats ou organismes internationaux intéressés peuvent s'y inscrire.

Le Conseil d'Aérosat doit se réunir à Ottawa en mai 1979 pour discuter du programme de travail de l'ARC.

#### INMARSAT

Le texte de la Convention et de l'accord d'exploitation intéressant l'Organisation internationale pour les communications maritimes par satellite (INMARSAT) a été soumis en septembre 1976 aux intéressés pour signature. L'organisme existera officiellement 60 jours après la date à laquelle 95% des parts de fondation auront été souscrites par les Etats membres. Les processus de ratification et de signature devraient prendre jusqu'à trois ans.

L'Organisation a pour but de mettre sur orbite et d'exploiter des satellites conçus pour améliorer les communications maritimes. Favorisant une meilleure diffusion des appels de détresse, ils contribueront à sauvegarder des vies en mer, à améliorer l'efficacité de la gestion et de la régulation du trafic maritime ainsi que du service public de correspondance en mer, de même que les possibilités de localisation par radio. L'on s'efforcera de faire oeuvre utile dans tous les domaines qui touchent aux télécommunications maritimes. Le Canada a fait savoir qu'il prenait ses dispositions pour devenir membre de l'Organisation. Il participe aux travaux d'un Comité provisoire constitué pour effectuer les études et mener

à bien les préparatifs qui faciliteront la création du système de satellites maritimes une fois qu'INMARSAT aura pris corps. Au Canada, la coordination est assurée par le Comité interministériel des satellites maritimes (CISM) qui approuve toutes les instructions données aux délégations qui assistent aux discussions d'experts et aux réunions du Comité provisoire.

Ce dernier a tenu quatre réunions en 1977 et 1978, une cinquième étant prévue pour mai 1979. Après la troisième réunion du Comité, les groupes d'experts ont été dissous, leur tâche étant terminée.

En fin 1977, les membres du Comité ont été contactés par un consortium composé de la COMSAT General et de certains intérêts européens, qui leur a soumis des propositions pour une entreprise commune portant sur une seconde génération de satellites maritimes. Cette forme d'entreprise assurerait la continuité entre la fin de MARISAT (probablement 1981) et l'entrée en opération du système INMARSAT que l'on n'attend pas avant 1985. Les participants actuels à INMARSAT ont été invités à se joindre à cette entreprise commune, étant entendu que tous les actifs de l'entreprise passeront à INMARSAT dès sa mise en oeuvre. Cette proposition a fait l'objet de clarifications lors des réunions qui se sont tenues en fin 1977 et les délibérations relatives à cette entreprise devraient être terminées dès avril 1979.

Le Cabinet recevra au début de cette même année une demande d'approbation de la participation du Canada à INMARSAT.

#### Terminal MARISAT

Dès le début de 1976, le MDT avait installé à bord du brise-glace John A. MacDonald de la Garde côtière canadienne un terminal MARISAT loué qui a été utilisé à des fins expérimentales. Le but de cette opération était de déterminer les répercussions de l'utilisation des satellites sur la qualité des communications des services de garde-côtes, d'acquérir l'expérience de l'exploitation des systèmes de télécommunications maritimes par

satellite et de développer, au sein de la Garde côtière, les connaissances indispensables à une utilisation optimale du système global qui est en pleine expansion. Le programme d'essais et d'évaluations, commencé en 1976, sera terminé en 1979. Le terminal MARISAT devrait alors devenir l'une des composantes de l'équipement opérationnel de la Garde côtière.

NAVSTAR/GPS

L'on pense utiliser à des fins civiles ce système de satellites actuellement en cours de mise au point et l'on a commencé l'étude de ses paramètres et de ses possibilités à cet égard. Les services vont procéder à l'acquisition et à l'évaluation sur le terrain de prototypes de récepteurs. Les données collectées permettront la formulation des normes et règlements voulus avant que le système ne soit utilisé par l'aviation civile. La première phase du programme, sa définition, devrait démarrer au cours de l'année budgétaire 1979-80.

## MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE ET DU COMMERCE (MIC)

### Generalites

Conformément à sa mission de soutien de l'industrie canadienne, le MIC donne son appui au développement au Canada d'une industrie spatiale viable. A cette fin, il assiste financièrement, dans le cadre de ses programmes, les sociétés se consacrant à la mise au point de produits nouveaux ou plus perfectionnés pour les systèmes au sol ou satellisés, et leur facilite les immobilisations indispensables à la mise au point et à la fabrication de ces produits. Le MIC s'attache en outre à ouvrir à notre industrie les marchés internationaux, par une aide financière ou l'organisation de missions comprenant des représentants de plusieurs sociétés. Sur le plan interministériel, le MIC s'efforce de faire en sorte que notre industrie spatiale profite au maximum des programmes gouvernementaux. A cet effet, il encourage sa participation aussi poussée que possible à ces programmes, en particulier dans les activités de haut niveau: direction, intégration et mise en oeuvre, en favorisant l'approbation des propositions qui s'avèrent à priori les plus avantageuses du point de vue

économique, y compris les ventes à l'étranger, la modification des sources d'importation, la fabrication de produits secondaires non spatiaux, l'acquisition de nouvelles techniques et l'ouverture de possibilités d'emplois prometteuses. Le MIC facilite enfin des relations internationales qui offrent des perspectives industrielles intéressantes sur le plan des coûts.

#### Soutien à l'industrie

##### *Technologie de base du système télémanipulateur (STM)*

Conformément à son Programme de productivité de l'industrie du matériel de défense, ("DIP"), le MIC a continué à soutenir le programme de mise au point du STM confié à la Spar Aerospace Limited jusqu'au milieu de 1978, date d'expiration du contrat en jeu qui devra être reconduit pour poursuivre les travaux restants. Environ 30% des dépenses du "DIP" en 1978 sont allées à des activités d'ordre spatial: mise au point du projet de système de modules interchangeableables (SMI), des "mains" et des commandes de verrouillage du télémanipulateur. Les dépenses non liées à l'espace sont allées aux manipulateurs subaquatiques; à la mise au point, pour les parapligiques, de systèmes de manipulation montés sur chaises roulantes: à l'analyse conceptuelle et au design d'un système de télémanipulation pour le Triumf (Tri University Meson Facility) étudié à l'Université de Colombie-Britannique; enfin, à des études générales sur les systèmes asservis.

##### *Sous-systèmes des satellites et stations terriennes*

L'Electronics Group de la Spar Aerospace Limited a bénéficié d'un appui constant dans le cadre de deux projets financés par le "DIP".

Le premier: Systèmes de télécommunication, a pour but la mise au point de matériels pour les télécommunications terrestres en hyperfréquences radio et pour les stations terriennes. Le second: Télécommunications aérospatiales, vise à l'amélioration de la gamme de produits des sous-systèmes des satellites reliés aux transpondeurs et aux antennes

dans la bande des 4/6 GHz et celle des 12/14 GHz. Grâce à cet appui, la société a effectué des progrès remarquables en matière de capacité de fourniture de matériel de pointe pour satellite, grâce, en particulier, à l'utilisation des semi-conducteurs et de matériaux ultra-légers. La Spar est maintenant internationalement compétitive dans le domaine des produits pour l'aérospatiale et s'attire progressivement une part croissante de ce marché, tant au Canada qu'à l'étranger.

Au cours de l'année, le ministère a également entrepris l'étude et le traitement d'une demande de la Spar qui sollicitait du "DIP" une aide en capital pour l'installation d'un pas d'antennes de 300 m bien supérieur aux installations de testage de l'Electronics Group à Ste-Anne de Bellevue.

RELATIONS INTERNATIONALES

L'essentiel des activités et programmes spatiaux canadiens empruntent la voie de la coopération internationale, bi ou multilatérale. Les paragraphes ci-après traiteront uniquement des faits saillants qui ont marqué, en 1978, l'activité internationale du Canada dans le domaine spatial, chacun des chapitres ministériels ayant déjà abondamment évoqué l'ampleur de cette coopération.

#### Etats-Unis d'Amérique

Pour de nombreuses et évidentes raisons, les Etats-Unis sont le principal partenaire étranger du Canada en matière de réalisations spatiales. En septembre 1978, Ottawa a reçu la visite du Directeur de la NASA venu discuter des programmes de nos deux pays et des domaines de collaboration possibles. Il a été décidé d'intensifier de part et d'autre les efforts permettant une coopération plus étroite des parties dès les premiers stades de la planification des programmes et activités. Cette visite s'est conclue par la signature d'un protocole d'entente sur la participation canadienne au programme SEASAT-A.

Plus tôt au cours de la même année un protocole d'entente avait été signé pour la mise au point en commun d'un système de télédétection pour la cueillette d'informations globales sur les cultures (LACIE). Le 15 décembre 1978 a vu le lancement, depuis les installations de la NASA à Cap Canaveral, du satellite de télécommunication ANIK-B, et cela en présence de délégués de la Chine populaire.

#### Agence spatiale européenne

Le 9 décembre 1978, après de longues négociations, le ministre des Communications et le Directeur général de l'Agence spatiale européenne ont signé un accord de coopération entre le Canada et l'ASE. Cet accord, qui entrera en vigueur le 1<sup>er</sup> janvier 1979, marque une augmentation de la participation du Canada aux activités et programmes de l'Agence. Afin de faciliter cette collaboration, des dispositions seront prises pour assurer une représentation officielle canadienne au sein de l'Agence.

### Japon

Les consultations canado-japonaises sur la science et la technologie ont été particulièrement marquées par les discussions intervenues en juin 1978 sur la collaboration spatiale. Chaque pays a désigné ses représentants en matière de télédétection et ceux-ci se sont réunis pour la première fois en décembre afin de préciser les domaines de coopération.

Un spécialiste canadien du ministère des Communications a, dans le cadre d'un échange, passé six mois au Japon pour s'y renseigner sur le programme spatial japonais et les ouvertures qu'il offre au Canada.

### Divers

Le Canada a établi avec toute une série de pays des liens permettant une coopération internationale efficace, à quoi s'ajoutent toutes les filières de relations personnelles et institutionnelles qui, moins officiellement, se sont établies au cours des années. Le Canada participe à des transferts de technologie spatiale au bénéfice des pays en voie de développement, en particulier dans le domaine de la télédétection. C'est ainsi, par exemple, que dans le cadre d'un projet commun, le Canada, les Etats-Unis et la France vont installer à Ouagadougou, en Haute Volta, un centre régional de télédétection qui permettra à des étudiants de toute la région du Sahel de participer à un programme de formation.

SITUATION FINANCIERE

Les tableaux 1 et 2 et les figures 1 à 4 résument les données financières relatives aux ministères et organismes membres pour les années budgétaires 1978-1979 et 1979-1980. Les figures 3 et 4 comportent également un récapitulatif des dépenses spatiales depuis l'année budgétaire 1969-1970. Sauf spécifications contraires, toutes les sommes indiquées le sont en dollars du moment.

La forme des comptes-rendus financiers mise au point pour le rapport de l'an dernier a été légèrement modifiée pour y inclure les dépenses spatiales de 1969-1970 à ce jour, le tout en dollars constants 1978. Le tableau 1 résume les dépenses gouvernementales réelles en 1978-1979 et celles inscrites au budget 1979-1980, ventilées d'une part en: INTERNES, INDUSTRIE et UNIVERSITES et, d'autre part, en trois catégories: A) systèmes spatiaux, B) stations et terminaux terriens et C) traitement et analyse des données.

Le total des dépenses spatiales gouvernementales pour 1978-1979 (\$95.2 millions) est supérieur de 46% à celles de 1977-1978. Celles inscrites au budget 1979-1980 marquent une diminution de 19.4% (\$18.5 millions). La raison principale de cette diminution est la réduction des dépenses relatives au système télémanipulateur, dont la réalisation tire à son terme, et des paiements faits à Télésat Canada au cours de 1978-1979 pour l'utilisation d'ANIK-B. Cette diminution des dépenses a été un tant soit peu compensée par l'agrandissement du laboratoire David Florida et les opérations en faveur des satellites ANIK C et D pour le MDC.

Il est intéressant de relever que les dépenses gouvernementales INTERNES annuelles sont passées de \$13 à 22 millions de 1977-1978 à 1978-1979 et qu'elles se stabilisent à ce dernier chiffre pour les deux années budgétaires 1978-1979 et 1979-1980. Au cours de ces mêmes années, les dépenses gouvernementales allant à l'industrie canadienne ont d'abord augmenté de 57% (de 1977-1978 à 1978-1979) puis diminué de 32% (de 1978-1979 à 1979-1980). En ce qui concerne les deux années budgétaires couvertes par le présent rapport, la part de l'industrie canadienne dans les dépenses spatiales gouvernementales atteint respectivement 74 et 63%.

Les dépenses effectuées en faveur des universités canadiennes sous forme de subventions ou de contrats de recherches ont régulièrement diminué au cours de la même période, passant de 1.8% de l'ensemble des dépenses spatiales en 1977-1978 à 0.4% en 1979-1980. Il n'y a eu aucune augmentation des subventions du CNRC dans le domaine des recherches spatiales depuis un certain nombre d'années et les contrats de recherches accordés par les différents ministères ont suivi l'évolution de leurs priorités.

Les tableaux 1 et 2 illustrent les dépenses spatiales des années 1978-1979 et 1979-1980, ventilées par ministère ou organisme et par catégorie (A, B et C). Les dépenses allant à l'industrie canadienne y sont chaque fois soulignées.

La figure 1 illustre la prédominance du CNRC et du MDC en ce qui concerne les dépenses spatiales pour ces deux mêmes années. Comme le montre le tableau 4, cette prédominance existe depuis 1969-1970. La figure 1 montre également que près de 50% de la totalité des dépenses spatiales gouvernementales vont à trois programmes: le système télémanipulateur, ANIK-B et l'extension des opérations du laboratoire David Florida en faveur des satellites ANIK C et D. Les activités relatives à ces programmes déclinent rapidement après avoir atteint leur sommet en 1978-1979.

La figure 2 montre que la répartition annuelle des dépenses entre les catégories A, B et C reste à peu près constante: 71 à 74% à la catégorie A, 19 à 21% à la catégorie B et 6 à 8% à la catégorie C. Elle montre également que les dépenses spatiales gouvernementales ont crevé tous les plafonds en 1978-1979. Cependant, bien que celles inscrites au budget 1979-1980 correspondent à une augmentation de 17.6% par rapport à celui de 1977-1978, elles diminuent d'environ \$20 millions comparativement aux dépenses record de 1978-1979. Après la véritable bond (68%) de 1978-1979, les sommes budgétisées pour les dépenses INTERNES pour l'exercice 1979-1980 se stabilisent au niveau de l'année précédente. La figure 2 montre enfin que l'essentiel des fluctuations dans les trois catégories ont été absorbées par l'industrie canadienne dont la part qui passe de 69% du montant des dépenses en 1977-1978 à 74% en 1978-1979 ne sera plus que de 63% en 1979-1980. Relevons ici qu'au cours de ces

trois années budgétaires les dépenses allant à l'industrie étrangère augmentent régulièrement, passant de 20 à 25 puis à 28 millions de dollars.

La figure 3 illustre les dépenses gouvernementales INTERNES et celles allant à la catégorie INDUSTRIE de 1969-1970 à 1979-1980. Ces dépenses n'y sont ventilées qu'à partir de 1976-1977, les données des années précédentes ne permettant pas cette ventilation. Là encore, il est extrêmement clair que la totalité des augmentations des dépenses spatiales gouvernementales survenues depuis trois ans est allée à l'industrie canadienne. Au cours des dix années écoulées, 68% environ de l'ensemble des dépenses spatiales canadiennes sont allées à la catégorie INDUSTRIE. La figure 3 indique également les dépenses totales en dollars du moment et en dollars constants 1978. La courbe correspondant à ceux-ci montre très clairement la diminution des dépenses spatiales entre les années 1972-1973 et 1976-1977. L'augmentation apparente régulière des dépenses indiquées par la courbe en dollars du moment matérialise l'inflation.

La figure 4, enfin, illustre la ventilation des dépenses par ministère et organisme entre 1969-1970 et 1979-1980. Elle indique également les dépenses totales en dollars constants 1978 pour ces mêmes années.

TABLEAU 1

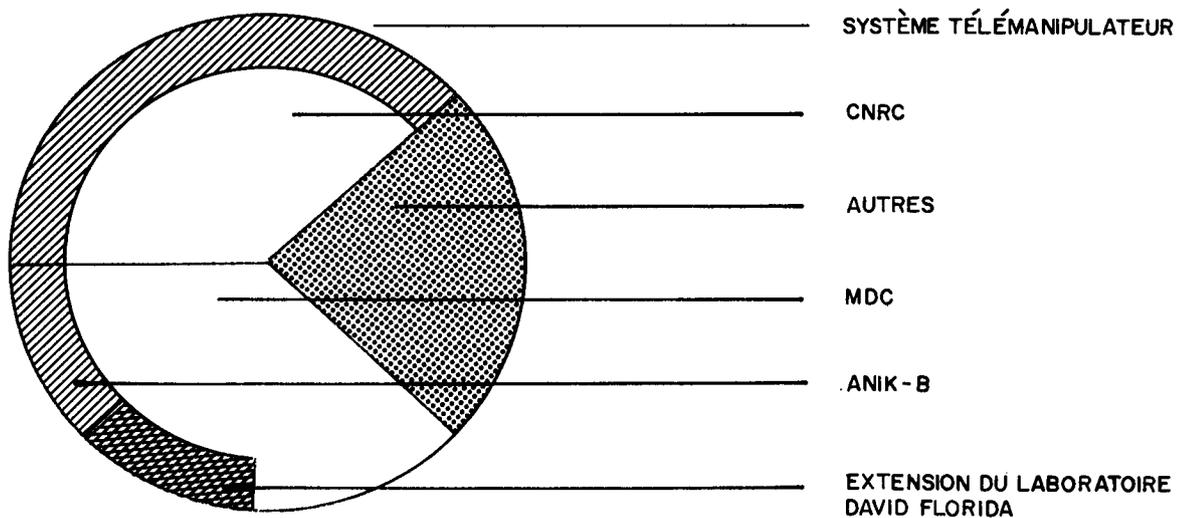
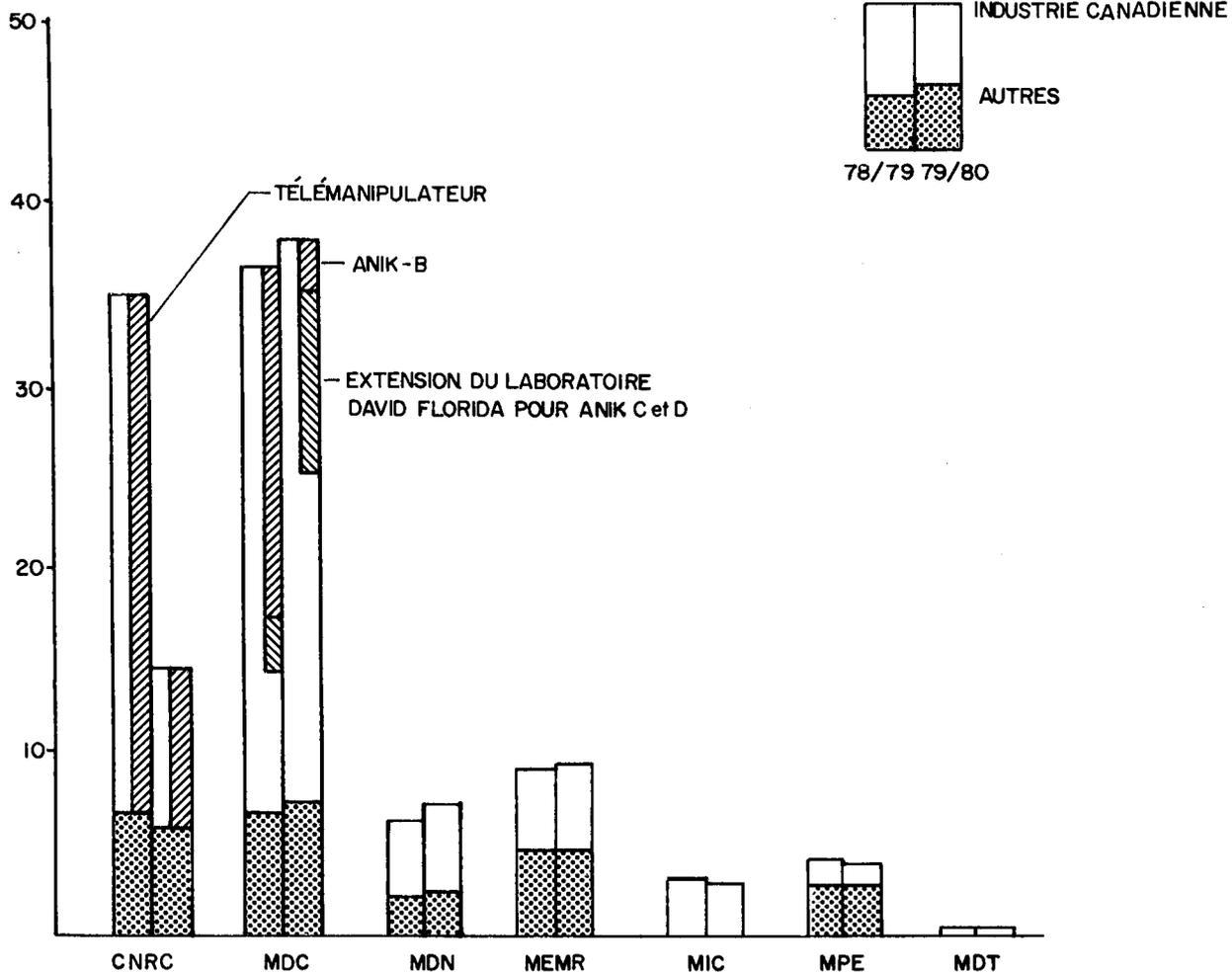
TOTAL DES DÉPENSES SPATIALES GOUVERNEMENTALES (EN MILLIERS DE DOLLARS)								
	1978/79				1979/80			
	A	B	C	TOTAL	A	B	C	TOTAL
<b>INTERNES</b>								
Immobilisations et opérations	6,405	3,246	948	10,599	5,688	2,971	1,306	9,965
Salaires	4,511	4,783	1,935	11,229	4,728	5,223	2,135	12,086
Total partiel	10,916	8,029	2,883	21,828	10,416	8,194	3,441	22,051
<b>INDUSTRIE</b>								
Canada	58,395	9,378	2,871	70,644	38,353	7,348	2,586	48,287
Etats-Unis	1,120	686	358	2,164	4,858	459	269	5,586
Autres	116	39	--	155	356	119	--	475
Total partiel	59,631	10,103	3,229	72,963	43,567	7,926	2,855	54,348
<b>UNIVERSITÉS</b>	177	160	52	389	175	160	10	345
<b>TOTAL GÉNÉRAL</b>	70,724	18,292	6,164	95,180	54,157	16,280	6,306	76,744
<b>A: SYSTEMES SPATIAUX</b>	<b>B: STATIONS ET TERMINAUX TERRIENS</b>			<b>C: TRAITEMENT ET ANALYSE DES DONNEES</b>				

TABLEAU 2

TOTAL, PAR MINISTÈRE, DES DÉPENSES SPATIALES GOUVERNEMENTALES (EN MILLIONS DE DOLLARS)								
	1978/79				1979/80			
	A	B	C	TOTAL	A	B	C	TOTAL
Communications	30.5	5.8	0.3	36.6	33.3	4.5	0.2	38.0
Conseil national de recherches	34.7	-	0.5	35.2	14.3	-	0.5	14.8
Défense nationale	1.8	3.9	0.7	6.4	2.9	4.2	0.1	7.2
Energie, Mines et Ressources	1.0	5.1	3.3	9.4	1.2	4.7	3.6	9.5
Industrie et Commerce	1.8	1.3	-	3.1	2.3	0.6	-	2.9
Pêches et Environnement	1.0	2.0	1.3	4.3	0.2	2.0	1.9	4.1
Transports	-	0.2	-	0.2	-	0.2	-	0.2
<b>TOTAL</b>	<b>70.8</b>	<b>18.3</b>	<b>6.1</b>	<b>95.2</b>	<b>54.2</b>	<b>16.2</b>	<b>6.3</b>	<b>76.7</b>
<b>A: SYSTEMES SPATIAUX</b>	<b>B: STATIONS ET TERMINAUX TERRIENS</b>				<b>C: TRAITEMENT ET ANALYSE DES DONNEES</b>			

FIGURE I.

DÉPENSES SPATIALES GOUVERNEMENTALES,  
PAR MINISTÈRE - 1978/79, 1979/80



**FIGURE 2**  
**DÉPENSES SPATIALES GOUVERNEMENTALES**  
**PAR CATÉGORIE**

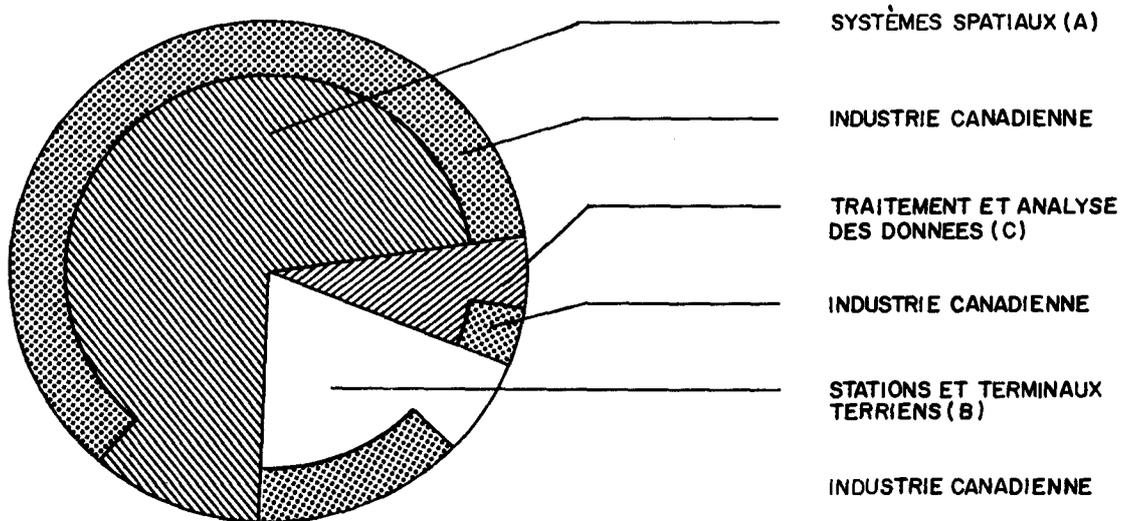
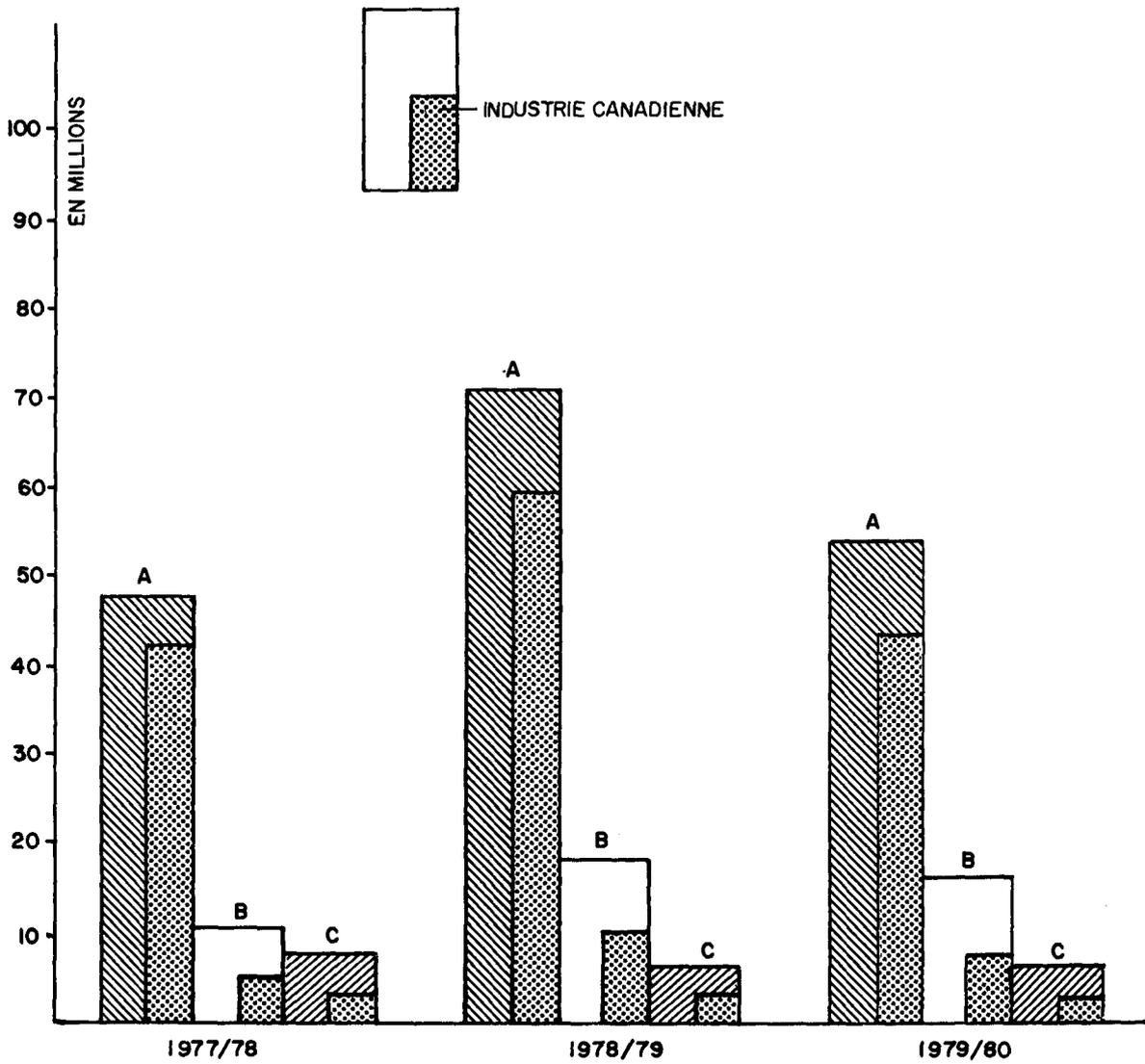


FIGURE 3

DÉPENSES SPATIALES GOUVERNEMENTALES  
INTERNES/INDUSTRIE, DE 1969/70 A 1979/80

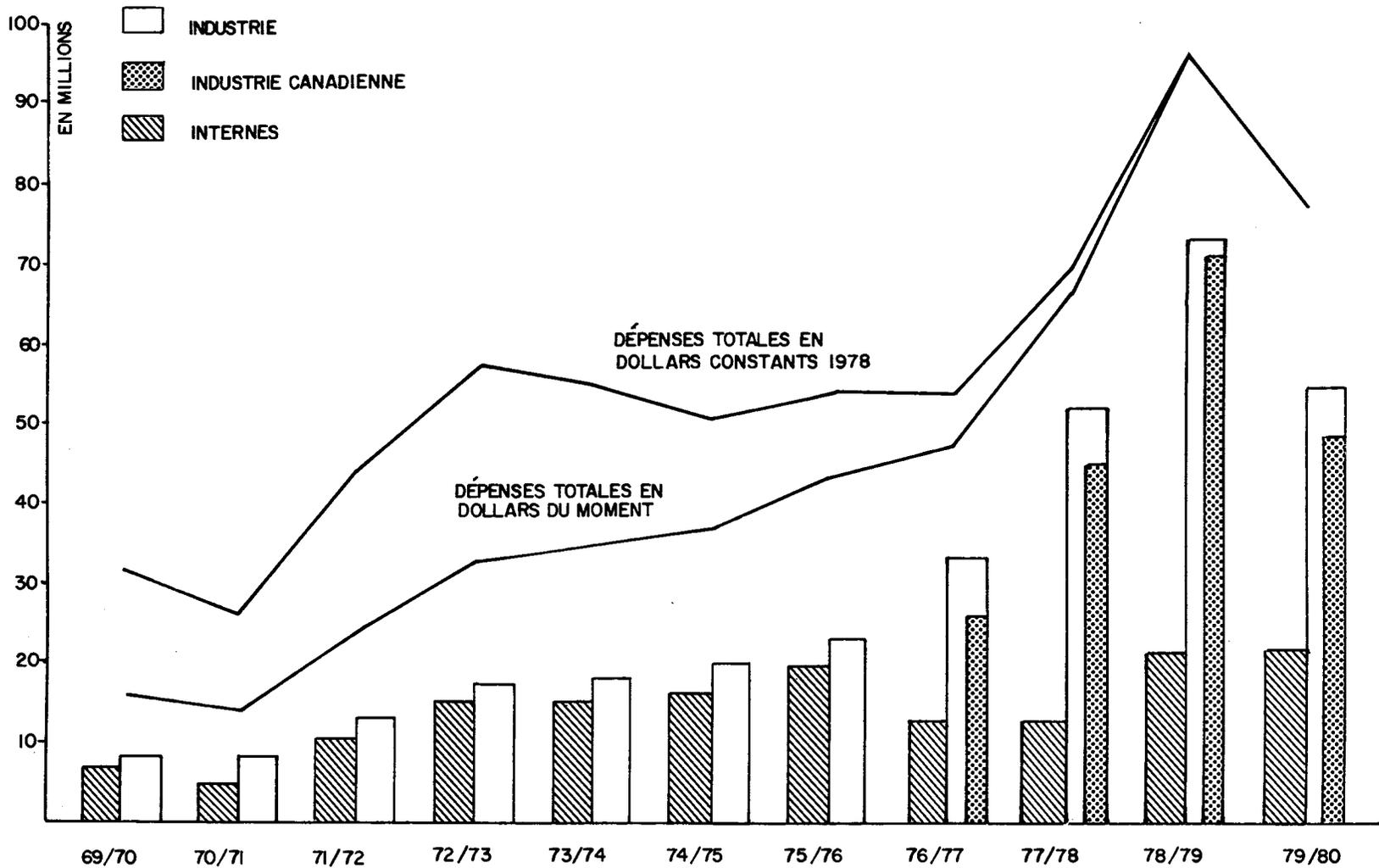


FIGURE 4

DÉPENSES SPATIALES GOUVERNEMENTALES  
PAR MINISTÈRE - DE 1969/70 A 1979/80

